



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



Trabajos de investigación y asistencia técnica del INTI

El valor de los residuos

Distintos modos de Reducir, Reutilizar,
Reciclar y Revalorizar residuos industriales.



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

El valor de los residuos

Trabajos de investigación y asistencia técnica del INTI sobre los distintos modos de Reducir, Reutilizar, Reciclar y Revalorizar residuos industriales

Anónimo

El valor de los residuos : distintos modos de reducir, reutilizar, reciclar y revalorizar residuos industriales / Anónimo ; prefacio de Ariane Gudewort ; prólogo de Atilio Armando Savino. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2016.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-532-283-1

1. Residuos Sólidos Urbanos. I. Gudewort, Ariane , pref. II. Savino, Atilio Armando, prolog. III. Título.
CDD 363.7285

Edición y diagramación

Dirección de Comunicación del INTI
Áreas de Publicaciones y Diseño Gráfico y Multimedia

Esta publicación no podrá ser reproducida o transmitida en forma alguna por ningún medio sin permiso previo del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Hecho el depósito que establece la ley 11.723. Derechos reservados.

Índice

PRÓLOGO

Hacia un modelo circular de producción

Atilio Sabino 7

INTRODUCCIÓN

El gasto de tirar

Ariane Gudewort 9

PROPUESTAS DEL INTI PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

1. Alimentos

1.1. | **Huevo** | Proyecto de gestión de residuos agroindustriales. Reutilización de la cáscara de huevo 15

1.2. | **Vacunos** | Aprovechamiento de subproductos vacunos con fines alimenticios 17

1.3. | **Pescado** | Introducción de nuevos materiales: utilización de cuero de pescado patagónico 21

1.4. | **Langostinos** | Cubiertas de quitosano aplicadas en poscosecha de frutillas 25

1.5. | **Aves** | Transformación de residuos avícolas en alimentos con valor proteico 27

1.6. | **Aves** | Tratamiento integral de efluentes y residuos de la planta procesadora de aves 29

1.7. | **Queso** | Ecosuero con valor agregado 32

1.8. | **Queso** | Aprovechamiento del suero de quesería. Desarrollo de productos 34

1.9. | **Lácteos** | Gestión de biosólidos en la industria láctea, aplicación en procesos aeróbicos de degradación 36

1.10. | **Leche de soja** | Valorización del Okara: subproducto de elaboración de bebidas a base de soja 38

1.11. | **Ciruela** | Obtención de productos alimenticios y bioactivos a partir de un desecho agrícola: ciruelas 39

1.12. | **Maní** | Obtención de bioactivos a partir de un desecho agroindustrial: tegumento de maní 41

1.13. | **Caña de azúcar** | Aprovechamiento de subproductos industriales de la caña de azúcar 43

2. Materiales

2.1. | **Cuero** | Reutilización de residuos provenientes de curtiembres 49

2.2. | **Lana** | Diseño sustentable: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera 51

2.3. | **Papel** | Empleo de residuos de celulosa en mezclas cementicias 54

2.4. | **Envases** | Optimización del sistema de envases y embalajes 57

2.5. | **Rocas** | Optimización de mezclas de hormigón para la fabricación de bloques y adoquines 60

2.6. Pavimento Desarrollo de mezclas de hormigón con agregados reciclados de hormigón: del laboratorio a la obra	63
2.7. Pavimento Hormigones elaborados con agregados reciclados	66
2.8. Botellas Impresión 3D con PET de botellas post-consumo	69
2.9. Pilas Recuperación de cinc y manganeso de pilas primarias en desuso	71
2.10. Madera Caracterización cuali y cuantitativa de residuos madereros y sus posibles aplicaciones por región	73
3. Energía	
3.1. Caprinos y ovinos ▶ Biogás Valorización energética en el frigorífico Santa Isabel	77
3.2. Residuos urbanos ▶ Electricidad Valorización energética de la FORSU a través de una biodigestión anaeróbica	79
3.3. Residuos urbanos ▶ Electricidad y vapor Proyecto VERSU: desarrollo de un sistema de gestión integral de RSU con tecnología de Valorización Energética	81
3.4. Agroalimentos ▶ Biogás Planta experimental de biogás	84
3.5. Residuos urbanos ▶ Calefacción y electricidad Biodigestor a base de FORSU a escala demostrativa en la municipalidad de Ingeniero Luiggi	87
3.6. Ricota y queso ▶ Biogás Desarrollo de prototipo de biodigestor para pequeñas unidades productivas lácteas con producción de leche integrada	90
3.7. Aceite ▶ Biogás Obtención de biogás a partir de subproductos de la producción de biodiesel	94
3.8. Aceite ▶ Biodiesel Gestión integral de aceites vegetales usados	96
4. Recursos Naturales	
4.1. Agua Recuperación del agua residual de autoclaves	101
4.2. Remoción de arsénico ▶ Fitorremediación Fitorremediación de aguas de rechazo provenientes de un proceso de ósmosis inversa	103
4.3. Contaminación en suelo ▶ Biofilm Estudio sobre formación de biofilms en bacterias del suelo	106

Prólogo

Hacia un modelo circular de producción*

* **Por Atilio Savino**
 Presidente de la Asociación Internacional
 de Residuos Sólidos (ISWA)

Es indudable que las actividades del hombre en su conjunto, a partir de la primera revolución industrial y especialmente en la fase de aceleración de la segunda revolución industrial en la segunda mitad del siglo XX, han generado impactos sistémicos considerables que requieren la definición de un nuevo marco conceptual y una permanente búsqueda de conocimiento. Las relaciones culturales, sociales y económicas se caracterizan por su complejidad y por su interconexión con el ambiente.

Dicha complejidad, sumada al tamaño y cantidad de acciones de una población mundial en permanente incremento y su creciente urbanización, asociadas a criterios de producción y consumo claramente no sostenibles, generan una sostenida presión sobre los recursos naturales que comienzan a presentar signos de escasez, aumento en la generación de residuos y en la de gases de efecto invernadero.

Podríamos afirmar que estamos ante una distopía, esto es una utopía negativa. La realidad transcurre en términos antitéticos a los de una sociedad ideal. Es la sociedad del derroche, fruto de una economía lineal orientada a producir, consumir y descartar.

Siguiendo a Einstein no podríamos resolver los problemas pensando de la misma manera que cuando los creamos. Es necesario entonces un cambio paradigmático: reemplazar el actual paradigma por uno nuevo que permita encajar mejor las anomalías, las ideas y las novedades en una nueva narración general.

La reciente Encíclica Papal "Laudato si" sobre el cuidado de la casa común nos llama a "adoptar un modelo circular de producción".

"Todavía no se ha logrado adoptar un modelo circular de producción que asegure recursos para todos y para las generaciones futuras, y que supone limitar al máximo el uso de los recursos no renovables, moderar el consumo, maximizar la eficiencia del aprovechamiento, reutilizar y reciclar. Abordar esta cuestión sería un modo de contrarrestar la cultura del descarte, que termina afectando al planeta entero, pero observamos que los avances en este sentido son todavía muy escasos".

Fragmento de Laudato si.

Esta nueva economía circular sería aquella que agregue al metabolismo biológico natural, un metabolismo industrial basado en nuevos diseños y procesos que conciba a los productos como partes de una cadena de valor. Esto es, productos pensados y diseñados para que una vez consumidos puedan ser utilizados como una materia prima secundaria en un nuevo proceso.

Para recorrer el camino de transición hacia el nuevo paradigma, no solamente se necesita convicción sino saber reconocer y atravesar las barreras que se interpongan y resolver los problemas metodológicos, éticos y hasta filosóficos. Habrá que enfrentar aspectos ideológicos y políticos, como también pautas culturales y desafíos tecnológicos. Solamente como en otras etapas, una verdadera revolución del conocimiento nos dará las herramientas necesarias para encarar la tarea con éxito.

Esta publicación es un perfecto ejemplo de cómo, desde una visión de abajo para arriba, se pueden generar las respuestas necesarias. En primer lugar porque instituciones reconocidas por su prestigio y trayectoria deciden colectivamente ser actores del proceso proponiendo soluciones y lo que es aun más importante, creando una sinergia que potencia los resultados. Segundo, porque existe un respaldo de la evidencia buscada a partir de un proceso de investigación imprescindible para lograr el cambio buscado. Y por último, porque existe una motivación y decisión individual que hacen fácil lo difícil. Esto es el primer paso de un largo camino de cambio.

Introducción

El gasto de tirar*

* **Por Ariane Gudewort**
Responsable
del Área de Gestión Ambiental
del Centro INTI-Ambiente

La crisis ambiental del planeta ya es claramente perceptible. Esto es consecuencia de usar y tirar, de considerar al planeta como una fuente inagotable de recursos y como receptor de desechos, sin advertir que el uso de los recursos implica, en algunos casos, extraerlos de la naturaleza sin posibilidad de renovación y, en otros, con tasas de extracción mayores a la de su renovación. A su vez, el hecho de eliminar los residuos en condiciones no adecuadas, generando contaminación, con accidentes ambientales cada vez de mayor trascendencia, ha llevado al planeta a una crisis ambiental y, a la población, a tomar conciencia de ello.

Hacia fines de los ochenta surge el concepto de "desarrollo sustentable"⁽¹⁾ que conceptualiza la necesidad de desarrollo para satisfacer nuestras necesidades presentes sin perjuicio de las generaciones futuras, teniendo en cuenta el ambiente, la sociedad y la economía, pilares fundamentales de la sustentabilidad y sostenibilidad. Actualmente si observamos nuestros sistemas productivos vemos que aún se trabaja mediante el uso de recursos para transformarlos en nuevos productos y residuos, sin considerar el valor que tienen estos últimos. En este sentido, los residuos industriales son materiales e insumos que representan un costo de producción por los cuales se ha invertido dinero. Si se los desperdicia, en definitiva, la empresa está perdiendo dinero invertido. Es sabido que lo que define a un residuo no es su composición sino la acción de desecharlo: en la mayoría de los casos, lo que puede resultar "basura" para una actividad productiva, podría ser la materia prima de otra.

De esta idea se desprende el desafío que tenemos por delante de poder utilizar esos recursos desechados mediante su transformación o adecuación, para ser reutilizados como materia prima en el mismo u otro sistema productivo. Y esto requiere un cambio de hábitos y costumbres, y una concientización en todos los niveles y para todos los actores involucrados en la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

En el caso particular de los residuos generados por las actividades productivas, con frecuencia es más simple y económico deshacerse de ellos, antes de ver cómo gestionarlos o evitar su generación. En otros casos existe una conciencia y la voluntad de hacer algo productivo con los residuos, pero a la hora de ponerlo en práctica la cantidad de ese material no resulta económicamente viable ni para quien lo produce ni para quien lo demanda, o no existe un mercado donde ofrecerlo ni la tecnología para tratarlos.

Para la gestión adecuada de los residuos -desde su consideración como fuente de recursos para el proceso productivo en una economía circular- se requiere del compromiso de todas las partes y actores involucrados, trabajando en la implementación de estrategias de planificación, infraestructura, mecanismos de financiamiento y coordinación de autoridades de gobiernos municipales, provinciales, nacionales, empresas, transportistas, operadores y la ciudadanía en general.

Argentina, como país federal con provincias autónomas y cada una de ellas con diferentes características económicas, debe dejar de lado la mirada individualista y ver al país como un todo, con una visión estratégica de planificación e infraestructura

(1) Informe de Brundtland (1987 - Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo)

que permita acceder a un sistema, armando una red logística y puntos estratégicos donde recuperar los componentes de residuos que puedan ser recurso para nuevas producciones, fomentando su tratamiento a nivel local. En esta dirección, el INTI está trabajando en la gestión de los residuos industriales, tal como lo demuestran los casos publicados a continuación, a través de investigaciones y asistencia técnica a gobiernos, empresas y comunidades.

Esta publicación compila los trabajos expuestos por más de treinta especialistas del INTI en la Primera Jornada de Reducción, Reutilización, Reciclado y Revalorización (las denominadas 4R) de residuos industriales organizada por el INTI en 2015, y otros trabajos que diferentes centros del Instituto han desarrollado en esa misma dirección. En esta oportunidad se analizaron distintas problemáticas, diagnósticos de situación para determinados rubros, y una gran cantidad de alternativas para los actuales desechos. También se expusieron diferentes proyectos de investigación y desarrollo sobre maneras innovadoras de utilizar determinados subproductos, y casos concretos en los que el INTI trabajó directamente en la gestión de residuos de algunas plantas de producción.

Determinadas industrias muchas veces desechan la misma –o mayor– cantidad de alguna de las materias primas que utilizan para sus productos. Un caso paradigmático se da en los ingenios azucareros con destilería: por cada litro de etanol que producen, desechan 13 litros de vinaza.

Otros casos son la producción del cuero, que por cada tonelada de piel vacuna genera 630 kilos de residuos sólidos; la elaboración de queso y ricota, que desecha aproximadamente el 55% de los litros de leche que utiliza (a nivel nacional, se desaprovechan 6 millones de litros de suero lácteo por día); y algunos aserraderos, que descartan el 50% del remanente de la madera utilizada para la producción de papel, tableros o muebles. El faenamiento vacuno descarta hasta el 50% del peso del animal en huesos, sangre, piel y menudencias entre otros, y en el caso del procesamiento de animales más pequeños como los caprinos y ovinos, se calcula un desecho de 12 kg por animal. La cosecha de algunas frutas, como la ciruela, descarta el 30% de la producción por considerarla de bajo estándar para el mercado, similar al 28% del peso del maní que corresponde a la cáscara y piel.

También existen productos que están destinados a ser desechados en su totalidad, como es el caso del aceite utilizado para freír, los envases, los embalajes, las pilas y neumáticos usados, entre otros.

Los residuos, no sólo son un desperdicio en tanto “materia prima desechada”, sino que muchas veces implican un costo asociado a su posterior gestión. Estos costos no sólo se podrían reducir, sino que en algunos casos podrían devenir en ganancias, de encontrar las formas de reducción, reuso, reciclado y/o revalorización de determinados subproductos.

La simple acumulación de desechos afecta al ambiente, pero además existen algunos residuos que, por su composición, son altamente contaminantes como la vinaza de la caña de azúcar y los ya mencionados suero de quesería, los desechos de la industria cárnica, el aceite de fritura y las pilas, entre otros. Pero no todo es negativo. Si se los trata de la manera adecuada, algunos subproductos no sólo dejarían de contaminar

el ambiente, sino que lo favorecerían cuidando los recursos naturales, colaborando en ahorrar energías no renovables, y aportando combustibles alternativos. Es el caso de, por ejemplo, el aceite vegetal usado que se puede reutilizar para la producción de biodiesel y de otros productos químicos.

También se puede generar energía térmica y eléctrica a partir de los más diversos desechos, como por ejemplo con el remanente de los aserraderos, y con la biomasa generada por las proteínas, grasas, fibras y carbohidratos que contienen los desechos de la industria cárnica. Y el lactosuero, el estiércol y los residuos orgánicos en general –incluidos los domiciliarios– tienen la capacidad de generar biogás a partir de sistemas de biodigestión.

A su vez, se puede aprovechar el ambiente que nos rodea para mejorar algunos tratamientos, como con la utilización de biofilms (bacterias que pueden proteger y nutrir el medio ambiente) como herramienta de bioremediación, o la flora como agentes de retención de elementos contaminantes. Otros modos de colaborar con el ambiente es a partir de la disminución del consumo de agua y de los efluentes industriales a tratar, y la recuperación de aguas residuales como, por ejemplo, la reutilización del agua que se utiliza para el enfriamiento de autoclaves.

LA RIQUEZA DE LOS DESECHOS

Casi paradójicamente, además de la potencialidad de favorecer al ambiente, los residuos pueden generar ganancia para el productor. Es el caso de los subproductos que tienen la cualidad de poder ser materia prima para otros productos, como por ejemplo el cinc y el manganeso que se le puede extraer a las pilas usadas, el caucho y el acero que contienen los neumáticos en desuso, la recuperación del cromo usado por el proceso de curtido de cuero, o el descarte del proceso de peinado de las lanas que puede utilizarse para la confección de fieltro con infinidad de aplicaciones prácticas.

Las ciruelas con bajo estándar para el mercado pueden procesarse para obtener productos como el laminado de fruta, con todas sus propiedades nutricionales intactas, pero también puede usarse como colorante natural y bioactivo.

La cáscara y piel del maní tiene cualidades antioxidantes, antimicrobianas y colorantes con diversas aplicaciones posibles, desde la alimentación animal, la posible utilización en quesos para evitar la proliferación de hongos, y la aplicación en pinturas.

La riqueza, para este tipo de desechos, se encuentra en su composición. Por ejemplo si nuestro país procesara por completo el desecho de sangre bovina de la industria cárnica, podría generar 30 mil toneladas de proteínas (que equivalen a las proteínas que brindan 170 mil toneladas de carne). Similar situación sucede con los huesos de desposte, que aun conteniendo distintos minerales, y un 90% de proteína de colágeno, gran parte de este material es descartado.

El suero lácteo contiene lactosa, proteínas, grasas y sales minerales, toda una materia prima para generar productos de mayor valor agregado. El subproducto de la

elaboración de la "leche" de soja, denominado Okara, contiene fibra, proteína, grasa y minerales con infinidad de usos nutricionales.

La cáscara de huevo cuenta con un 94% de carbonato de calcio, además de magnesio, fosfato y proteínas; y su membrana con colágeno, ácido hialurónico, lisina, histidina, y argina. En el INTI se desarrolló el aprovechamiento del carbonato de calcio para su uso en la industria de pinturas.

La vinaza, subproducto del procesamiento de la caña de azúcar, tiene un alto contenido de sales y nutrientes y puede utilizarse para el fertirriego, biogás o levadura forrajera.

Muchos de estos subproductos alimenticios, además de las nutricionales, también tienen cualidades funcionales, como ser espesantes y emulsionantes entre otras.

El INTI, a través de los distintos centros de investigación aborda todos estos temas desde los más diversos ángulos, como son el de diagnóstico de situación, relevamiento, investigación, asesoramiento, asistencia técnica, planes y proyectos de intervención.

Por eso el más profundo de los agradecimientos a todos aquellos que hoy han hecho posible esta publicación sobre el valor de los residuos, la cual demuestra que el trabajo conjunto nos acerca a conseguir soluciones para cada actividad productiva en particular.



Alimentos

Huevo ⇒ Cáscara ⇒ Pinturas

V. Goicoa, A. Sole, A. Baldán
INTI-San Luis, INTI-Procesos Superficiales
vgoicoa@inti.gob.ar

1.1. PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES. REUTILIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE HUEVO

El proyecto surge a partir de un relevamiento realizado en la provincia de San Luis sobre la gestión de residuos agroindustriales. El resultado del estudio mostró un gran interés por la cáscara de huevo dado que es un residuo que en la actualidad no tiene ningún tipo de aplicación y, por lo general, es destinado a enterramiento sanitario.

La cascara es la primera barrera de defensa que posee el huevo y representa aproximadamente el 11% de su peso. Está formada principalmente por una parte inorgánica de 94% de Carbonato de Calcio (CO_3Ca), 1% de Carbonato de Magnesio (CO_3Mg) y 1% de Fosfato de Calcio ($(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$), y una parte orgánica con un 4% de proteínas que presenta en la cutícula.

Los principales usos podrían resumirse en tres:

Uso directo: los usos bajo este tipo de metodología alcanzan solamente la escala individual o pequeña. Por lo general solo requiere la limpieza de las cascara y/o la disminución del tamaño de las partículas. Los usos que se encontraron son como abono de suelos, decoración y adhesivo doméstico, entre otros

Aplicación como carbonato de calcio: el carbonato de calcio es un material muy usado en la industria, por ejemplo en el sector químico como el caso de la pintura, donde es usado como agente de carga. En la industria del plástico, en la industria del papel, en la producción de agentes de limpieza y pasta dental entre otras.

Aplicación como óxido de calcio: el objetivo radica en usar a la cascara de huevo para la producción de Óxido de Calcio (CaO) e Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) a partir del carbonato que presenta la cascara. El óxido de calcio se forma cuando el carbonato de calcio se quema en el aire. Este proceso se lleva a cabo en grandes hornos llamados comúnmente caleras. Este producto se puede utilizar como material de ligazón en las construcciones, como ingrediente en la fabricación del carburo de calcio, en la fabricación de soda cáustica, de amoníaco, de vidrio y en procesos de tratamientos de efluentes.

El presente proyecto buscó hacer uso de este residuo como carbonato de calcio para la aplicación en pinturas, para lo cual se realizó un tratamiento particular a la cáscara de huevo.

El procedimiento contempla, en primer lugar, hacer un lavado para eliminar cualquier materia orgánica que pudiera haber quedado después de partir los huevos. La materia orgánica a la que nos referimos en este caso particular es la membrana o cutícula, conocida por ser rica en un número de diferentes materiales incluyendo el colágeno y el ácido hialurónico que también puede ser recuperado como otro subproducto para dar un mayor valor agregado al proyecto.

Se han desarrollado varios métodos para la separación pero en general todos tienen el mismo principio de funcionamiento, que es la molienda por aplastamiento, sin la acción de fuerza de cizalladura. En todas las experiencias se procede a la rotura de la cáscara en un medio líquido, con o sin coadyuvantes, con la variación del pH, y por aplastamiento. Luego se somete a una agitación intensa para conseguir la separación

de la cáscara de la membrana, y a una agitación suave del líquido sobrenadante para favorecer la flotación de las membranas y la decantación de las cáscaras. Acto seguido se procede a la extracción de la membrana en suspensión por técnicas de filtración, centrifugado, separación y filtrado de las cáscaras de la decantación. Por último se realiza el secado de las membranas y las cáscaras obtenidas.

Aplicación en pinturas

Una vez obtenida la cáscara ya seca y separada, se pasa al micronizado en un molino de bolas y en un molino de cuchillas, hasta una reducción de tamaño de partícula de 4 μm de diámetro y de malla 325.



Luego se realiza la formulación de la pintura, y se analiza su aplicabilidad.

En las conclusiones finales no se observaron diferencias en la preparación del látex con referencia al carbonato tradicional. A simple observación el látex obtenido presenta buena viscosidad y color, parámetros importantes para la calidad de la pintura.

Vacunos ⇒ Hueso y sangre ⇒ Alimento proteico

G. Simonetti, L. Toyé, H. Amedei,
C. Caro Solís, M. L. Matos, G. Fizman
INTI-Biotecnología Industrial
germans@inti.gob.ar

1.2. APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS VACUNOS CON FINES ALIMENTICIOS

Este proyecto inició en 2010 en el marco del convenio bilateral Argentina-China para transferencia tecnológica, con la creación del Centro Binacional en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, impulsado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (MINCYT).

La formulación de este proyecto responde a la preocupación mundial permanente por el desarrollo y uso racional de los recursos alimenticios. Una consecuencia de esta preocupación es el interés en la generación de alimentos para consumo humano con la mayor calidad, el mayor valor agregado y el máximo nivel de aprovechamiento evitando, al mismo tiempo, efectos negativos sobre el ambiente.

En este sentido, uno de los recursos más buscados son las proteínas, parte fundamental de la alimentación. Es así que existe una continua búsqueda de fuentes proteicas, en la cual gran parte de la atención está dirigida a aquellos recursos ya existentes pero que, por diversas razones, son insuficientemente aprovechados en la alimentación humana. Como muchos de estos recursos aparecen en forma concurrente con la producción de alimentos primarios, reciben la denominación de "subproductos", término que no refleja todo su potencial nutritivo y funcional. Así, en la industria cárnica es posible identificar un número de fuentes de proteínas que aún están siendo escasamente procesadas como comestibles, entre las cuales se destacan los huesos de despostada y la sangre y sus derivados.

Teniendo como base esta información, se formularon los objetivos de este proyecto con vistas al aprovechamiento de hueso de despostada y derivados de sangre (normalmente considerados subproductos vacunos) con fines alimenticios.

En concordancia con estas ideas, el presente proyecto presenta los siguientes objetivos:

- Caracterizar las distintas matrices para evaluar sus propiedades funcionales en vistas a su posible utilización como aditivos alimentarios.
- Desarrollar y optimizar tecnologías para la bioconversión de huesos y sangre bovinos mediante hidrólisis enzimática.
- Obtener hidrolizados proteicos con propiedades organolépticas y funcionales apropiadas para alimentos humanos.

Con vistas a su utilización como aditivos en alimentos humanos para mejorar las propiedades funcionales de los mismos, se están evaluando diferentes capacidades de las materias primas y de los hidrolizados enzimáticos.

Actualmente nos encontramos trabajando con diferentes matrices proteicas de subproductos bovinos (harina de plasma, harina de plasma diafiltrada, harina de hemoglobina y harina de carne-hueso), realizando la caracterización analítica y

funcional de las matrices y los productos de hidrólisis intermedios y finales. Hasta el momento se ha logrado caracterizar la matriz Harina de plasma y Harina de plasma diafiltrado obteniéndose los siguientes resultados para las principales características funcionales:

Solubilidad: para ambas matrices y en concordancia con datos bibliográficos, se observó un cambio en la solubilidad dependiente del pH y la concentración salina de la muestra. En el rango de pH y salinidad evaluado, se determinó un mínimo de solubilidad en los pH cercanos a 6, haciéndose más marcada esta caída a baja concentración salina.

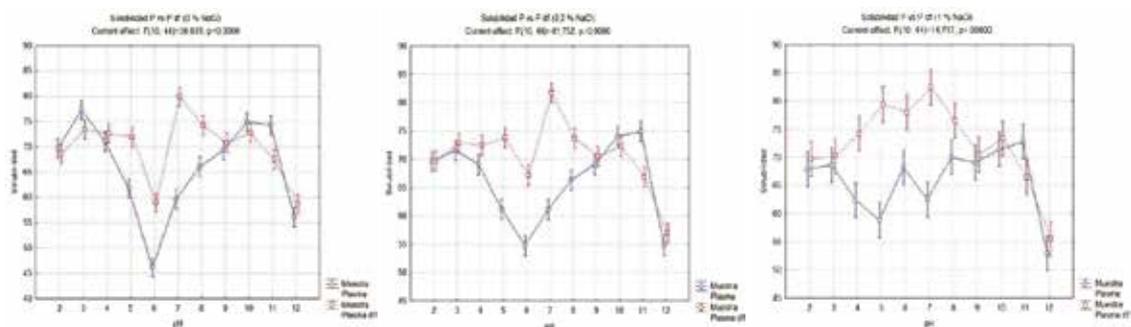


Figura 1. Gráficos de solubilidad obtenidos para plasma y plasma diafiltrado en distintas concentraciones salinas y evaluados en un amplio rango de pH.

También pudo observarse una diferencia significativa en los niveles de solubilidad del plasma diafiltrado respecto de la matriz original en el rango de pH de 3 a 9 (Figura 1), probablemente asociado a un efecto de desionización de la matriz. En efecto, los procesos de centrifugación y de ultrafiltración, además de las sales presentes en el plasma, eliminan también elementos macroscópicos insolubles, principalmente proteínas desnaturalizadas por el proceso de secado en la obtención de la harina.

Capacidad de Retención de Agua (CRAg): al igual que en el caso de la solubilidad, se observó una clara dependencia de esta variable frente al pH y salinidad de la muestra. En ambos casos, la CRAg se ve aumentada al aumentar el pH de la muestra. Por el contrario, se observa una caída en relación con el aumento de la concentración salina.

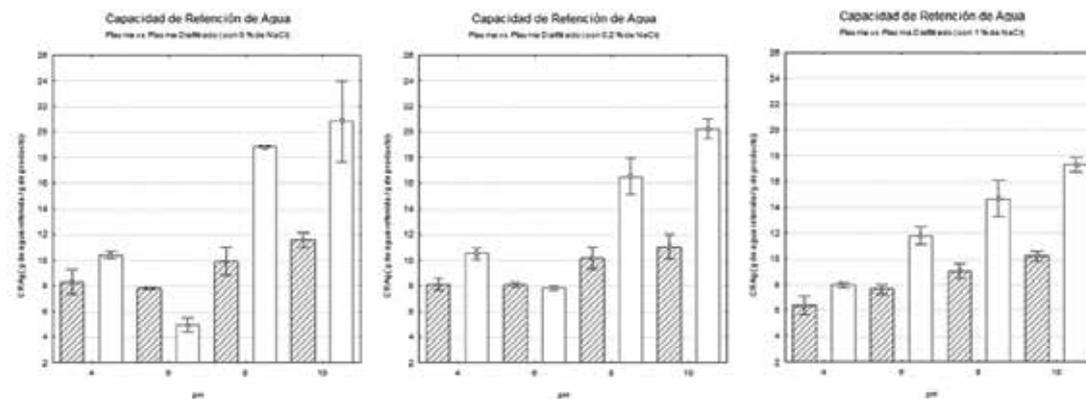


Figura 2. Gráficos de CRAg obtenidos para plasma y plasma diafiltrado en distintas concentraciones salinas y evaluados en un amplio rango de pH.

Los resultados comparativos también muestran que la desmineralización del plasma por diafiltración aumentó significativamente ($p < 0,05$) la CRAg del plasma en la gran mayoría de combinaciones de pH y concentración salina. Esta comparación permite comprobar el efecto negativo que tendrían los iones salinos sobre la CRAg de las proteínas plasmáticas ya que, removiendo las sales naturales del plasma, la CRAg aumenta y agregando una alta concentración de NaCl al plasma diafiltrado, la CRAg disminuye a niveles similares del plasma sin diafiltrar (resultados no mostrados).

Capacidad y estabilidad emulsionante a diferencia de las propiedades evaluadas previamente, no se observaron diferencias significativas para la capacidad emulsionante evaluada a distintos pH y concentraciones salinas. Esta homogeneidad entre las muestras también se mantuvo al comparar el plasma con el plasma diafiltrado.

Sin embargo, al evaluar la estabilidad de las emulsiones se observó que el plasma diafiltrado muestra un aumento significativo en la estabilidad, el cual es más marcado a bajas concentraciones salinas.

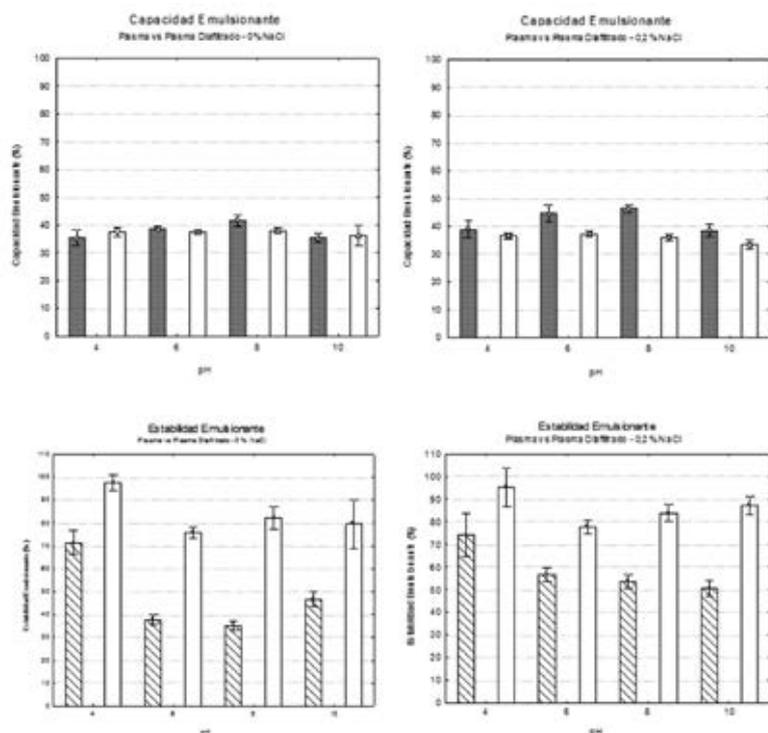


Figura 3. Gráficos de capacidad y estabilidad emulsionante obtenidos para plasma y plasma diafiltrado en distintas concentraciones salinas y evaluados en un amplio rango de pH.

Capacidad y estabilidad espumante: Al igual que los resultados obtenidos previamente para otras propiedades, esta variable resultó ser dependiente tanto del pH como de la concentración salina. Mientras que para la matriz (y plasma diafiltrado) sin agregado de sal los resultados no mostraron ninguna tendencia

clara, al aumentar los porcentajes de sal se observa una disminución significativa de la capacidad de producir espuma. Si bien esta tendencia es similar para ambas matrices, se observa que el plasma diafiltrado presenta mayor capacidad espumante que su matriz control.

En contraposición, se observa una reducción significativa en la estabilidad de la espuma cuando se evalúa plasma diafiltrado vs su control sin diafiltrar. A modo de ejemplo, se presentan las gráficas de la Figura 4 para dos de las condiciones evaluadas.

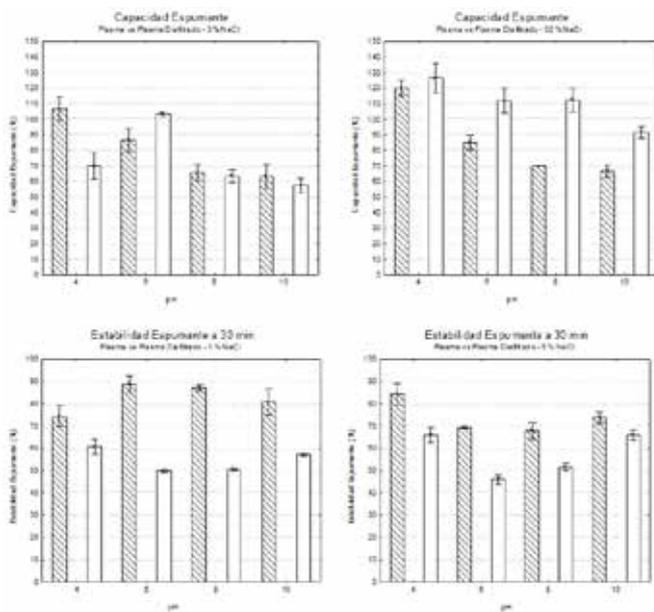


Figura 4. Gráficos de capacidad y estabilidad espumante obtenidos para plasma y plasma diafiltrado en distintas concentraciones salinas y evaluados en un amplio rango de pH.

Durante el desarrollo del presente trabajo y de acuerdo al primero de los objetivos, se ha logrado caracterizar funcionalmente dos de las matrices planteadas originalmente. Se espera obtener mayores resultados con el transcurso del desarrollo del proyecto en busca de caracterización y formulación de nuevos productos.

Pescado ⇒ Cuero ⇒ Objetos de diseño

S. García, M. Arballo, A. Cachile, J. Martegani
 INTI-Chubut, INTI-Cueros
 sgarcia@inti.gob.ar, josem@inti.gob.ar

1.3. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS MATERIALES: UTILIZACIÓN DE CUERO DE PESCADO PATAGÓNICO

Uno de los objetivos principales es el de contribuir con el desarrollo de cadenas de valor innovadoras a partir de la introducción de nuevos materiales en el sector de transformación local.

Se busca desarrollar tecnologías de procesos y productos para la obtención de cueros de pescado de las especies *Merluccius hubbsi* (merluza), *Percichthys trucha* (perca o trucha criolla), *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoiris) y *Odontesthes hatchery* (pejerrey patagónico).

También se contempla gestionar una cadena de valor local experimental y adaptar dos métodos utilizados en el procesamiento informático denominados top-down y bottom-up como estrategias de fabricación de objetos de diseño, bajo un contexto de innovación abierta. Por último, se evaluarán los productos mediante un estudio de mercado.

A raíz de la demanda de la Universidad Nacional San Juan Bosco (UNSB), el trabajo de investigación aplicada se estructuró en dos fases.

1. Fase de exploración:

ENSAYOS DE CURTIDO, AMIGABLES CON EL MEDIOAMBIENTE

Las pieles, provenientes de las plantas procesadoras industriales de Puerto Madryn y Rawson, se seleccionaron, tipificaron, congelaron y enviaron a la planta piloto del Centro INTI-Cueros. Allí se efectuaron ensayos de laboratorio y ensayos de curtido contando, cada uno, con diversos tratamientos para las etapas de remojo, descamado, desengrase, piquelado, pre-curtido, curtido, re-curtido, teñido, secado y terminado obteniendo información relevante sobre procesos de curtido, parámetros fisicoquímicos de los materiales logrados y pruebas de costuras industriales para cada especie.

DESARROLLO DE LAS 1º JORNADAS DE DISEÑO EXPERIMENTAL CON PIELES DE PESCADO PATAGÓNICO

Organizada por INTI-Chubut y la UNSB, incluyó un taller teórico práctico sobre procesos de curtido de pieles de pescado, un taller de experimentación con el material obtenido, generando propuestas individuales y grupales de estética y textura (visuales y táctiles) y una presentación de resultados y consideraciones sobre la transformación de pieles de pescado patagónico.

2. Fase de estudio de mercado:



DESARROLLO DE PRODUCTOS Y TALLER DE IDENTIDAD TERRITORIAL

Se identificó el marco simbólico conceptual para guiar a los participantes en el proceso de diseño y fabricación de muestras y de familias de prototipos. Se aplicaron técnicas de enfoque grupal. Se incluyó información obtenida en la fase de exploración e información secundaria recopilada: 500 imágenes visuales de cuatro fotografías de mayor relevancia de la región, visitas a puntos turísticos, dos entrevistas semiestructuradas relevadas a actores claves y un audiovisual de producción internacional.

DESARROLLO DE OBJETOS DE DISEÑO

Se adaptaron y transfirieron a los fabricantes dos estrategias de procesamiento de información para el desarrollo de productos: bottom-up y top-down bajo un enfoque de "innovación abierta" (Chesbrough, H. 2003). Para bottom-up se gestionó un espacio de exhibición en una boutique ubicada en un hotel de cinco estrellas. Para top-down se intervino un salón de un establecimiento gastronómico de alta cocina. Los fabricantes contaron con cueros provistos por INTI y por la UNSJB, la asistencia técnica de INTI-Chubut, y un fondo no reembolsable para gastos.



TESTEO DE LOS OBJETOS DE DISEÑO

En el cuadro 1 se describe el tipo de técnica para cada estrategia. Se eligieron las ciudades de Puerto Madryn y Puerto Rawson, provincia de Chubut, por su cercanía al mar y afluencia de turistas, con fuerte impronta comercial.

LUGAR	TÉCNICA	ESTRATEGIA
BOUTIQUE / H Hotel	Encuesta	Bottom-up
Feria de diseño	Encuesta	Bottom-up
Shopping	Encuesta	Bottom-up y Top-down

Cuadro 1. Técnicas utilizadas según la estrategia y el lugar para el testeo de los objetos de diseño.

RESULTADOS

En la Figura 1 se resume el porcentaje desatacado para cada rubro, sobre cincuenta encuestas relevadas en la boutique y la feria de diseño para los productos desarrollados mediante la estrategia bottom-up.

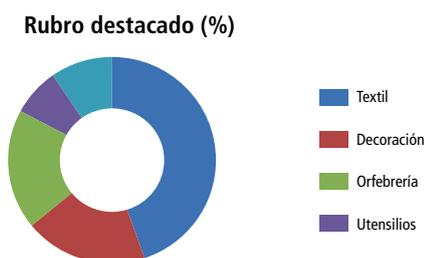


Figura 1. Testeo de productos desarrollado con la estrategia bottom-up.

Se mencionan atributos positivos de los productos elegidos en todos los rubros: bello, original, novedoso, con diseño, regional. Sólo se señala el aroma, en pocas encuestas, como atributo negativo (actualmente solucionado). El 75,5% de los encuestados estuvieron interesados en adquirirlos.

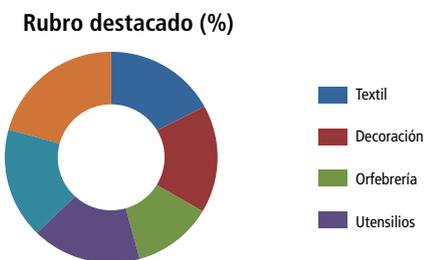


Figura 2. Testeo de productos desarrollado con la estrategia bottom-up y top-down.

En la Figura 2 se resume el resultado para las 34 encuestas relevadas en el Shopping, equilibrando los porcentajes destacados para cada rubro.

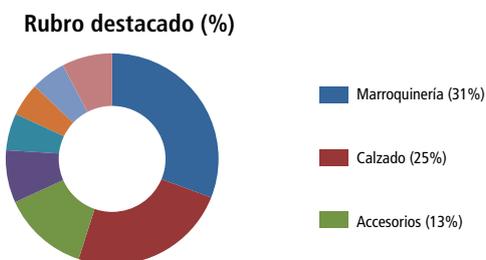


Figura 3. Rubros sugeridos por los encuestados, en porcentaje.

En la Figura 3 se resume el porcentaje de nuevos objetos sugeridos por los encuestados, agrupados por rubro.

Para todos los objetos, el valor percibido superó el valor propuesto por los fabricantes.

Otros resultados:

- 20 participantes en evento sobre innovación.
- 150 productos desarrollados y vendidos.
- 1 estudio de mercado, dos estrategias aplicadas y tres exhibiciones.
- Obsequio presidencial solicitado especialmente.
- Contactos de prensa especializada para difusión.

La incorporación de cuero de pescado mejora los atributos de los productos diseñados, su valor e incrementa la renta por innovación. Las estrategias bottom-up y top-down adaptadas y aplicadas al proceso facilitaron el desarrollo de los objetos. Los resultados de las encuestas revelan el potencial de utilización para un amplio rango de rubros. El tamaño pequeño de las pieles exige un desafío para el diseño industrial. Utilizar las pieles, como cuero, posibilita el diseño de productos sustentables.



Langostinos ⇨ Exoesqueletos ⇨ Recubrimiento para frutillas

1.4. CUBIERTAS DE QITOSANO APLICADAS EN POSCOSECHA DE FRUTILLAS

M. G. Martínez Sáenz ⁽¹⁾, Q. T. Ho ⁽²⁾,
P. Verboven ⁽²⁾, B. Nicolai ⁽²⁾
(1) INTI-Mar del Plata,
(2) KU Leuven, Bélgica
gms@inti.gob.ar

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de cubiertas de quitosano en la tasa de respiración de frutillas. Dichas cubiertas podrán complementar la refrigeración para extender la vida útil de las frutas.

El Centro INTI-Mar del Plata trabajó en la producción de quitosano a partir de los exoesqueletos de camarones y langostinos, que hasta ahora constituían un desecho de la industria pesquera. El quitosano tiene más de 200 usos posibles. Entre ellos, es un polisacárido catiónico obtenido de la desacetilación de la quitina, y resulta potencialmente adecuado para elaborar recubrimientos para fruta fresca, debido a su cualidad de conservante natural.

Las frutillas (*Fragaria ananassa*) son ricas en nutrientes pero son altamente perecederas debido a su gran actividad fisiológica en poscosecha. La tecnología de recubrimientos comestibles actúa como barrera al transporte de gases modificando la atmósfera interna de la fruta y extendiendo así su vida útil. La efectividad de estos recubrimientos radica en la selección de los materiales que permitan obtener una adecuada composición de gas interna.

Las frutillas se obtuvieron del productor BVBA Fruit Vandepoel (Bélgica) durante los meses de febrero y marzo de 2014. Cada frutilla se sumergió en la solución correspondiente durante 3 segundos y luego se secó durante 2 horas a temperatura ambiente. Las muestras se almacenaron en contenedores plásticos en cámara de frío a 4-5°C hasta su análisis.

RECUBRIMIENTO	DESCRIPCIÓN
A	1,5 % quitosano* - 0,5 % ácido acético - pH 5,45
B	1,5 % quitosano* - 5 % ácido cítrico - pH 2,47
C	Control - Agua destilada

* Sigma de bajo peso molecular

Las frutas se colocaron en frascos de vidrio herméticos para monitorear la variación en la composición del espacio de cabeza en almacenamiento a 5°C, y se utilizó un analizador de gases CheckMate II, PBI Dansensor, Denmark.

ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Temperatura de almacenamiento	4°C	4°C
Composición gaseosa (12 h de circulación antes del ensayo)	O ₂ 5 kPa CO ₂ 0 kPa N ₂ 95 kPa	O ₂ 3 kPa CO ₂ 0 kPa N ₂ 97 kPa
Tiempo de almacenamiento	1 día	5 días

Para la permeación se empleó un modelo no competitivo de Michaelis Menten para modelar la tasa de respiración de los frutos control. Mediante la comparación entre la respuesta control y las de los recubrimientos, se estimaron los valores de permeación para los recubrimientos según la ley de Fick.

Se incorporó a los recubrimientos un trazador fluorescente (Brinkman Agro BV Fluorescent 500 ppm). Luego de entre 1 y 8 días de almacenamiento a 4°C se observaron bajo luz ultravioleta.

Se incorporó a los recubrimientos un trazador fluorescente (Brinkman Agro BV Fluorescent 500 ppm). Luego de entre 1 y 8 días de almacenamiento a 4°C se observaron bajo luz ultravioleta.

Medida de la respiración

En la primera medición, no se observaron diferencias apreciables en la tasa de respiración entre el control y las frutillas tratadas a altos niveles de O₂. Luego de 5 días de almacenamiento, el consumo de O₂ fue siempre menor para las frutillas cubiertas.

La permeabilidad al O₂ estimada para ambas cubiertas reflejó el cambio en el comportamiento observado en la tasa de respiración luego de 5 días de almacenamiento.

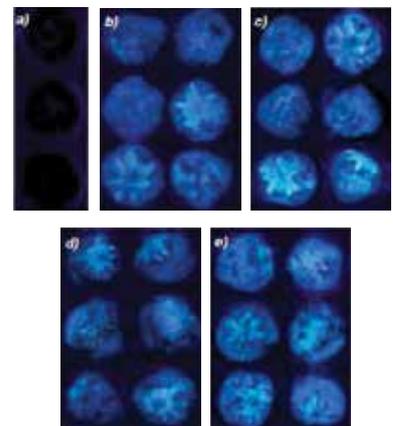
En la cubierta B disminuyó un 46% la permeabilidad; en la cubierta A disminuyó un 21% la permeabilidad. La permeabilidad inicial de la cubierta A fue 7% inferior a la de la cubierta B.

La superficie cubierta de las frutillas tratadas con el recubrimiento A fue uniforme y casi completa, con mayores concentraciones entorno a los achenios. El recubrimiento B, evidenció una concentración mayor en uno de los lados de las frutillas y zonas descubiertas en los lados opuestos.

Imágenes de frutillas bajo luz UV. a) Control, b) Frutillas con recubrimiento A, 1 día de almacenamiento c) Frutillas con recubrimiento A, 8 días de almacenamiento d) Frutillas con recubrimiento B, 1 día de almacenamiento e) Frutillas con recubrimiento B, 8 días de almacenamiento.

$$V_f \cdot R = S_f \cdot h \cdot (C_o - C_i)$$

C_i (mol·m⁻³) y C_o (mol·m⁻³) concentración dentro y fuera de la cubierta, V_f (m³) volumen de la fruta, S_f (m²) superficie de la fruta, h (m·s⁻¹) permeabilidad del gas a través de la cubierta, R (mol·m⁻³·s⁻¹) tasa de respiración de la fruta según Michaelis Menten con inhibición no-competitiva.



Conclusiones

Ambas cubiertas mostraron un efecto en la tasa de respiración de las frutillas. La cubierta B tuvo un efecto más fuerte al final del período de almacenamiento, mientras la cubierta A tuvo un efecto estimulador menor en el primer día luego del tratamiento. El modelo de Michaelis-Menten con inhibición no competitiva para la tasa de respiración y el modelo de permeación a través de la cubierta tuvieron un buen ajuste. El trazador añadido a las cubiertas permitió detectar fallas en la superficie tratada que en futuras experiencias debe ser mejorado.

Aves ⇒ Plumas, huesos, sangre ⇒ Alimento proteico

I. Rousseau
(1) *INTI-Mendoza*
rousseau@inti.gob.ar

1.5. TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AVÍCOLAS EN ALIMENTOS CON VALOR PROTEICO

Mediante el uso de desechos de la industria avícola -como plumas, huesos y sangre- es posible obtener productos proteicos de alto valor agregado con fines alimenticios, mediante procesos enzimáticos desarrollados en el país

En Argentina más del 50% de los subproductos animales son desechados, generando contaminación y desaprovechando su reutilización como insumos para otras industrias. Teniendo en cuenta esta problemática, investigadores del INTI desarrollan productos proteicos con fines alimenticios a partir de residuos de la cadena avícola.

El trabajo consiste en obtener compuestos (péptidos y aminoácidos) a partir de subproductos avícolas como plumas, huesos y sangre, para su reutilización en comida balanceada animal.

Lo innovador es la implementación de procesos enzimáticos desarrollados en el país, que permitirían sustituir la importación de los insumos que se utilizan en el proceso (enzimas) y del producto final (hidrolizados). En este sentido el desarrollo del INTI promueve el tratamiento de los subproductos industriales mediante una hidrólisis enzimática empleando enzimas proteolíticas.

El trabajo cuenta además con la colaboración de INTI-Química y su laboratorio de Farmoquímicos Naturales, y el grupo de Bioprocesos perteneciente al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Nacional de San Martín (IIB UNSAM).

Por otro lado, el tratamiento tradicional que reciben los subproductos aprovechados requiere de una alta cantidad de energía en el proceso, resultando en general un producto de baja calidad con una pérdida sustancial de fuentes nutricionales. La tecnología enzimática, propuesta por los técnicos del INTI, reduce el costo energético y garantiza la conservación de compuestos de alto valor agregado.

El trabajo de innovación biotecnológica aplicada valoriza los subproductos avícolas. Los hidrolizados desarrollados tendrán aplicación enzimática, de producción local a escala laboratorio, así como también valor funcional y biológico.

Si bien los hidrolizados podrán aplicarse como materia prima para comida balanceada animal, a futuro se prevé su incorporación en productos para consumo humano, tomando las medidas de seguridad correspondientes.

Apostar a la investigación

El desarrollo obtuvo la primera mención del concurso provincial Mendoza Innova, que ya lleva siete ediciones consecutivas premiando el impulso creativo de la provincia y aportando valor para el desarrollo de la industria local.

La mención otorgada a Iván Rousseau y al equipo de INTI-Mendoza pertenece a la categoría "Investiga" y obtuvo el tercer puesto entre todos los trabajos que se presentaron en la provincia.

Esta categoría se orienta a aquellos proyectos de investigación -aplicada o básica- derivados de una línea de investigación científica, desarrollada por miembros de unidades académicas, técnicas o de investigación de universidades, o bien, de organismo científicos o tecnológicos de la provincia.

Aves ⇒ Efluentes, residuos sólidos ⇒ Reciclado, venta

Alejandra Barlatey
INTI-Entre Ríos
barlatey@inti.gob.ar

1.6. TRATAMIENTO INTEGRAL DE AFLUENTES Y RESIDUOS DE LA PLANTA PROCESADORA DE AVES

La empresa Las Camelias SA ubicada en la localidad de Liebig, Entre Ríos, se dedica a la producción avícola en forma integrada, abarcando desde la genética hasta la comercialización de sus productos. Se trata de una planta faenadora de aves situada a orillas del río Uruguay, cuya producción media diaria en 2011 era de 120.000 pollos aproximadamente, donde se producen enteros, eviscerados y cortes enfriados o congelados y derivados. También se producen subproductos del proceso de faena destinados a alimentación animal como harinas y aceites.

Para realizar la actividad productiva se utiliza agua potable (250 m³/h durante 20 h), agua que se extrae del río Uruguay mediante una bomba sumergible, se envía a una fosa de ecualización y de allí a una planta de potabilización. Otros recursos requeridos son el gas natural, que se abastece a través de un gasoducto de alta presión (consumo de 160.000 m³/día) y como combustible alternativo se tiene un depósito de fuel-oil de 50.000 L; y la energía eléctrica, que la planta cuenta con una acometida de media tensión con una capacidad instalada de 6 transformadores de 630 KVA y un generador propio de 1 MW a gas natural.

Los efluentes líquidos que salen de la planta de faena van cargados con sólidos, productos de las diferentes etapas del proceso de faena. Presentan un alto caudal en relación a los pollos faenados: 20 L/h cuando la tendencia es 16 L/h por ave faenada. Los sistemas operativos utilizados conllevan que el efluente líquido tenga una alta carga orgánica (DQO, DBO) y por ende una mayor concentración de bacterias. El volumen de efluente oscila entre 180 y 270 m³/h y para su tratamiento se separan en: grasos, no grasos y cloacales.

La grasa que es separada por Flotación por Aire Disuelto (DAF) es transformada en aceite de uso alimenticio para animales mediante el calentamiento y centrifugación posterior.

Los efluentes no grasos provenientes de la zona de playa y lavado de camiones se tratan aparte, y los que vienen de la playa de aves vivas son los que aportan la mayor carga de coliformes; se tratan con un separador rotativo que separa los sólidos, y el líquido residual es enviado a un sistema de lavado de gases con temperatura y luego enviado a la primera laguna.

Los efluentes grasos, provenientes de la zona de procesos de faena, son los que aportan la mayor carga de DBO y grasas, son tamizados en la zona de subproductos para la separación de sólidos y luego enviado a un DAF para la remoción de grasas por flotación. El líquido residual, al igual que el anterior, es enviado al sistema de lagunas.

Los cloacales, luego de pasar por una cámara séptica van al sistema de lagunas.

Las alternativas de mejora planteadas para el tratamiento primario han sido, en la línea de efluentes no grasos, redimensionar los desagües del sistema de lavado de jaulas y camiones y colocar un desarenador en la zona de aves vivas, colocar

un nuevo filtro rotativo de mayores dimensiones e instalar una bomba y un filtro rotativo en la lavadora que permita recircular el agua de lavado, previa cloración en el lugar.

En la línea de efluentes grasos primero se realizaron acciones en la generación de los derrames para evitar el problema de arrastre de sólidos en las zonas de producción de aceites y harinas, en la separación y transporte de vísceras crudas, en la separación y transporte de plumas, en la colecta y transporte de huesos molidos, en la separación de gases de los digestores y en la colecta de sangre del frigorífico.

En lo que respecta al tratamiento secundario de los efluentes líquidos, la empresa ha optado por un sistema puramente biológico basado en el sistema de lagunas existentes que consta de 3 etapas: la 1° laguna anaeróbica, la 2° facultativa con incorporación de plantas acuáticas y la 3° aeróbica. En la primera laguna se ha colocado una cubierta flotante que permita mejorar las condiciones de anaerobiosis y la generación de metano para la combustión en la caldera. Dicha cubierta provee de una adecuada protección de los líquidos almacenados, controla los olores de procesos desagradables, evita el ingreso de oxígeno, capta los gases generados para ser reutilizados en la caldera para combustión y previene la contaminación del medioambiente. El gas generado se colecta debajo de la cubierta y es comprimido mediante un soplador Rooth para llevarlo a la presión de combustión de la caldera, donde se quema en el hogar y el uso de este gas reemplaza parte del consumo de gas natural de la planta, habiendo llegado a un reemplazo del 10%. En la caldera se genera agua caliente que es utilizada en diferentes puntos de procesos de la planta de faena.

Respecto al tratamiento de los efluentes sólidos, se realizaron todos los proyectos propuestos:

- Los residuos del proceso de empaque, cartones y PVC se compacten mediante prensa hidráulica de 900 kg/h para su posterior embalaje y venta para reciclados.
- Los aceites y grasas usadas sean contenidas en tambores en un lugar especialmente acondicionado y bombeados a un tanque para decantar barros a través de un filtro de malla para separar residuos metálicos. Los aceites filtrados son mezclados en la planta de fuel-oil para su combustión en la caldera y los barros y residuos metálicos son depositados en tambores que quedan en planta en depósito hasta su traslado al lugar de tratamiento.
- Las baterías usadas de montacargas y elevadores, restos de fluorescentes rotos y quemados, papeles de uso administrativo, cartones, restos de material plástico (de jaulas, cajones, baldes, etc), recipientes de material plástico de insumos, se acumulen y luego se envíen al proveedor para su tratamiento y/o reciclado.
- Los tachos de metal que contienen los restos de aceites y grasas se limpian en planta con agua caliente y detergentes y son vendidos como chatarra.
- Vidrios rotos se acumulen en recipientes de plástico en lugar especial y sean vendidos.
- Metales diversos y cables usados se clasifiquen por su tipo y sean vendidos como chatarra.
- Residuos orgánicos del comedor sean retirados de planta en bolsas por el servicio municipal de recolección de residuos.

Y en lo que refiere a los efluentes gaseosos, para la eliminación de los gases condensables producto de la cocción en los digestores se propuso un sistema de condensación de gases, que consiste en un acucondensador de vahos para la parte de gases provenientes de los digestores de plumas, previo paso por ciclones de retención de sólidos y un sistema de lavado de gases proveniente de los digestores de vísceras. Los gases incondensables se queman en el lugar mediante un mechero. El acucondensador tiene un contraflujo de agua que se calienta hasta 40° C y puede ser utilizada para limpieza.

Este proyecto ha sido diseñado y propuesto por la empresa Las Camelias SA ante la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Entre Ríos a fin de cumplir con un correcto tratamiento de sus efluentes. El rol del INTI ha sido verificar técnicamente el mismo, proponiendo mejoras y colaborando en el asesoramiento técnico a la empresa para que obtenga la aprobación técnica, una de las etapas para conseguir luego el financiamiento económico para lograr la implementación y ejecución del proyecto en pos de la mejora ambiental para el sector productivo de la Provincia de Entre Ríos.

Queso ⇒ Suero lácteo

⇒ Probióticos, biomasa, enzimas

1.7. ECOSUERO CON VALOR AGREGADO

El proyecto financiado por el Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) Agroindustria Lactosuero 2010, obedece a una convocatoria de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

La Argentina destina el 33-34% de la producción nacional de leche a la elaboración de quesos. Alrededor del 70% de las empresas lácteas elaboran exclusivamente este producto o bien disponen de líneas para su producción (Castellano, et al. 2009). Las pymes son fundamentalmente queseras, como consecuencia, para este grupo de empresas, el principal subproducto de su actividad es el suero.

El suero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso”. Constituye aproximadamente el 85–90% del volumen de la leche y contiene compuestos de alto valor nutritivo y funcional. De no ser utilizado se transforma en un residuo altamente contaminante ya que presenta una carga orgánica muy elevada.

La mayoría de las empresas de menor escala no tienen resuelto aún el destino del lactosuero. En los últimos años a nivel internacional, se desarrollaron numerosas líneas de investigación que tienden a transformar la visión tradicional del lactosuero como residuo marginal y contaminante, en un producto al que se le puede incorporar valor. Se presenta un interesante abanico de oportunidades de productos comerciales de alto valor biológico, y que tienen una creciente demanda nacional e internacional.

En base a este contexto, el proyecto “Ecosuero con valor agregado” propone abordar la temática del lactosuero bajo una visión sistémica y sustentable, incorporando valor y focalizando las acciones hacia el desarrollo de soluciones tecnológicas factibles de ser adoptadas por las pymes lácteas. El objetivo es el de contribuir a mejorar la sustentabilidad económica y ambiental de pymes a través de diferentes desarrollos tecnológicos que posibiliten un aprovechamiento y valorización integral del suero lácteo y derivados.

El proyecto establece, a través del Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP) una articulación entre empresas pymes de la provincia de Santa Fe, instituciones científico-tecnológicas y entidades sin fines de lucro vinculadas al sector lácteo regional. El modelo organizacional involucra empresas que cumplen el rol de procesar y/o concentrar suero como así también comercializar productos derivados de algunas de las líneas de investigación.

Operativamente, el proyecto se sustenta en dos ejes de trabajo complementarios. Por un lado, la implantación progresiva de un modelo que optimice la actual cadena de valor del lactosuero, trabajando aspectos vinculados a la calidad del suero como materia prima, a la calidad de efluentes líquidos, a la gestión ambiental y a esquemas de cadena de valor del suero para trabajarlos a nivel de las pymes. Y por otro lado, la generación de nuevos productos de I+D, los cuales retroalimentarían, previo análisis de factibilidad técnico-económica, el primer eje de trabajo mencionado. Las líneas

E. Schmidt, R. Paez, G. Vinderola
 INTI-Lácteos sede Rafaela,
 INTA-Rafaela, INLAIN (CONICET-UNL)
 eschmidt@inti.gob.ar,
 paez.roxana@inta.gob.ar,
 gvinde@hotmail.com

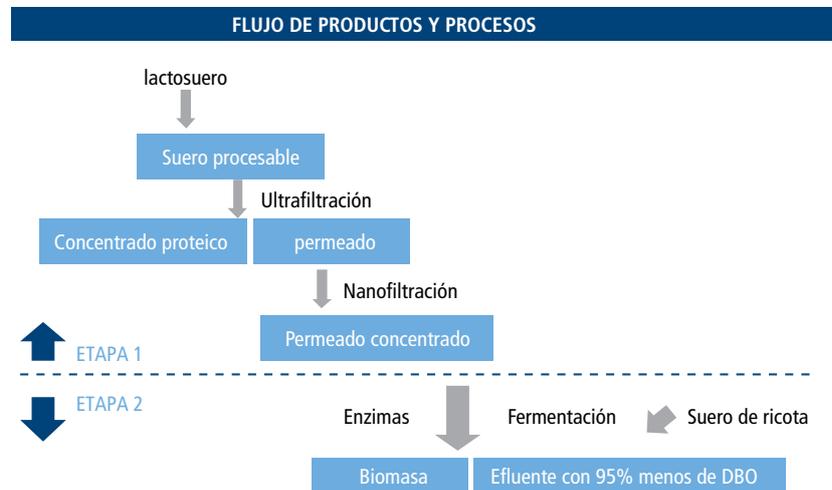
de investigación se desarrollan en torno a probióticos (de uso humano y animal), biomasa de levaduras y estudios para la obtención de nuevas enzimas.

Las organizaciones participantes articulan con el territorio, focalizando su intervención en acciones de comunicación, aportando a la regionalización y transferencia del modelo desarrollado en el presente proyecto.



Esquema simplificado donde se integran los participantes, roles, resultado y productos generados por el proyecto.

El proyecto Ecosuero presenta un modelo caracterizado por su flexibilidad y sustentabilidad aportando a la incorporación de valor al suero con la consecuente reducción del impacto ambiental. Para más información se puede consultar www.ecosuero.com.ar



Queso ⇒ Suero ⇒ Sopa en polvo, bebida, bocadito

1.8. APROVECHAMIENTO DEL SUERO DE QUESERÍA. DESARROLLO DE PRODUCTOS

En nuestro país se producen por día 11 millones de litros de suero de quesería, de los cuales solo el 45% es procesado, siendo principalmente las grandes empresas las que pueden reindustrializarlo, en la mayoría de los casos, como suero en polvo y concentrado de proteínas. El 55% restante es generalmente cedido en forma gratuita para utilizarlo como alimentación animal, como por ejemplo para engorde de terneros, o volcado al causando serios problemas de contaminación.

M. Laura Castells
INTI-Lácteos
lauracas@inti.gob.ar

El suero posee un alto valor nutritivo ya que retiene el 55% de los nutrientes de la leche, y contiene proteínas de alto valor biológico. Teniendo en cuenta esto, es muy importante que las empresas, principalmente las pymes queseras, dejen de verlo como un desperdicio y comiencen a darle valor a este subproducto que se obtiene de la elaboración de quesos.

En este sentido, especialistas del Centro INTI-Lácteos se encuentran trabajando para darle al suero un importante valor agregado como materia prima para la elaboración de otros productos. Dentro de esta línea, se desarrolló una sopa en polvo con suero de quesería en polvo, una bebida fermentada adicionada con fibra alimentaria y *Lactobacillus casei*, y un bocadito agridulce a partir de la utilización del suero de quesería líquido a fin de obtener un producto con mayor valor agregado.

El desarrollo de productos de valor agregado a partir de lo que hoy las pymes lácteas contabilizan como pérdidas y considera un problema ambiental, podría ser un disparador para que las empresas sigan este modelo de optimización de los recursos, maximización de las ganancias y protección de la naturaleza.

Por otro lado, durante dos años en el marco del proyecto "Refuerzo de las comunidades en desventaja de Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay" financiado por la Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional (AUS-AID) se trabajó en la elaboración de un modelo de costos para mejorar la logística y encontrar así ubicaciones óptimas de estaciones de procesamiento del suero de quesería a lo largo de los clústeres de producción quesera.

Entre los objetivos se busca identificar la logística de transporte entre esas estaciones, teniendo en cuenta los escenarios de utilización del suero, incluida la opción de asociativismo entre las empresas para obtener suero en polvo desmineralizado al 40% (commodity), o bien desarrollar productos alimenticios a nivel individual o grupal que se ajusten a la región.

Los resultados de esta investigación se encontrarán plasmados en un manual sobre valorización del suero de quesería, elaborado por las instituciones participantes. El objetivo es mostrar a las pymes queseras distintas alternativas para aumentar la rentabilidad del suero a través de su procesamiento; la obtención de productos de mayor valor agregado para abastecer al mercado interno o internacional; y la minimización del impacto ambiental que genera su vuelco. Este manual será una

herramienta que contribuya a reflexionar, aporte conocimientos y permita mejorar la utilización del lactosuero tanto en los países involucrados en el proyecto como en otros países de Latinoamérica y el mundo.

El proyecto contó con la participación de diferentes organizaciones: la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) de Colombia, la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la Unidad de Innovación en Tecnología de Alimentos (UITA) de Uruguay, la Universidad Libre de Colombia y la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) de Australia.

Lácteos ⇨ Biosólidos ⇨ Compost

1.9. GESTIÓN DE BIOSÓLIDOS EN LA INDUSTRIA LÁCTEA, APLICACIÓN EN PROCESOS AERÓBICOS DE DEGRADACIÓN

La industria láctea ha experimentado un importante crecimiento en la mayoría de los países del mundo debido a que la demanda de leche y productos lácteos ha aumentado en forma constante y, consecuentemente, ha incrementado la cantidad de efluentes generados. Debido a que los efluentes líquidos que provienen de esta industria son sumamente biodegradables se pueden tratar efectivamente mediante procesos biológicos que combinan reacciones de tipo anaeróbicas, aeróbicas y facultativas. A los sistemas estándar de tratamiento se les han incorporado en los últimos años tecnologías de pretratamiento para mejorar la eficiencia, un ejemplo lo constituyen los separadores por flotación por aire disuelto (DAF, por su denominación en inglés Dissolved Air Flotation) que llevan a cabo un proceso de separación de sólidos suspendidos (mayormente grasas), no obstante los biosólidos que se generan representan un nuevo problema ambiental.

La Agencia de Protección Medioambiental define a los biosólidos como "materiales orgánicos ricos en nutrientes procedentes del tratamiento de aguas residuales domésticas en una planta de tratamiento que se pueden reciclar y aplicarse como fertilizante para mejorar y mantener los suelos productivos y estimular el crecimiento de las plantas" (EPA, 1995). El término se extendió luego a aquellos materiales orgánicos provenientes de sistemas de tratamiento de efluentes industriales a los que también se les puede asignar un uso benéfico. La mayoría de estos biosólidos contienen, además, micro y macronutrientes que son de importancia para el crecimiento de las plantas (Girovich, 1997).

En la industria láctea los biosólidos que se generan están básicamente compuestos por lodos biológicos, que se originan a nivel de los sistemas de lodos activados o en lagunas de estabilización, y por grasas residuales provenientes de sistemas DAF o de desengrasadores mecánicos que deben ser retiradas durante la etapa de pretratamiento a fin de evitar problemas en los procesos biológicos. Muchas veces la disposición adecuada de estos biosólidos genera altos costos por lo que se hace imprescindible encontrar opciones que sean fiables, legalmente aceptables, económicamente viables y fáciles de llevar a la práctica.

Independientemente de la tecnología utilizada para el tratamiento de los efluentes líquidos, la generación de biosólidos es un tema que merece ser abordado e investigado a con el objetivo de lograr su adecuada disposición final. Dada la naturaleza biodegradable de estos biosólidos, pueden ser tratados por procesos anaeróbicos o aeróbicos, entre estos últimos podemos citar al compostaje que desde hace tiempo es una tecnología tradicional que involucra la descomposición y estabilización biológica aeróbica de sustratos orgánicos. Se considera un proceso biooxidativo controlado, que involucra un sustrato orgánico heterogéneo, una etapa termofílica de reducción de patógenos y semillas de malezas, seguido por una etapa de maduración de degradación de sustancias fitotóxicas, que finaliza en un producto estable, inocuo e inodoro (Mazzarino, et al. 2012).

**E. Schmidt, M. Fiasconaro,
M. Lovato, C. Martin**
*INTI-Lácteos sede Rafaela, Instituto
de Desarrollo Tecnológico para la Industria
Química (INTEC), Universidad Nacional
del Litoral y CONICET de Santa Fe*
eschmidt@inti.gov.ar

Por la composición de los sustratos a compostar y con el objetivo de optimizar las reacciones y productos finales a obtener, generalmente se hace necesario evaluar la codigestión de distintos sustratos analizando sus características fisicoquímicas, grado de degradación microbiana, compatibilidad, contenido orgánico, aspectos cinéticos, y las propiedades de los productos obtenidos, entre otras.

El residuo que se seleccionó como sustrato principal se compone de grasas residuales provenientes del sistema de separación por flotación con aire disuelto (DAF). Esta se genera en grandes cantidades, presenta una alta carga orgánica y su disposición final es un tema aún no resuelto en forma efectiva, ya que en la actualidad se trasladan a un sistema de landfarming que resulta ser la única alternativa de tratamiento disponible en la región cercana a la cuenca lechera central santafesina.

En este trabajo se llevaron a cabo distintas corridas experimentales que fueron diseñadas para determinar la eficiencia de la degradación, el impacto de las distintas concentraciones de grasas y fuentes de C y N agregados, así como poder establecer cuáles son las condiciones óptimas del proceso. Distintas concentraciones de residuo de DAF (70, 60, 50, 30, 0% peso), provenientes de una industria láctea de la región, fueron incorporados a un sustrato base compuesto por chips de poda y césped, como materiales estructurantes y fuentes de nutrientes C/N. Las experiencias se llevaron a cabo en reactores de 100 L c.a., con volteos periódicos. Los análisis de laboratorio incluyeron humedad, temperatura, tamaño de partículas, conductividad eléctrica, pH, Nitrógeno total, K, P, Mg, Ca, Na, metales pesados y fitotoxicidad del compost, utilizando técnicas estándares.

Los resultados experimentales que se encuentran en proceso de análisis. Se realizaron utilizando distintos métodos, tanto estadísticos como basados en modelos (e.g. cinéticos) que permitieron determinar las condiciones óptimas iniciales y de proceso (e.g. tiempo de aireación, humedad) en términos de la calidad del producto final, medida esta última en su relación C/N, tamaño de partícula, pH, fitotoxicidad, etcétera.



Figura 1. Montaje de los reactores.

Leche de soja ⇨ Pulpa-Okara

⇨ Alimento proteico

1.10. VALORIZACIÓN DE OKARA: SUBPRODUCTO DE ELABORACIÓN DE BEBIDAS A BASE DE SOJA

En este trabajo se pretende revalorizar un subproducto sin valor comercial usándolo como materia prima para otros productos alimenticios.

Marcela Cordara, Claudia Falabella
INTI-Agroalimentos
mcordara@inti.gov.ar; claudiaf@inti.gov.ar

En el caso de la soja, las líneas más importantes del procesado del poroto son la obtención de aceite, "leche" y el tofu. Cuando decimos "leche" nos referimos a la bebida extraída de la soja, mencionada de este modo para mejor comprensión. Se trata de una alternativa vegetal valiosa, por ejemplo, para un sector de la población intolerante a la lactosa. El proceso de elaboración consiste en un pre-tratamiento del grano (temperatura-tiempo) para eliminar factores antinutricionales. Luego, en una unidad de molienda, se realiza la extracción acuosa del poroto, quedando una fase líquida rica en proteínas –la bebida a base de soja- y otra sólida retenida en un filtro que es rica en fibra siendo su segundo componente el proteico. Esta última constituye el Okara, subproducto elegido en este trabajo para darle un valor agregado.

Para realizar el procesamiento, INTI-Agroalimentos dispone en comodato de una línea de elaboración fabricada íntegramente por una empresa nacional que posibilita manufacturar alimentos de alta calidad y excelente contenido nutricional a un costo de producción muy bajo. Por su sencillez mecánica e integración en espacios reducidos, las máquinas se ajustan tanto a los requerimientos de apoyo social en comedores como a desarrollos industriales de diferente envergadura, con alto rendimiento y baja inversión.

A partir de ensayos realizados surgieron recomendaciones al fabricante sobre mejoras en el equipamiento para una operación más eficiente, las cuales fueron aceptadas e implementadas.

El Okara de soja fresco tiene un alto contenido de agua (superior al 80%) que lo convierte en un producto muy perecedero, altamente fermentescible. No obstante su composición lo hace nutricionalmente atractivo dado que contiene fundamentalmente fibra insoluble, carbohidrato de bajo índice glucémico y por ello apropiado para diabéticos. Su proteína es de alta calidad por contener todos los aminoácidos esenciales en proporción similar a la que se encuentran en la bebida de soja y el tofu, en su composición grasa predominan los ácidos grasos poliinsaturados y no contiene gluten, por lo tanto, es apto para celíacos.

Dado el alto tenor de humedad, para asegurar su conservación debería congelarse o deshidratarse, operaciones ambas de alta demanda energética. Su empleo directo como ingrediente alimenticio basado en sus propiedades fisicoquímicas es objeto de investigaciones por su potencial adición a alimentos como agente de textura y por su valor nutricional.

Con este objetivo, INTI-Agroalimentos trabaja en formulaciones que incorporan Okara para aplicaciones diversas: milanesas, albóndigas, salchichas, así como también pastas frescas sin huevo reemplazando hasta un 50% de la harina de trigo. Los productos presentan buenas propiedades organolépticas y aceptabilidad por parte de un grupo de evaluación interna, conformado por consumidores no habituales de productos a base de soja.



Ciruela ⇒ Desecho

⇒ Laminado de fruta

M. Murano, R. Dománico, M. Cordara
INTI-Agroalimentos,
INTA-Estación Experimental San Pedro
marianam@inti.gov.ar, domanico@inti.gov.ar,
mcordara@inti.gov.ar

1.11. OBTENCIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y BIOACTIVOS A PARTIR DE UN DESECHO AGRÍCOLA: CIRUELAS

En el marco del Plan Nacional del INTA "Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios" el centro INTI-Agroalimentos colabora activamente en el desarrollo de este proyecto.

Las ciruelas contienen elevadas cantidades de fitoquímicos, tales como vitaminas, compuestos fenólicos y antocianinas. Las variedades de ciruela tipo japonesas (*Prunus salicina*) de piel y pulpa roja, poseen colores rojos, morados y azules muy atractivos, debido a la presencia de pigmentos antocianínicos.

San Pedro, Provincia de Buenos Aires, es una zona tradicionalmente frutícola donde la superficie dedicada al cultivo de frutales ha ido disminuyendo en los últimos años. Esto se debe a la rápida expansión de cultivos extensivos como la soja, a la baja rentabilidad de algunas especies y a la falta de destinos comerciales alternativos. Actualmente, una parte de la producción (30%) de ciruela de pulpa roja fuera del estándar comercial, no se cosecha, desaprovechando usos alternativos al consumo fresco. En el presente trabajo se evaluaron parámetros que determinan el momento óptimo de cosecha, el contenido de fenoles totales y antocianinas de los cultivares seleccionados, con el objetivo de caracterizarlos como materia prima para la obtención de pigmentos y antioxidantes y así revalorizar la producción local.

Objetivos

- Evaluación como materia de distintos cultivares de ciruelas producidas en la zona de San Pedro.
- Desarrollo de una tecnología para obtener bioactivos que permitan conseguir extractos altamente purificados con un alto contenido de antioxidantes.
- Desarrollar "laminado de fruta", un producto novedoso para el mercado nacional, saludable, con pocos ingredientes agregados, y que concentra todas las propiedades de la fruta.

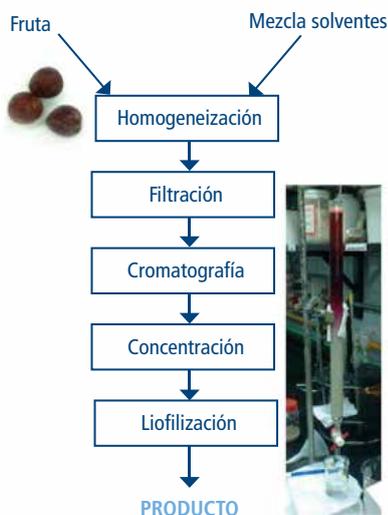


Figura 1. Operaciones unitarias involucradas en la tecnología.

El trabajo propuesto ha sido acordado con la estación experimental INTA-San Pedro y se va adaptando de acuerdo a las necesidades agronómicas tales como cosecha, rinde, calidad de la fruta, resistencia a las plagas, entre otras.

La caracterización analítica comparativa se realizó con siete variedades de ciruelas congeladas producidas en la zona de San Pedro. Para analizarlas se diseñó un protocolo de extracción de manera tal de poder extraer cuantitativamente los principios activos y caracterizarlos.

Se desarrolló una tecnología de aislamiento y purificación para obtener los principios activos presentes en la fruta. Esta tecnología se irá ajustando según las características de la materia prima elegida. En esta elección se tendrán en cuenta tanto los criterios agronómicos como los criterios tecnológicos del desarrollo realizado (Figura 1).

El laminado de frutas se obtiene a partir de un proceso de concentración y deshidratación de la fruta utilizando azúcar y otros ingredientes menores para obtener una lámina flexible sin agregado de conservantes y con bajo contenido de humedad. Por este motivo pueden ser un método alternativo para extender la vida útil de la fruta procesada.

Está compuesto fundamentalmente por fruta, es decir que se trata de un producto saludable, rico en azúcares y fibra. También puede ser un complemento en la dieta de niños, jóvenes, estudiantes y deportistas, ya que tiene gran valor calórico. Se agregan otros ingredientes en proporciones menores, los cuales no influyen tanto en la composición nutricional, pero sí en la formación del laminado.

Un posible uso que se le puede dar a las láminas es para confitería o pastelería, se pueden enrollar ó cortar en pequeñas piezas para decoración. También pueden ser una opción más que interesante para consumirse como snack saludable.

El protocolo analítico diseñado permitió lograr el objetivo de poder comparar las distintas variedades de ciruela. Esto deberá ser completado con otros análisis como por ejemplo el contenido de vitamina C.

Además podemos afirmar que la tecnología desarrollada es simple y permite concentrar los principios activos con alto rendimiento y bajo contenido de impurezas. Esta tecnología deberá ajustarse de acuerdo a la variedad de ciruela elegida como materia prima.

El laminado de ciruelas desarrollado se caracteriza por tener consistencia suave y elástica, sabor principalmente dulce, aroma frutal, la acidez propia de la ciruela y un color rojizo que cambia de acuerdo al grado de madurez.

Se seguirá trabajando en el laminado para definir la madurez óptima y la variedad de ciruela a emplear, parámetros que condicionan lo sensorial y el proceso. Se debe realizar el etiquetado nutricional y estimar la vida útil del producto. Esto es de suma importancia, no solo para ver los aspectos sensoriales y microbiológicos, sino también para ver si hay variación en su composición nutricional.



Figura 2. Laminado en forma de snack.



Figura 3. Extracto puro de ciruela.

Maní ⇒ Tegumento ⇒ Antioxidante, antibacteriano, antimicótico

R. Dománico, M. Murano,
M. Alvarez, E. Ramos
INTI-Agroalimentos,
INTI-Lácteos sede Rafaela

domanico@inti.gov.ar; marianam@inti.gov.ar;
maa@inti.gov.ar; eramos@inti.gov.ar



Figura 1. Diagrama de Flujo.

1.12. OBTENCIÓN DE BIOACTIVOS A PARTIR DE UN DESECHO AGROINDUSTRIAL: TEGUMENTO DE MANÍ

Argentina es uno de los principales países exportadores de maní del mundo. La mayoría de lo que se exporta se hace descascarado y pelado quedando como residuos agroindustriales, además de la cáscara, el llamado tegumento o piel roja de maní.

El maní está constituido por la cáscara que representa el 25% del peso en peso (p/p) del maní entero, entre el 3 y el 3,5% p/p corresponde al tegumento o piel roja y el resto es el grano pelado. La producción se concentra en el suroeste de la Provincia de Córdoba. Dada la baja densidad del tegumento y el volumen de residuos que genera se transformó en un problema ambiental, obligando a las empresas a invertir dinero en su disposición final.

En trabajos anteriores realizados por el INTI se investigó el aprovechamiento de un extracto utilizado como colorante para uso textil con muy buenos resultados. Actualmente se están buscando nuevas aplicaciones a partir de distintas fracciones obtenidas por un novedoso método de aislamiento y purificación, para uso en alimentos.

Se evaluó su aptitud como antioxidante, antibacteriano y antimicótico. Paralelamente en todos ellos se evaluó la presencia de proteínas típicas del grano de maní.

El objetivo principal del trabajo es desarrollar una tecnología de aislamiento y purificación que permita obtener productos con capacidad antioxidante y/o antimicrobiana para su posible aplicación en alimentos.

Para ello se inicia el proceso de extracción y posterior precipitación fraccionada, el sólido así obtenido se disuelve y se pasa por una resina de intercambio iónico. El líquido que sale de la resina es precipitado y secado a $\leq 60^\circ \text{C}$ bajo vacío, generando un polvo que se muele y se envasa en recipientes al abrigo de la luz (Figura 1).

Para evaluar la performance de cada producto se realizaron modificaciones al diagrama de flujo de la Figura 2 para permitir obtener distintas muestras: MP-002, MP-004, MP-009 y MP-013.

Se muestran en la Tabla 1 los resultados de la SDS PAGE y la potencia antioxidante, in vitro, cuantificada mediante el radical DPPH que evalúa la capacidad de scavenger de radicales libres. Los resultados presentados demuestran claramente que la muestra MP-013 presenta una actividad antirradicalaria cinco veces superior a la muestra MP-004.

MUESTRA	DPPH μmoles de trolox/g	NITRÓGENO TOTAL g/100g muestra	PERFIL PROTEÍNAS SDS PAGE
MP-013	5300	0.6	Ausencia
MP-004	985	5.9	Proteínas de bajo peso molecular
MP-002	2978	0.7	Ausencia
MP-009	2850	1.2	Ausencia

Tabla 1. Resultados de los distintos productos obtenidos.

La presencia de proteínas en las muestras fue analizada por la cátedra de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Tanto en el tegumento como en grano pelado se ven las bandas típicas de las proteínas del maní, lo cual no ocurre en ninguno de los extractos obtenidos con la metodología desarrollada (Figura 2). Esto demuestra que la tecnología desarrollada disminuye o elimina la presencia de proteínas nativas potencialmente alergénicas que sí contiene la materia prima.

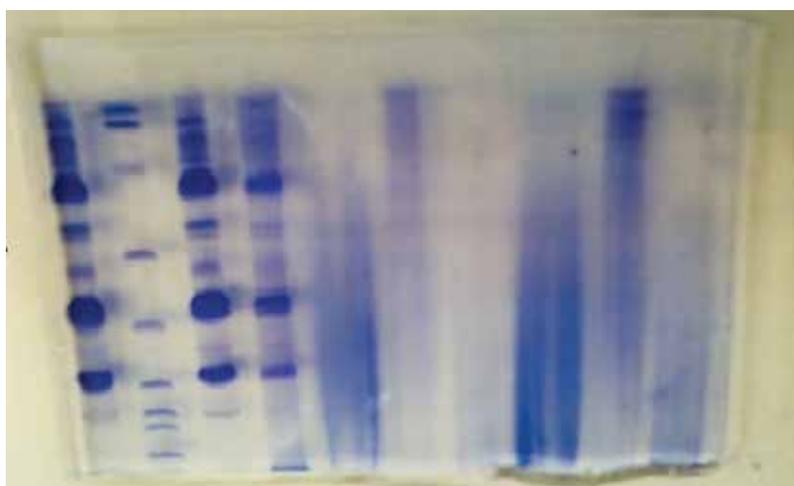


Figura 2. Electroforesis en SDS-PAGE. UBA.

El laboratorio de Microbiología de INTI-Agroalimentos evaluó la acción antibacteriana de los extractos y se resalta particularmente su acción inhibitoria sobre el patógeno *Listeria monocytogenes* (Tabla 2).

	MP-002	MP-013
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Sin inhibición	Sin inhibición
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	inhibido	Sin inhibición
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19114	inhibido	Sin inhibición

Tabla 2. Resultados de su acción antibacteriana.

Paralelamente en INTI-Lácteos sede Rafaela se está evaluando, con resultados promisorios, su acción antifúngica en dulce de leche y también en la cáscara de quesos. En particular, en dulce de leche fue efectivo contra hongos y levaduras cuando se roció el producto en la superficie del alimento. Otra de las muestras manifiesta inhibición cuando se adiciona al alimento (Tabla 3).

MUESTRA	CONCENTRACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN	HONGOS Y LEVADURAS
MP-002	3000 ppm	Rociado	Inhibición
MP-004	3000 ppm	Rociado	Inhibición
MP-013	3000 ppm	Disuelto	Inhibición
MP-013	3000 ppm	Sólido	Inhibición

Tabla 3. Resultados de su acción sobre hongos y levaduras.

Solicitud de patente Argentina N°20150101291 del 29-04-2015 "Proceso de obtención de bioactivos a partir de tegumento de *Arachis hypogaea* y los productos así obtenidos".

Caña de azúcar - Bioetanol

⇒ Vinaza ⇒ Alimento animal

M. L. Matos, A. Morales, H. Amedei,
G. Fiszman, A. Alvarez, M. Peña Martínez
INTI-Biotecnología Industrial, Instituto
Cubano de Investigaciones de los Derivados
de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
lmatos@inti.gob.ar

1.13. APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Uno de los objetivos del trabajo apunta a mitigar el impacto medioambiental generado por la vinaza, que es el residuo de la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar.

Se apunta a reducir su alta carga de componentes orgánicos e inorgánicos. Además estudia el posible uso de levaduras para la biotransformación de residuos agroindustriales provenientes de la producción de biocombustibles. Por último, también se trabaja en dar valor agregado a dichos residuos utilizándolos para la obtención de proteína base para alimento animal.

En los últimos años se ha incrementado de manera notable el desarrollo de distintas tecnologías para la obtención de nuevas fuentes de producción de combustibles renovables y/o alternativos, comúnmente denominados biocombustibles. Este término hace referencia a los combustibles producidos a partir de materia orgánica vegetal (biomasa) o de sus desechos metabólicos. Existen 3 tipos de biocombustibles: líquidos (biodiesel y bioetanol), gaseosos (biogás y gas pobre) y sólidos (maderas, hojas, raíces, aserrín, semillas). Nuestro trabajo se centra principalmente en la problemática de la producción de bioetanol por fermentación, cuyo principal efluente residual es la vinaza. Este subproducto presenta una alta carga orgánica además de alta concentración de algunas sales volviéndola potencialmente contaminante para el terreno y cuerpos de agua afectados a su descarte.

En el marco del proyecto de cooperación institucional entre el INTI y el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de Caña de Azúcar (ICIDCA), financiado por el Fondo Argentino de Cooperación Internacional de Cancillería (FOAR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se ha transferido a nuestro Centro la tecnología para la utilización del cultivo de levaduras (*Yarrowia lipolytica* y *Candida vini*) sobre medios suplementados con vinaza y vinaza/glicerol industrial.



Figura 1. Biorreactor de tanque agitado, con 3 litros de medio de cultivo que contiene vinaza/glicerol.

Se realizaron ensayos a escala laboratorio (Erlenmeyers de 250 y 500 ml) y en lotes piloto con biorreactores de 5 y 75 litros, con el fin de optimizar los parámetros de cultivo durante la transferencia de tecnología. Se estudió además la factibilidad de la utilización de vinazas locales provenientes de ingenios de la provincia de Tucumán, y mezclas de estas vinazas con glicerol provenientes de plantas industriales de biocombustibles para la producción de biomasa de levaduras que permita su utilización para alimentación animal.

Se evaluó el crecimiento microbiano tomando como referencia su masa seca o turbidez (medido como densidad óptica) como parámetros de crecimiento.

Se ensayaron 3 Vinazas Locales (VG Tuc) provenientes de distintos ingenios (VG Tuc L, VG Tuc A y VG Tuc S suplementadas con fosfatos y sulfatos de amonio) frente a un medio rico formulado (YPD: caldo dextrosa, extracto de levadura y peptona).

En dichos ensayos se observó que medios formulados con vinazas locales como fuente de carbono, presentan una fase de adaptación al medio de aproximadamente 40 horas respecto de la obtenida con un medio de cultivo rico formulado (Figura 2).



Figura 2. Comparación del crecimiento de cultivos obtenidos con distintas Vinazas de origen local (VG Tuc) en referencia a un medio rico formulado (YPD).

Para disminuir el tiempo de adaptación del cultivo a las vinazas locales, se realizó un formulado que incluyó en la preparación del medio de cultivo una mezcla vinaza/glicerol industrial. Se realizaron lotes piloto en un volumen de 3 L utilizando mezclas de glicerol con Vinaza de origen local (VG Tuc) y Cubana (VC) control. Durante el cultivo con vinazas de origen cubano, se observó una cinética de crecimiento con una pronunciada fase exponencial coincidente con los resultados descriptos previamente. En estas condiciones, se logró además obtener una remoción de la carga orgánica de un 66,3%, produciendo un efluente con efectos potencialmente menos tóxico que los del efluente inicial. Sin embargo, no se alcanzó la misma cinética de crecimiento con las vinazas locales (Figura 3).



Figura 3. Cinética de crecimiento obtenida en fermentador de 3 L en medios de formulados con Vinaza Cubana (VC) o Vinaza Local (VG Tuc).

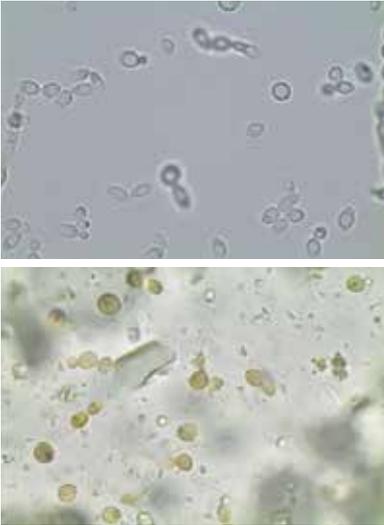


Figura 4. Imágenes de cultivos obtenidos con vinaza cubana (panel superior) y vinaza local (panel inferior).

Durante la evaluación del crecimiento de los cultivos en medios formulados con mezclas vinaza local/glicerol se logró optimizar el crecimiento, obteniendo un perfil similar al obtenido con la vinaza cubana. El rendimiento final del cultivo alcanzó el 40% con referencia al control.

Mediante la evaluación en el microscopio se observaron características diferenciales entre ambos medios de cultivo, así como una diferencia morfológica de las levaduras en crecimiento (Figura 4).

Finalmente, se realizó el escalado del proceso de obtención de estas levaduras con el medio formulado con vinaza local y glicerol a escala de 75L logrando realizar el proceso con éxito. Los resultados pueden observarse en la Figura 5.

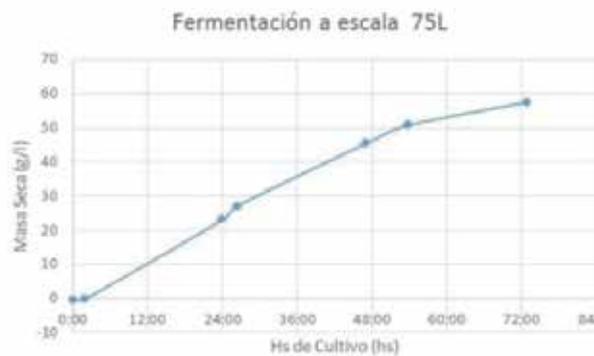


Figura 5. Cinética de crecimiento en fermentador de 75 L para cultivos en medio formulado con vinaza local/glicerol.

A partir de este trabajo podemos plantear que, aún con el proceso de investigación en curso, esta tecnología lograría mitigar el impacto ambiental mediante la reducción del nivel de contaminantes orgánicos e inorgánicos inicialmente presentes en el sustrato. Además se lograría obtener un producto rico en proteína para consumo animal.



Materials

Cueros ⇒ Recortes y virutas ⇒ Insumos químicos

A. Greco, J. E. Martegani
INTI-Cueros
greco@inti.gob.ar, josem@inti.gob.ar

2.1. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE CURTIEMBRES

La disposición de los residuos sólidos producidos durante el curtido del cuero es un tema de vital importancia para las empresas del sector. Minimizar, valorizar, reciclar un residuo que puede ser cuestionado, como lo es el desecho proveniente de curtiembres, son acciones que la industria no puede dejar de lado.

En este rumbo el INTI desarrolló una alternativa tecnológica para el procesamiento de los residuos del curtido a cromo, especialmente para tratar las virutas, con el fin de facilitar su disposición al obtener de ellas insumos químicos que luego pueden ser incorporados en el tratamiento de la piel. Se trata de un hidrolizado de colágeno a partir del procesamiento de recortes y virutas de cuero. Esta sustancia tiene distintos usos industriales y puede ser utilizada como mejorador de suelos, aplicarse como componente de fertilizantes o como materia prima para obtener un polímero biodegradable necesario en la fabricación de films. Además, si se modifica químicamente, se puede aplicar en recurtientes para el cuero o emplear en alimentos balanceados para animales.

El trabajo de investigación del Centro INTI-Cueros dio como resultado el desarrollo de una tecnología basada en la hidrólisis alcalina-enzimática para digerir las virutas de cromo a moderada temperatura (entre 55°C y 60°C), empleando hidróxido de sodio/cal y un producto enzimático comercial con actividad proteolítica (proceso de degradación) en medio alcalino.

Los resultados alcanzados por los técnicos en el tratamiento de las virutas, como en la aplicación del hidrolizado de colágeno en la elaboración de cueros, motivó hace unos años la concesión de una patente por parte de la Administración Nacional de Patentes del Instituto Nacional de la Propiedad Intelectual (INPI). Si bien la patente fue concedida ya hace un tiempo, todavía resta por aplicar la tecnología desarrollada por el INTI en un amplio sector industrial para el cual está disponible.

Una actividad en constante mejora

El curtido de piel vacuna es un proceso vital en la industria del cuero, pero provoca una gran cantidad de residuos. Se estima que por cada 1000 kg de piel vacuna en estado salado, se obtienen 260 kg de cuero (200 kg de cuero plena flor, más 60 kg de descarnes). Además se generan unos 230 kg de residuos sólidos curtidos al cromo que se distribuyen en 100 kg de virutas, 110 kg de descarnes de desecho y 20 kg de recortes.

Las autoridades gubernamentales han manifestado hacia el sector curtidor mundial reclamos acerca de los límites para el uso de cromo (en sus diversas valencias) que en algunos casos va desde la máxima disminución posible hasta su eliminación. Asimismo, institutos de investigación del cuero realizan

estudios y compilan resultados científicos sobre la toxicidad del cromo y su transformación reversible, los requerimientos para la industria, y sugerencias sobre el límite exigido basado en los riesgos que este componente puede causar en el ambiente.

En la actualidad existen algunas alternativas que van desde la disposición en rellenos sanitarios (cumpliendo con la legislación para generadores del residuo), la cesión o venta del residuo como material de desecho (alternativa económicamente neutra o de ligera ganancia) o la valorización del residuo para generar materias primas o productos para mercados existentes o nuevos.

Lana ⇨ Fibra ⇨ Fieltro

**Raquel Ariza, Pablo Herrero,
Sol Maugeri, Cecilia Dorado**
INTI-Diseño Industrial
rariza@inti.gov.ar

2.2. DISEÑO SUSTENTABLE: OPORTUNIDADES DE AGREGAR VALOR A LA CADENA LANERA

El INTI inició el proyecto “Diseño sustentable: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera”⁽²⁾ en el año 2007. Pretende una perspectiva para la búsqueda de oportunidades en el diseño de productos mediante la técnica de afieltrado, que den respuesta a las necesidades y construyan valor a partir de la potencialidad del material, más allá de los límites de la cadena lanera.

El material tiene diferentes propiedades que benefician a los usuarios de los productos y también trae una producción alternativa económica a diferentes regiones de Argentina. Este proyecto es compatible con el crecimiento económico local y busca agregar valor a las materias primas a través del desarrollo de fieltro de lana y productos aplicados a diferentes industrias.

Los objetivos del proyecto son:

- Investigar y desarrollar diferentes aplicaciones de la fibra de lana en productos intermedios o productos finales.
- Experimentar su combinación con otros materiales, con el objetivo de mejorar sus características en relación a las necesidades de los usuarios potenciales.
- Generar conocimiento, metodologías y herramientas de propiedad colectiva.
- Transferir conocimientos a potenciales productores para alentar su implementación.
- Difundir las propiedades del material a consumidores y productores para posicionar a la fibra por las ventajas comparativas que ofrece en relación a las mejoras del y la calidad de vida.

Cadena de valor

A partir de sondear algunas alternativas ligadas a la incorporación de mejoras en diferentes eslabones del proceso (en la esquila, el lavado, el peinado), se hizo foco en los eslabones que se relacionan con la producción de fieltro y en las oportunidades detectadas en ellos. Se trabajó en la utilización del blousse, descarte del proceso de peinado. Estas fibras no son aptas para el hilado porque su longitud no es adecuada, pero sí se pueden utilizar en la técnica de afieltrado para conformar fieltros (Figura 1).

Cadena de valor

A partir de sondear algunas alternativas ligadas a la incorporación de mejoras en diferentes eslabones del proceso (en la esquila, el lavado, el peinado), se hizo foco en los eslabones que se relacionan con la producción de fieltro y en las oportunidades detectadas en ellos.

Se trabajó en la utilización del blousse, descarte del proceso de peinado. Estas fibras no son aptas para el hilado porque su longitud no es adecuada, pero sí se pueden utilizar en la técnica de afieltrado para conformar fieltros (Figura 1).

Partimos del modelo de red productiva, que ofrece una relación dinámica entre las diferentes instancias que la componen, y que entiende al diseño como un valor integrado y no agregado. Es decir, lleva implícita una concepción del diseño como un proceso integral que no se reduce a un momento específico del proceso productivo sino que está presente a lo largo de todo el recorrido.

(2) www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/fieltro_inti.pdf

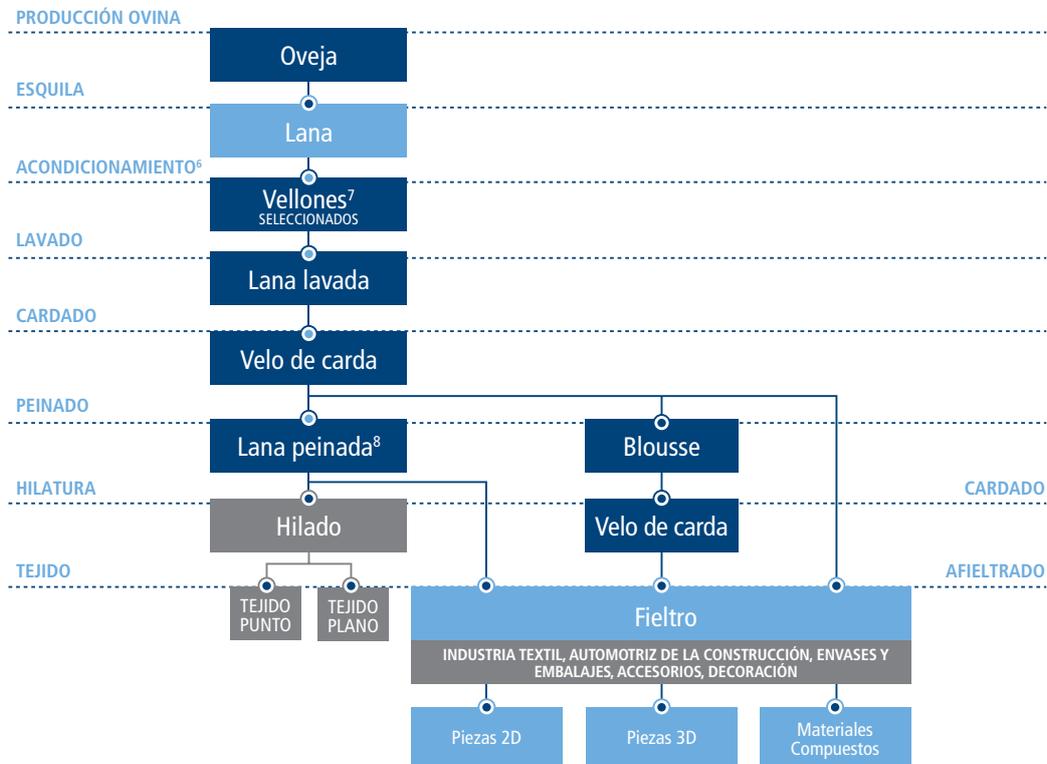


Figura 1. Cadena de valor.

El proyecto está alineado con los conceptos de diseño sustentable porque contempla los aspectos económicos, ambientales, éticos y sociales (Figura 2).

Dentro de los aspectos económicos apoya al crecimiento local en regiones de producción ovina porque le agrega valor a la materia prima (lana). Por otro lado, la técnica de afieltrado es sencilla y puede implementarse tanto a nivel artesanal como semi industrial e industrial. Esto permite su desarrollo en diferentes comunidades del país.

Con respecto a los aspectos ambientales, la materia prima lana es un material natural, autóctono, renovable por excelencia y 100% biodegradable, que posee propiedades nobles e irreproducibles. Al utilizar el blouse de lana se valoriza el descarte del proceso de peinado de fibras y de lana no empleado para hilatura, con lo cual se evita su quema y/o disposición final en rellenos sanitarios.

Sobre los aspectos éticos y sociales, por un lado, se brinda la oportunidad de fortalecer los primeros eslabones de la cadena que son los más débiles apoyando el crecimiento económico local en las regiones de producción ovina.

Afieltradora INTI

La creciente valoración de los productos de fieltro en el mercado nacional (principalmente por sus características ligadas a la sustentabilidad) nos llevó a desarrollar una máquina afieltradora semi industrial para producir planchas de fieltro a mayor escala y con un menor tiempo de producción. Esta tipología de afieltradora tiene la particularidad de ser una de las primeras fabricadas a nivel nacional y de poseer una ingeniería sencilla con un costo de producción accesible. El desarrollo estuvo a cargo de los centros INTI de Córdoba, Diseño Industrial y Mecánica.



Figura 2. Dimensiones de la sustentabilidad (Elkington, 1997).



Figura 3. Prototipo de Afieltradora-INTI instalada en Comallo, Río Negro.

Es importante destacar que no sólo el INTI trabajó en el desarrollo de una máquina afieltradora semi industrial sino que también otras instituciones privadas y públicas han incursionado en diferentes tecnologías como por ejemplo en máquinas a rodillo, a tambor, con agujas, entre otras.

• **PROCESO AFIELTRADO ARTESANAL**



ENCIMAJE

AMASADO MANUAL

TERMINACIONES

• **PROCESO AFIELTRADO SEMI INDUSTRIAL**



ENCIMAJE

AMASADO EN MÁQUINA

TERMINACIONES

La máquina afieltradora puede utilizarse para realizar paños y productos de fieltro, permitiendo la automatización de la técnica de afieltrado en aquellas etapas donde la labor se vuelve repetitiva reduciendo los esfuerzos físicos que implica el trabajo manual.

Esta máquina permite realizar paños finos, paños gruesos, objetos con moldes planos y ocupa un espacio de trabajo de 1,20 por 0,80 metros. Contiene un temporizador automático, comandos seguros a 24v y un sistema para recolección de agua.

Continuando con el modelo de la Figura 2 "Dimensiones de la sustentabilidad" se pueden analizar los impactos de esta herramienta.

Desde el aspecto ecológico, permite la utilización de materias primas locales. Desde el eje económico se vincula con distintos dispositivos y herramientas necesarias para la producción de afieltrado artesanal y semi-industrial y aumenta la productividad reduciendo tiempos de amasado. Permite producir varias piezas a la vez y reduce esfuerzos físicos. Dentro del aspecto social promueve la apropiación colectiva de técnicas y tecnologías para el proceso de afieltrado y busca fortalecer la ocupación productiva del territorio en regiones postergadas, fomentar la conformación de redes, y articular con actores vinculados a esta temática.

Papel ⇒ Celulosa ⇒ Cemento

2.3. EMPLEO DE RESIDUOS DE CELULOSA EN MEZCLAS CEMENTICIAS

Mediante la activación térmica de residuos de celulosa provenientes de la fabricación del papel, es posible obtener un material con características de filler calcáreo y a la vez con propiedades puzolánicas, de manera similar a las propiedades aportadas por las adiciones naturales, comúnmente empleadas en la industria del cemento.

El empleo de este material calcinado como reemplazo del cemento, además de tener importancia desde el punto de vista del aprovechamiento de un subproducto industrial, también resulta en una disminución de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera generadas durante el proceso de fabricación del cemento con la consiguiente contribución a la sostenibilidad en la construcción.

El objetivo del trabajo es determinar la temperatura óptima de calcinación y el porcentaje óptimo de reemplazo de lodo calcinado para ser adicionado al cemento y verificar la influencia de este material sobre las propiedades mecánicas.

**A.S. Szteinberg⁽¹⁾, E. Köber⁽¹⁾,
G.A. Benítez⁽¹⁾, M.J. Fernández Sturla⁽¹⁾,
E.H. Vergara⁽²⁾ y A.A. Tomé⁽²⁾**

(1) INTI-Construcciones,

(2) SOMAR MV SA Servicios Industriales

ekober@inti.gob.ar

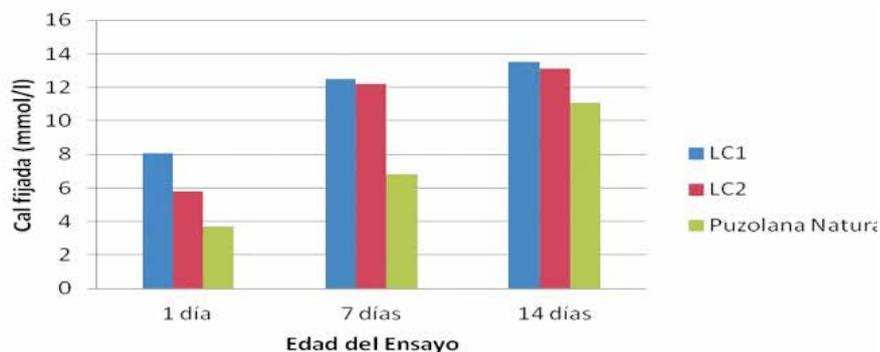


Figura 1. Método acelerado - disolución saturada de cal.

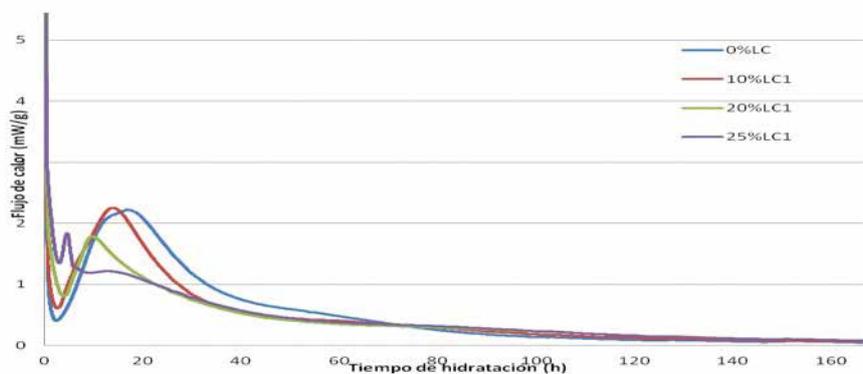


Figura 2. Perfiles de hidratación a 650°C con 10%, 20% y 25% de reemplazo.

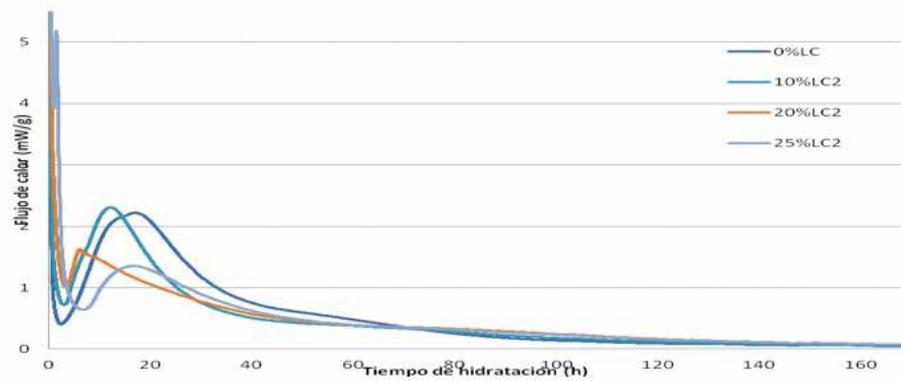


Figura 3. Perfiles de hidratación a 700°C con 10%, 20% y 25% de reemplazo.

El material utilizado fue un cemento Portland normal y un residuo proveniente de la industria papelera. El lodo fue secado y calcinado durante 2 horas a 650°C (LC1), 700°C (LC2) y 750°C (LC3). Los porcentajes de reemplazo estudiados fueron 10%, 20% y 25%.

Se determinó el contenido de óxido de calcio libre de las muestras calcinadas. Se discontinuó el ensayo para la muestra LC3 debido a la descarbonatación parcial de la calcita presente en la muestra. Las muestras LC1, LC2 y el lodo seco sin calcinar, se caracterizaron químicamente por Fluorescencia de Rayos X (FRX) y mineralógicamente por Difracción de Rayos X (DRX).

Se estudió la actividad puzolánica de los lodos calcinados por dos métodos químicos (disolución saturada de cal y coeficiente puzolánico) y fueron comparados con los de una puzolana natural. La cinética de hidratación de las mezclas cementicias fue evaluada con un calorímetro isotérmico.

Se determinó densidad, superficie específica y se evaluó el comportamiento mecánico midiendo la resistencia a la compresión.

Los lodos presentaban una humedad del 60% y una pérdida por calcinación del 53%, indicando un elevado contenido de materia orgánica. Los resultados de DRX mostraron que los componentes cristalinos principales del lodo seco eran calcita, caolinita y talco, y los de las muestras calcinadas eran calcita y talco, no detectándose los picos correspondientes a caolinita, debido a su transformación en metacaolinita.

El análisis por FRX indica que los lodos de papel están compuestos principalmente por carbonato de calcio, dióxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de magnesio. El resto de los óxidos están presentes en valores por debajo de la unidad.

La fracción mineral de las muestras LC1 y LC2 contienen un 67-68% de calcita, 19-20% de metacaolinita y 12% de talco.

En la Figura 1 se representa la actividad puzolánica del sistema $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /lodos calcinados a distintas edades de ensayo y se observa que los lodos calcinados fijan

cantidades de cal superiores a la puzolana natural. A medida que transcurre el tiempo de reacción, las muestras LC1 y LC2 tienden a equipararse.

En las Figuras 2 y 3 se representaron los perfiles de hidratación y estos indicaron que la hidratación de las mezclas con lodo calcinado progresa en forma similar a la del cemento Portland, excepto para el 25% de reemplazo a 650°C y 700°C, que presentan una cinética de hidratación distinta a la de la muestra de referencia. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla.

	LODO CALCINADO 650°C		PUZOLANA NATURAL	PATRÓN CPN40
% DE CEMENTO (en masa)	80	90	80	100
% DE CEMENTO (en masa)	20	10	20	0
DENSIDAD [Kg/dm ³]	2,58		2,38	3,15
SUP. ESPECÍFICA [m ² / kg]	1341		366	333
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 28 días [MPa]	56,2±0,3	57,6±0,9	54,2±0,4	57,1±0,8
REL. DE RESIST. A LA COMPRESIÓN ($\sigma_{\text{puz}} / \sigma_{\text{patrón}} * 100$ [%])	100,9	28,4	94,2	-

Tabla 1. Resultados de los ensayos físicos y mecánicos.

El lodo de partida está compuesto por materia orgánica, calcita, caolinita y talco y los lodos calcinados por calcita, metacaolinita y talco. Luego de la calcinación se evidencia una importante reducción de volumen.

Los resultados de coeficiente puzolánico no cumplen con el requisito establecido en la norma IRAM 50000. La calcita presente puede conferir a las mezclas cementicias las mismas propiedades que el filler calcáreo empleado normalmente en la fabricación de cemento. Y la metacaolinita daría un valor agregado al componente calizo debido a su naturaleza puzolánica, mejorando las prestaciones de los cementos y hormigones elaborados con ellas. La temperatura óptima de calcinación está entre 650°C y 700°C, pero teniendo en cuenta el ahorro energético y la generación de CO₂ procedente de la descomposición de la calcita presente, se recomienda la calcinación a 650°C.

Los resultados de calorimetría isotérmica, indican que los porcentajes óptimos de reemplazo fueron 10 y 20%. Esto fue verificado por los resultados de resistencia a la compresión, los cuales no presentaron diferencias significativas respecto del mortero patrón y fueron levemente superiores al valor obtenido para la puzolana natural. Debido a la elevada superficie específica se debería optimizar el tiempo de molienda.

Envases y embalajes ⇒ Optimización

Sergio Heredia
INTI-Envases y Embalajes
 sergi@inti.gob.ar

2.4. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ENVASES Y EMBALAJES

A priori puede parecer que el packaging y la ecología son dos elementos contrapuestos e incompatibles ya que tienen intereses y objetivos diferentes.

Por un lado la industria del packaging emplea grandes cantidades de materiales para que los productos que se acondicionan lleguen a los consumidores en perfecto estado.

Por otra parte también es falso que todo sea residuos, ya que sin este material, una gran cantidad de los productos se deteriorarían y no podrían llegar a los consumidores en condiciones de poder ser consumidos.

“Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo” (Global food losses and food waste) es un informe encargado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) al Instituto Sueco de Alimentos y Biotecnología (SIK) para el congreso internacional Save Food! que se presentó en Interpack 2011, Düsseldorf, Alemania).

Entre otras conclusiones importantes se incluyen:

- Cerca de un tercio de los alimentos que se producen cada año en el mundo para el consumo humano -aproximadamente 1300 millones de toneladas-, se pierden o desperdician.
- Tanto los países industrializados como aquellos en desarrollo dilapidan más o menos la misma cantidad de alimentos: 670 y 630 millones de toneladas respectivamente.

Desaprovechar recursos

En los países en desarrollo, los problemas básicamente son el uso de técnicas de recolección inadecuadas, una gestión y logística post-cosecha precarias, y la ausencia de infraestructuras, procesado y envasado/embalado adecuados.

Se han establecido una serie de reglamentaciones que regulan la fabricación y gestión de los envases y embalajes usados. Lo que se pretenden es frenar abusos en materia de desechos e intentar reducir el derroche innecesario de materias primas, ya que su disposición final origina problemas a muchos niveles: ecológico, económico, logístico y de convivencia social. Estas disposiciones obligan básicamente a cumplir con las denominadas “4 R”: Reducción, Reutilización, Recuperación y Reciclaje.

Norma IRAM-ISO 18601: Envases y embalajes

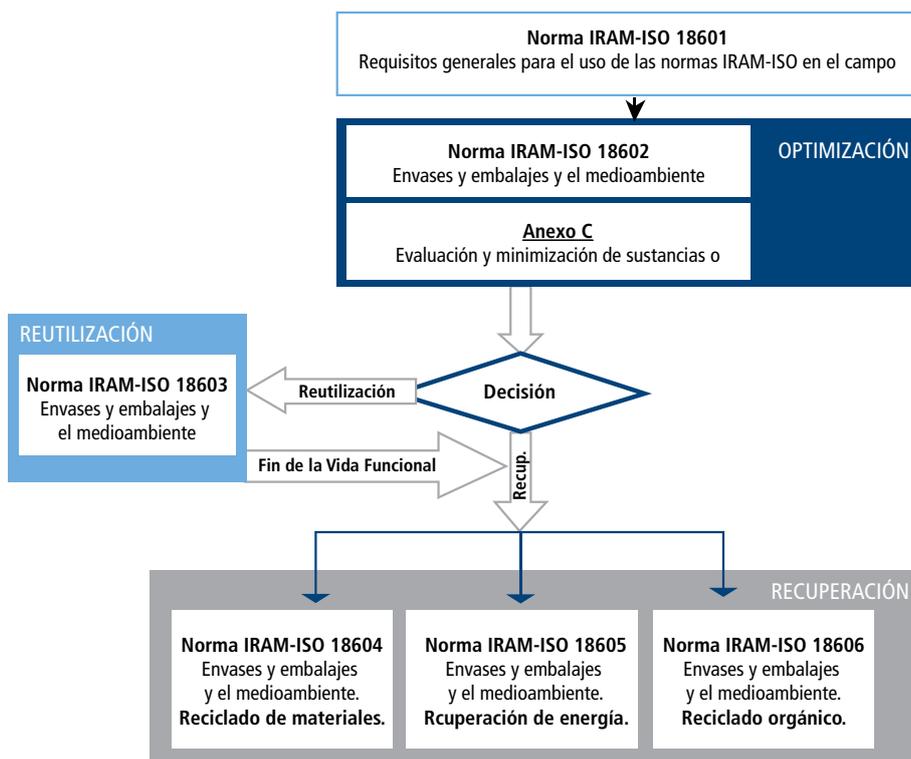
Esta norma establece los requisitos y procedimientos para las otras cinco normas sobre envases y embalajes y el medioambiente. Explica qué normas son necesarias para demostrar que han sido optimizados en términos de reducción en la fuente, que son capaces de ser recuperados y reutilizados (cuando aplique) y que pueden ser manipulados en forma apropiada y segura en el tratamiento de fin de vida útil.

Un envase y embalaje efectivo realiza una contribución positiva a una sociedad sostenible, mediante la satisfacción de las necesidades y expectativas de los consumidores en cuanto a la protección, seguridad, manipuleo e información de los productos. Además realiza un uso eficiente de los recursos, apunta a limitar

el impacto ambiental que pudiera causar, y ahorra costos en la distribución y comercialización de los productos.

Una evaluación ambiental puede incluir el sistema de fabricación y distribución, las pérdidas tanto del material del envase y embalaje como del producto que contiene, los sistemas de recolección relevantes, así como las operaciones de recuperación y disposición.

Este grupo de normas (ISO, IRAM-ISO) y sus informes técnicos proveen un conjunto de procedimientos que pretenden reducir los impactos ambientales, fomentar la innovación en los productos, en los envases y embalajes y en las cadenas de suministros; evitar restricciones indebidas sobre el uso de envases y embalajes, y prevenir barreras y restricciones al comercio.



Relación de las normas de envases y embalajes y el medio ambiente.

Norma IRAM-ISO 18602 - Envases y embalajes y el medioambiente. Optimización del sistema de envases y embalajes

Esta norma establece los requisitos y un procedimiento de la evaluación para asegurar que el peso o volumen del material contenido sea óptimo y consistente con las funciones del envase y embalaje. Esta es una de muchas opciones para reducir el impacto sobre el medioambiente. El propósito es ayudar a asegurar y demostrar que se utiliza eficientemente el material seleccionado.

OPTIMIZACIÓN

La optimización es el proceso para lograr el peso o volumen mínimo adecuado (reducción en la fuente) para reunir los requisitos necesarios de un envase y embalaje primario, secundario o de transporte. Esto es, cuando se mantiene sin cambios y en forma adecuada el desempeño, se alcanza la aceptación del usuario o consumidor, y además se reduce el impacto sobre el medioambiente.

EJEMPLO DE OPTIMIZACIÓN

Reducción de consumo de materiales y de impacto ambiental a través del rediseño de una caja de cartón corrugado.

	ACTUAL 420x355x206mm	ACTUAL 400x300x240mm	REDUCCIÓN
CAJAS DE CARTÓN	8500	7400	1100 kg (11%)
PALLETS	278	167	3333 kg (40%)
FILM	417	250	167 kg (40%)
ESQUINEROS	1112	668	133 kg (40%)
SEPARADORES	834	501	167 kg (40%)
CAMIONES	17	10	2100 litros (40%)

	ACTUAL	ACTUAL	REDUCCIÓN	%
RESIDUOS (kg)	18000	13100	4900	27
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (l)	5100	3000	2100	40

Rocas ⇨ Polvo ⇨ Hormigón

2.5. OPTIMIZACIÓN DE MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES Y ADOQUINES

El objetivo principal del proyecto es el de mejorar una mezcla de hormigón ya optimizada en un proceso industrial, empleando materiales alternativos como los residuos de la industria de la trituración de áridos y agregados (rocas, arenas, gravas, granito entre otros).

El proceso de trituración genera un remanente de polvo, muchas veces más fino que el cemento, al que no suele dársele utilidad. El presente trabajo plantea la utilización de este residuo en la composición de piezas de hormigón con el fin de disminuir el consumo de cemento y mejorar el perfil sostenible de la industria de la construcción.

La importancia de analizar el perfil sostenible de la construcción se debe al consumo de grandes cantidades de materias primas involucradas. El proyecto se encuentra enfocado en la elaboración de elementos premoldeados con hormigones vibro-comprimidos, como bloques y adoquines.

Los volúmenes de materiales involucrados pueden alcanzar producciones anuales de bloques de hormigón de 192 millones de unidades. La producción de hormigón vibro-comprimido asciende a 1.324.800 m³ anuales, con el consiguiente consumo de 268.800 toneladas de cemento y 1.059.840 m³ de agregados.

Hipótesis teórica

El modelo físico de los fenómenos de interferencia fue estudiado por Powers, mediante el análisis del comportamiento de esqueletos granulares logrados con agregados de idénticas características, pero combinados en distintas proporciones. Mediante el estudio de dicho comportamiento se describieron dos efectos, uno llamado efecto de aflojamiento y otro efecto pared.

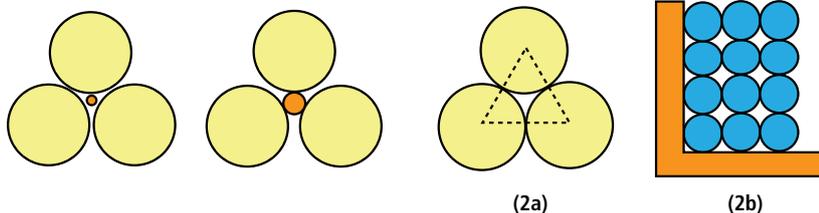


Figura 1. Efecto de aflojamiento.

Figura 2. Arreglo de máxima capacidad (2a) y Efecto Pared (2b).

El efecto pared consiste en que los agregados gruesos impiden que los finos puedan llenar los espacios vacíos de forma más compacta, ya que funcionan como paredes, evitando el libre arreglo espacial (Figuras 2a y 2b).

Para la validación de los fenómenos de interferencia donde los agregados

J. Agnello⁽¹⁾, A. Benítez⁽¹⁾, L. Fernández Luco⁽²⁾
 (1) INTI-Construcciones, (2) Laboratorio de Materiales y Estructuras.
 Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires (UBA)
 jagnello@inti.gob.ar

no responden a formas esféricas, es suficiente comparar la compacidad de los esqueletos granulares mediante la medida del Peso Unitario Volumétrico (PUV), tal como se puede apreciar en la Figura 3.

Actualmente se efectúa el diseño de la mezcla mediante curvas granulométricas límite (máximas y mínimas) indicadas por el fabricante del equipo elaborador de bloques y adoquines de hormigón (Figura 4).

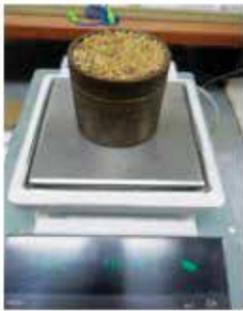


Figura 3. Determinación del Peso Unitario Volumétrico.

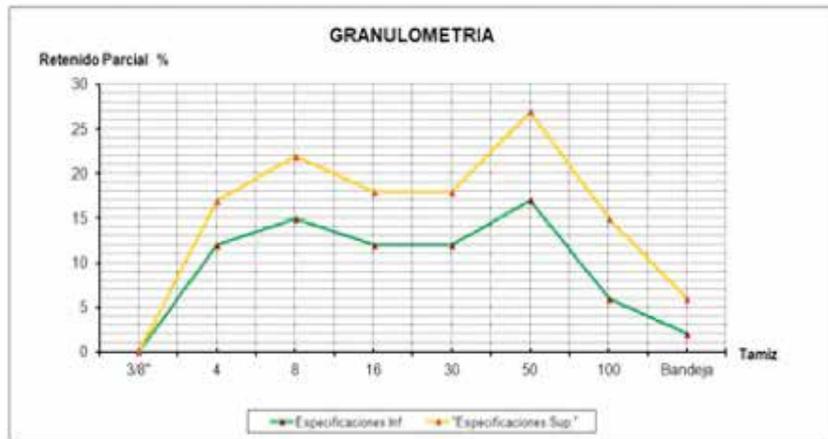


Figura 4. Curvas granulométricas límites.

Utilizando el modelo físico de los fenómenos de interferencia, extendemos el dominio a distintos tamaños, densificando el esqueleto granular y obteniendo mezclas trimodales.

Las propuestas logradas de la utilización del modelo se comparan con los resultados obtenidos del empleo de la dosificación aplicada por la empresa en el proceso productivo. Esta comparación se realiza mediante indicadores de sostenibilidad, que a continuación se detallan:

- Uso de residuos (kgs de agregados utilizados sin residuo (Filler)/m³ de hormigón).
- Costo unitario para la especificación de resistencia (\$/MPa).
- Consumo de unitario cemento para la especificación de resistencia (kg de cemento/MPa).

Con los esqueletos granulares obtenidos de la utilización del modelo físico, fueron elaborados hormigones vibro-comprimidos, moldeando probetas prismáticas para determinar la resistencia a la compresión, costo y textura superficial.

En la Tabla 1 se pueden observar los resultados obtenidos para los indicadores de sostenibilidad en valor absoluto y en por ciento respecto de la mezcla de fábrica de las cinco mezclas consideradas aptas desde el punto de vista de la evaluación visual de la textura.

IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA	Kg DE AGREGADO SIN RESIDUO (filler) / m ³ de hormigón	\$/MPa	Kg de cemento MPa
G + AM + F Aditivo (0,95%)	1632,6 (90%)	19,8 (85%)	11,0 (62%)
G + AM + F Aditivo (0,20%)	1581,3 (87%)	18,2 (79%)	13,1 (74%)
G + AM + AT	1816,4 (100%)	23,2 (100%)	17,7 (100%)
G + AM + F	1537,8 (85%)	20,6 (89%)	16,2 (91%)
G + AM	1816,9 (100%)	26,6 (115%)	20,4 (115%)

* Los resultados indicados entre paréntesis se encuentran expresados en % respecto de la propuesta de Planta. G: Granza; AT: Arena Trituración; AM= Arena Mediana; F= Residuo "Filler"

Tabla 1. Resultados Indicadores de Sostenibilidad.

En base a los resultados obtenidos con los ensayos y materiales empleados en el presente trabajo, se puede concluir que:

- Es posible utilizar residuos provenientes de la trituración de agregados como relleno o "Filler", si se ajustan las fracciones granulométricas para maximizar la compacidad granular.
- Se puede disminuir el consumo de cemento de estas mezclas, sin perjuicio de sus propiedades físico-mecánicas. Se reduce así la emisión de gas de efecto invernadero, el consumo de combustibles fósiles y el empleo de recursos no renovables.
- Al reemplazar parcialmente el uso de agregados naturales por fracciones residuales, se preservan también recursos no renovables, así como necesidades de transporte.
- Es factible alcanzar un estándar de calidad superior a la mezcla industrial de referencia.
- La mezcla optimizada demostró ser más económica y con menor impacto ambiental, permitiendo la valoración de recursos locales favoreciendo el desarrollo social en el entorno del emprendimiento productivo.

Pavimento ⇒ Hormigón triturado ⇒ Hormigón final

2.6. DESARROLLO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN CON AGREGADOS DE HORMIGÓN: DEL LABORATORIO A LA OBRA

J. M. Agnello⁽¹⁾, G. A. Benítez⁽¹⁾,
P. Carreño⁽²⁾, R. Verna⁽²⁾
(1) INTI-Construcciones,
(2) Materiales San Fernando S.A.
alemir@inti.gob.ar

El objetivo del proyecto es evaluar comparativamente las propiedades físicas y mecánicas de hormigones elaborados con agregados gruesos reciclados provenientes de la trituración de hormigón de pavimento.



Figura 1. Planta trituradora y clasificadora de hormigón.

	$\bar{\delta} S$ [kg / dm ³]	$\bar{\delta} SSS$ [kg / dm ³]	ABS [%]	DEGASTE LOS ANGELES [%]
TRITURADO H^oE^o	2,41	2,51	4,02	30,7
PP + CR	2,55	2,61	1,81	20,5
ARENA NATURAL	2,60	2,61	0,12	No aplicable

Tabla 1. Características de los agregados.

H30 BOMBEABLE As=15 cm	P _{SSS} [kg / m ³]
Agua	160
Cemento CPC40 con escoria 18-23 % y filler calcáreo 6-8%	340
Agregado grueso	992,3
Arena gruesa natural	850,8
Plastificante de medio rango (dosis %)	2,7 (0,8%)
Superfluificante (dosis %)	2,2 (0,65%)
a/mc (#)	0,47

Tabla 2. Dosificación base.

#	As [cm] IRAM 1536	PUV [kg/m ³] IRAM 1562	AIRE INC. [%] IRAM 1602
#1R0	18,0 - 18,0	2342 - 2339	3,9 - 3,8
#2R25	18,0	2314	3,7
#3R50	16,0	2316	3,8
#4R75	19,0	2325	2,8
#5R100	20,0 - 18,0	2328 - 2312	3,3 - 3,9

Tabla 3. Determinaciones en estado fresco.

#	$\bar{\delta}_{sm} \pm S$ [kg / dm ³]	$\bar{\delta}_{sss} \pm S$ [kg / dm ³]	Abs m $\pm\bar{\delta}$ [%]
#1R0	2250 \pm 6	2380 \pm 0	5,7 \pm 0,1
#2R25	2230 \pm 15	2360 \pm 15	5,8 \pm 0,2
#3R50	2230 \pm 17	2360 \pm 17	5,8 \pm 0,2
#4R75	2210 \pm 25	2350 \pm 17	6,5 \pm 0,4
#5R100	2220 \pm 10	2350 \pm 12	6,1 \pm 0,1

Tabla 4. Resultados de densidad y absorción a 28 días según norma UNE-EN 12390-7.

Se procedió a caracterizar agregados reciclados provenientes de la planta de trituración y clasificación citada que se muestra en la Figura 1. Luego de un muestreo representativo se determinaron la granulometría, densidad y la absorción de los agregados naturales que están constituidos por una mezcla de piedra partida 6-20 y canto rodado (PP+CR), una arena gruesa natural silíceo y el agregado reciclado y recuperado denominado "Triturado H°E°" (Tabla 1). Se realizó la composición granulométrica total según los porcentajes de reemplazo.

Se utilizó un Cemento Portland Compuesto (CPC40) con la adición de filler calcáreo y escoria de alto horno que habitualmente utiliza la planta.

Con la dosificación de base que se incluye en la Tabla 2 se elaboraron las 5 mezclas con porcentaje de reemplazo del agregado grueso (PP6 – 20 + CR) del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de "Triturado H°E°" y se moldearon las series de probetas necesarias para las diferentes determinaciones.

Las propiedades que se incluyen en el presente trabajo se refieren al estado fresco, al estado endurecido (absorción y densidad: Tablas 3 y 4) y a las propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a tracción por compresión diametral. En la Tabla 5 se presentan los resultados y en la Figura 2 se grafica la resistencia obtenida a las edades evaluadas.

#	RESISTENCIA A COMPRESIÓN IRAM 1546	MÓDULO DE ELASTICIDAD IRAM 1865	RESISTENCIA A TRACCIÓN IRAM 1658
#1R0	42,5±0,8	39,5	42,5±0,8
#2R25	40,6±1,4	39,4±0,2	3,5±0,4
#3R50	41,2±1,0	38,5±0,7	4,0±0,2
#4R75	38,4±1,6	37,0±0,9	3,5±0,2
#5R100	43,0±1,4	35,8±0,7	3,7±0,5

Tabla 5. Determinaciones en estado endurecido.

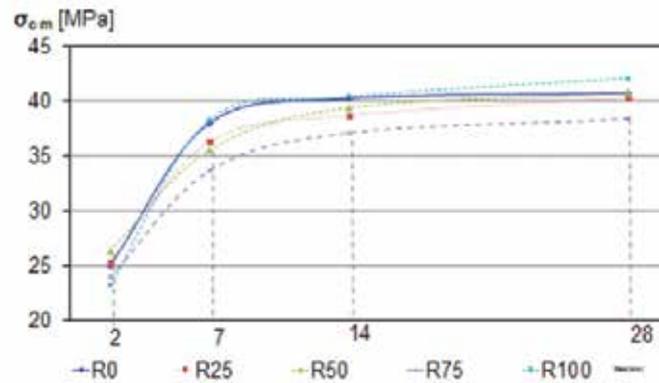


Figura 2. Evolución de la resistencia en el tiempo para los diferentes porcentajes de reemplazo.

Logros y resultados

- El agregado reciclado "Triturado H^oE^o" presenta mayor absorción y desgaste Los Angeles que el agregado grueso natural tal como se informa en la bibliografía.
- Los resultados de resistencia a compresión presentan variaciones poco significativas en su evolución respecto del patrón.
- La resistencia a la tracción por compresión diametral disminuye tal como era previsible para las mezclas con reemplazo de agregado reciclado.
- El módulo de elasticidad disminuye con el aumento del porcentaje de reemplazo a partir del 25%.
- La densidad no varía significativamente entre los diferentes porcentajes de reemplazo.
- La absorción aumenta levemente a partir del 50% de reemplazo.

Conclusiones

Los hormigones con agregado reciclado resultan aptos para su producción a escala industrial de acuerdo con los resultados obtenidos y la actual producción de la empresa local. En lo que respecta a la durabilidad se realizaron diversos ensayos con vistas a definir la extensión de su uso para casos especiales. Los resultados son objeto de otro trabajo.

La importancia del uso de hormigones con agregados reciclados promueve el desarrollo sostenible de la industria de la construcción en nuestro país.

Pavimento triturado ⇔ Hormigón armado

2.7. HORMIGONES ELABORADOS CON AGREGADOS RECICLADOS

El hormigón armado es un material compuesto conformado por una matriz de hormigón de cemento Portland y refuerzos de barras de acero.

La resistencia a la penetración del ión cloruro en el hormigón es uno de los parámetros críticos a tener en cuenta en el estudio de la durabilidad de las estructuras de hormigón armado sometidas a condiciones de exposición moderadas a severas. Esta información es de utilidad cuando se evalúa, entre otros, el uso de nuevos materiales.

El objetivo del trabajo es estudiar la factibilidad de incorporación de agregados reciclados provenientes de la trituración de la demolición de pavimento como reemplazo del agregado grueso en la elaboración de mezclas de hormigón. Y evaluar la resistencia a la penetración del ión cloruro en probetas de hormigón elaboradas con distintos porcentajes de reemplazo mediante métodos acelerados basados en la aplicación de un campo eléctrico y la profundidad de penetración del ión cloruro mediante la utilización de nitrato de plata.

Para el estudio comparativo de mezclas de hormigón con incorporación de agregados triturados de hormigón endurecido, se prepararon en laboratorio cinco mezclas de hormigón con reemplazos del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de agregado reciclado respecto del agregado grueso natural.

Por cada mezcla se moldearon probetas cilíndricas de aproximadamente 100 mm de diámetro y 200 mm de altura, para la realización de los ensayos destinados a la evaluación comparativa del desempeño de las mezclas. Las probetas fueron sometidas a un proceso de curado húmedo por inmersión en piletas con agua saturada con hidróxido de calcio, a la temperatura de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. El período de curado se extendió desde el desmolde de las muestras a la edad de $(20 \pm 4)\text{h}$ hasta la edad de ensayo.

El método para estudiar la resistencia a la penetración de iones cloruro consiste en monitorear la cantidad de corriente que pasa a través de la probeta de hormigón, mediante la aplicación de una diferencia de potencial de 60 V, durante 6 h, generando un flujo no estacionario de iones cloruro. De esta forma los cloruros son forzados a migrar desde la celda catódica (NaCl 3%) hacia la celda anódica (NaOH 0,3N). La carga total que pasa a través de la probeta está relacionada con la resistencia del hormigón a la penetración de iones cloruro. La aplicación de las condiciones experimentales de la Norma ASTM C1202-12 permite clasificar al hormigón de acuerdo con el siguiente cuadro:

CARGA (Coulomb)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	Alta
2000-4000	Moderada
1000-2000	Baja
100-1000	Muy Baja
<100	Despreciable

M.J. Fernández Sturla⁽¹⁾, O. Sformo⁽¹⁾,
G.A. Benítez⁽¹⁾, P. Carreño⁽²⁾, R. Verna⁽²⁾
(1) INTI-Construcciones,
(2) Materiales San Fernando S.A.
msturla@inti.gob.ar

Luego de concluido el ensayo de resistencia a la penetración, las probetas son divididas axialmente y la superficie rociada con solución de AgNO_3 0,1N, pudiéndose observar luego de algunos minutos una franja blanca que indica la profundidad de penetración, X_d . El ancho de la franja se mide a 10 mm de distancia de cada uno de los bordes laterales de la probeta y en el centro de la misma. Con los valores de profundidad de penetración medidos se calcula la velocidad de penetración, V_p , y el coeficiente de migración (estado no estacionario), $C_{m_{ne}}$.

Para establecer si el material reciclado aporta cantidades significativas de cloruros que pudieran interferir en el ensayo de penetración, se determinó la cantidad de cloruros mediante el método establecido por la norma ASTM C114-13. Se pudo ver que dicho aporte no era significativo.

DETERMINACIÓN	UNIDAD	AGREGADO RECICLADO
Cloruros (Cl)	g/100g	0,01

Para la determinación de la resistencia a la penetración de ión cloruro se utilizaron discos de 100 mm de diámetro y 50 mm de altura que fueron cortados de la parte superior de las probetas de hormigón. El ensayo fue realizado a los 56 días de curado.

Según lo establecido por la Norma NT BUILD 492 1999-11 se midió la profundidad de penetración. Luego se calcularon el coeficiente de migración y la velocidad de penetración usando el valor de profundidad.

Resultados y logros

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos para penetración de ión cloruro, profundidad de penetración, velocidad de penetración y coeficiente de migración no estacionario.

% DE REEMPLAZO	CARGA (Coulomb)	X_d (mm)	V_p (mm/V.h)	$C_{m_{ne}}$ (m^2/s)
0	2506	12,2	0,034	12,22
25	2710	14,6	0,041	14,77
50	2916	16,7	0,046	17,05
75	2755	17,1	0,048	17,46
100	2964	13,2	0,037	13,32

Se puede ver que a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de agregado grueso por el agregado reciclado aumenta la penetración del ión cloruro en el hormigón, lo cual se evidencia por un aumento en la carga eléctrica medida. Para el caso de 75% de reemplazo, se obtuvo un resultado fuera de control de la intensidad de corriente obtenida en el ensayo. Para todos los porcentajes de reemplazo, la penetrabilidad del ión cloruro se mantuvo dentro del rango de moderada.

Por otro lado, tanto el coeficiente de migración como la velocidad de penetración aumentaron al aumentar el porcentaje de reemplazo. Para el reemplazo del 100% se obtuvo una disminución de ambos parámetros por lo que se los consideró valores anómalos.

La presencia de agregados en el punto de medición puede dificultar la medida de la profundidad de penetración.

Botellas ⇒ PC,PET ⇒ Impresión 3D

**G. Palazzo ⁽¹⁾, M. Garrigós ⁽²⁾,
M. C. Inocenti ⁽¹⁾, P. Eisenberg ⁽¹⁾**
(1) INTI-Plásticos,
(2) Arcolor SACIIFA, 33iA-UNSAM
gpalazzo@inti.gov.ar

2.8. IMPRESIÓN 3D CON PET DE BOTELLAS POST-CONSUMO

El objetivo del proyecto es estudiar las condiciones de procesamiento para emplear Policarbonato (PC) y Poli Etilen-Tereftalato reciclado posconsumo (PETpc) en impresión 3D (i3D) también llamada manufactura aditiva, de tecnología de Fabricación por Filamento Fundido (FFF).



Figura 1. Cubo de prueba de PETpc con y sin secado.

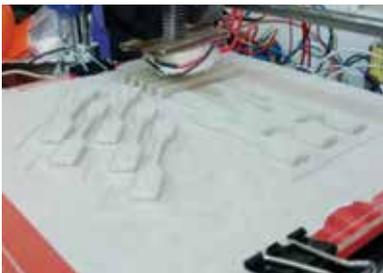


Figura 2. Piezas fabricadas en distintas orientaciones.

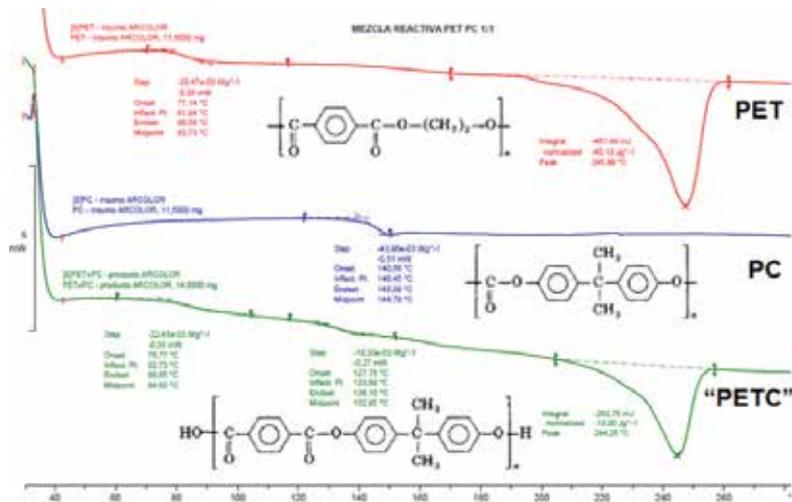


Figura 3. Transiciones térmicas de los materiales estudiados.

Los dos materiales más utilizados actualmente como insumo para i3D-FFF son: Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS) y Ácido Poliláctico (PLA), ambos importados.

Desde un punto de vista industrial, la generación de descarte durante los procesos productivos es un problema de eficiencia económica pero también ambiental. Esta situación es inherente a la industria plástica en sus distintos procesos de manufactura tradicionales como la extrusión, el termoformado y la inyección. Desde sus inicios a principios del siglo pasado, la gestión industrial de este pasivo fue evolucionando progresivamente, en principio con el enterrado, luego la incineración para recuperación energética, reciclado químico y, más recientemente, reutilización y comercialización.

Resulta de interés identificar fuentes de generación de desechos plásticos para su reutilización. El PC es un plástico presente en autopartes y en componentes de equipos electrónicos cuyo ciclo de vida es cada vez más corto. Por otra parte, la recolección de botellas de PET posconsumo, con un ciclo de vida de meses o incluso días, tiene un importante impacto ambiental e industrial.

En el presente trabajo se desarrollan métodos para la obtención de filamentos para i3D a partir de PET y mezcla de PETpc/PC orientados al aprovechamiento de residuos plásticos de un modo novedoso y complementario a los ya conocidos con el fin de agregar valor a productos y procesos.

Materiales y métodos

Los pellets y el filamento de PETpc de botellas DAK Americas y Platec SA fueron provistos por Enye Technologies SA. El policarbonato en pellets fue provisto por Arcolor SACI IFA

El filamento de PETpc fue obtenido por extrusión, resultando un filamento homogéneo y translúcido, con un diámetro de entre 2,96 y 3,05 milímetros. La mezcla PETpc/PC (1:1) fue procesada en un equipo WP ZSK 25. A partir de la mezcla pelletizada, se obtuvo un filamento de "PETC" de entre 2,0 y 2,1 mm de diámetro en un plastómetro.

La caracterización química y térmica de los materiales se realizó empleando espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). La impresora 3D utilizada para fabricar los objetos fue una RepRap modelo Prusa i3.

PIEZAS	TENSIÓN EN LA CARGA MÁX. (MPa)	DEFORMACIÓN EN CARGA MÁX. (%)	MÓDULO (MPa)
Horizontal 90°	10,35 (0,48)	6,00 (2,06)	402 (34)
Horizontal 45°	10,57 (1,5)	5,74 (2,60)	439 (79)
Perpendicular	11,00 (0,90)	4,71 (2,24)	525 (170)

Tabla 1. Ensayos de tracción. Valores para piezas de PETpc. Entre paréntesis Figuran los desvíos estándares.

Logros y resultados del proyecto

Se verificó que es significativa la incidencia del secado sobre un filamento de PETpc para su utilización como insumo de i3D, observada en las propiedades dimensionales, ópticas y estructurales de los cubos de prueba.

Los valores obtenidos de los ensayos mecánicos permiten inferir que hay mucho margen para mejorar las condiciones de proceso, como por ejemplo utilizar una cámara de impresión termostatazada, optimizar los parámetros de proceso (código G) para cada material y estabilizar vibraciones generadas por motores y el ambiente.

Dado que la utilización de los dos materiales de partida fue la única variable considerada en la extrusión reactiva de PETpc/PC, se propone la optimización del proceso por medio de la incorporación de parámetros como el agregado de aditivos (catalizadores, antioxidantes, etc.) en distintas proporciones, diferente relación de materiales (reciclados) de partida, variación del perfil de temperaturas y tiempo de residencia, entre otros.

La accesibilidad y bajo costo de los materiales utilizados y la calidad de los objetos obtenidos a partir de ellos auguran buenas perspectivas para plásticos reciclados como insumo para impresoras 3D.

Pilas ⇒ Cinc y manganeso

⇒ Industria siderúrgica

Nadia Hatamleh
INTI-Química
hatamleh@inti.gob.ar

2.9. RECUPERACIÓN DE CINCO Y MANGANESO DE PILAS PRIMARIAS EN DESUSO

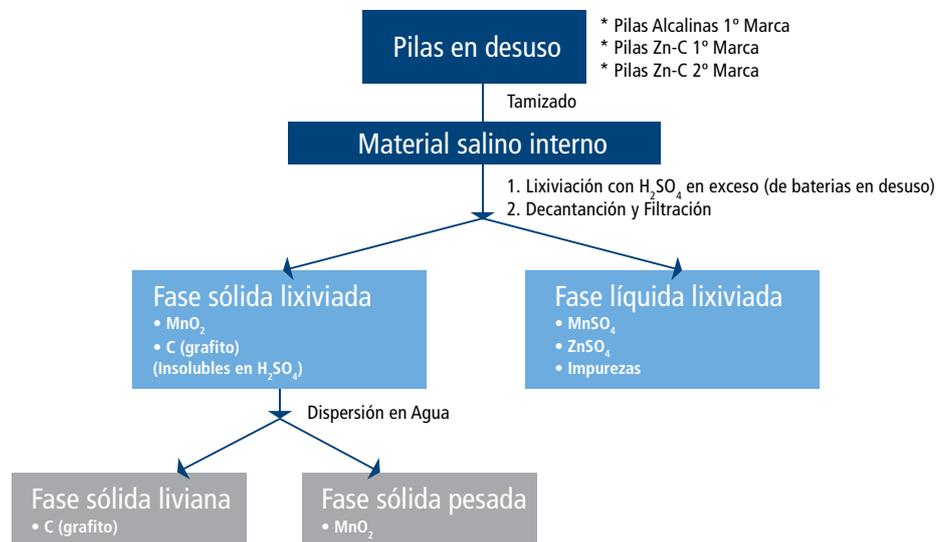
El presente proyecto tiene como objetivo construir una planta para llevar a cabo el reciclaje de pilas con la finalidad de no propagar en el medioambiente metales pesados y otros componentes altamente contaminantes presentes en las pilas. Además de evitar el daño al medioambiente se recuperaría un gran porcentaje de dichas sustancias, que cubriría parte de los costos operativos de la planta, como por ejemplo, el manganeso (Mn) y el cinc (Zn) de las pilas podría introducirse como materia prima en la industria siderúrgica.

Para la recuperación se utiliza un equipo que permite cortar y abrir las pilas evitando la rotura y/o disgregación de los electrodos. De esta forma se logra separar los electrodos por tamizado antes de la lixiviación del material salino para evitar la contaminación no deseada. En el caso de las pilas alcalinas los electrodos son de un metal no ferroso y por ende conviene procesarlo por separado, y en el caso de las pilas de cinc-carbono (Zn-C) se busca obtener el MnO_2 con la menor cantidad de C posible porque ese es el requerimiento si se lo pretende ubicar como insumo en la industria siderúrgica como ferromanganeso. Esto se logra separando, en la medida de lo posible, los electrodos de grafito.

En las pilas alcalinas y en las Zn-C se extrae el material salino interior de las pilas para recuperar dos macrocomponentes importantes: Mn y Zn.

Analizando el material salino interno de las pilas tanto antes como después del lixiviado se pueden definir características que deben cumplir otros componentes importantes de la planta, como equipos que permitan separar Zn de Mn, evaluando la eficacia del proceso de separación en cada etapa y ajustando los parámetros correspondientes.

Esquema del proceso



Análisis efectuados en el laboratorio

MATERIAL SALINO INTERNO

1) Caracterización por DRX:

I. Pilas Alcalinas: ZnO

II. Pilas Zn-C: Zn₅(OH)₈Cl₂.H₂O (Simonkoleita)

2) FRX Semicuantitativo.

3) Digestión de las muestras y Cuantificación de Mn y Zn por FAAS.

MUESTRA	Mn g/100g		Zn g/100g	
	FRX	FAAS	FRX	FAAS
Pila Alcalina Primera Marca	40	32	23	19
Pila Zn-Primera Marca	35	26	24	21
Pila Zn-Segunda Marca	46	24	4	19

FASE LÍQUIDA LIXIVIADA

1) Cuantificación de Mn y Zn por FAAS a diferentes tiempos de lixiviación.

PILA ALCALINA PRIMERA MARCA			PILA Zn-C PRIMERA MARCA			PILA Zn-C SEGUNDA MARCA		
Muestra	Mn g/100ml	Zn g/100ml	Muestra	Mn g/100ml	Zn g/100ml	Muestra	Mn g/100ml	Zn g/100ml
T0	0,06	0,20	T0	0,15	0,09	T0	0,07	0,26
T1	0,25	0,76	T1	0,43	0,84	T1	0,47	0,94
T2	0,51	1,29	T2	0,63	1,15	TFinal	0,53	1,16
T3	0,55	1,42	T3	0,68	1,22			
T4	0,64	1,66	T4	0,76	1,35			
T5	0,54	1,44	T5	0,79	1,47			
TFinal	0,35	0,71	TFinal	0,65	1,47			

FASES SÓLIDAS LIVIANAS Y PESADAS DEL LIXIVIADO DEL MATERIAL SALINO

1) Cuantificación de C (LECO)

2) Digestión de las muestras y Cuantificación de Mn y Zn por FAAS

PILA ALCALINA PRIMERA MARCA				PILA Zn-C PRIMERA MARCA				PILA Zn-C SEGUNDA MARCA			
Muestra	Mn g/100g	Zn g/100g	C g/100g	Muestra	Mn g/100g	Zn g/100g	C g/100g	Muestra	Mn g/100g	Zn g/100g	C g/100g
Fase liviana	-----	-----	-----	Fase liviana	0.8	0.3	69.9	Fase liviana	23.6	2.4	36.0
Fase pesada	47.5	8.0	9.3	Fase pesada	38.9	8.3	16.8	Fase pesada	35.7	2.6	23.5

Madera ⇒ Recortes y aserrín ⇒ Productos, energía

**G. Pasetti, L. Larosa,
A. Ladrón Gonzalez**
INTI-Maderas y Muebles,
Consejo Federal de Inversiones
gpasetti@inti.gob.ar; lrosa@inti.gob.ar;
aladrong@inti.gob.ar

2.10. CAPACITACIÓN CUALI Y CUANTITATIVA DE RESIDUOS Y SUS POSIBLES APLICACIONES POR REGIÓN

El proyecto tiene tres objetivos principales: estimar la cantidad, calidad y tipo de los residuos madereros generados por empresas de la industria de la segunda transformación de la madera de 7 municipios de la Provincia de Buenos Aires: Ituzaingó, Hurlingham, Morón, San Fernando, Tigre, San Martín y 3 de Febrero; conocer el destino actual de los residuos madereros y los costos asociados para su deposición final, y definir una metodología muestral/estadística "tipo", que sea atemporal (replicable en otros momentos sobre el mismo territorio) y en la medida de lo posible a otras regiones con características productivas similares.

El Centro INTI-Madera y Muebles realiza este proyecto a solicitud del Consejo Federal de Inversiones (CFI) que lo financia. La finalidad radica en la necesidad de aportar información para la solución del problema de los residuos madereros ya que hoy se desconoce de dónde vienen, cuáles son sus características, su volumen y cuál es el costo económico asociado.

La teoría económica denomina "falla de mercado" a situaciones como estas que se definen como un típico problema de información asimétrica donde la falta de información puede producir pérdidas extraordinarias a los actores involucrados (sociedad en su conjunto, empresarios, Estado).

Así, por un lado, el empresario desconoce los verdaderos costos en los que incurre para su deposición final, o lo que pierde por no transformarlo en otro bien o revenderlo a transformadores. Por otra parte, no menos importante -aunque no sea el objetivo central de este estudio-, tampoco se sabe nada de los costos sociales derivados de la contaminación que estos residuos provocan. Hoy la única certeza es que existe pérdida económica con doble sentido negativo: por lo que se deja de ganar (al dejar de transformarlo en otro bien) y por los costos ambientales asociados.

Existe consenso general para dar solución integral al problema de la acumulación de residuos de la industria, buscando generar nuevos productos o energía a partir de estos.

Los resultados del estudio deberán aportar soluciones y facilitar la definición de políticas públicas orientadas a un ordenamiento del sector en busca de un desarrollo ambientalmente sostenible. Además, al empresario le servirán para analizar oportunidades de inversiones sobre los nichos revelados en los resultados obtenidos.

Para lograr dichos resultados, se preparó una encuesta a 600 empresas del sector que pertenecen a 7 municipios del conurbano bonaerense. El contenido de la encuesta releva distintas variables y aspectos productivos y de gestión de los residuos que permitirán inferir sobre el tipo, cantidad, calidad y destino de los mismos.

El trabajo involucra a un grupo interdisciplinario de técnicos y profesionales de INTI-Madera y Muebles. Así y en varias sesiones de trabajo se elaboró, discutió y logró un acuerdo consensado en el contenido y alcance de esta

encuesta. Posteriormente comienza el trabajo de campo donde se recolectan datos y muestras físicas de los residuos, que son debidamente identificados y documentados de modo de conservar el anonimato de los datos.

Parte de la tarea de encuestar la realizan pasantes universitarios contratados temporariamente para este proyecto. Luego, esos datos son cargados y procesados por un software estadístico.

Los resultados de este trabajo permitirán conocer "el camino de los residuos" de cada industria y/o subsector como así también, inferir en los costos económicos, financieros y ambientales asociados a estos. Listará todas las alternativas de usos conocidos posibles, la tecnología para hacerlo, la experiencia internacional, y las normas técnicas que regulan el manejo, producción y comercialización, es decir, el estado del arte.

Las conclusiones permitirán mejorar sustancialmente la toma de decisiones para definir políticas activas en los distintos niveles gubernamentales. A la vez que aportarán un método muestral y de procesamiento estadístico que permita, con pocos recursos estimar en cualquier momento y en otras regiones con similar tejido industrial, la cantidad de residuos de esta industria.

Por su parte las administraciones locales contarán con la "foto" o el "mapa" de los residuos, que les permitirá focalizar políticas ya sea para el manejo integral de los residuos, ya sea para que en su deposición minimicen el impacto sobre el ambiente. También será útil para promover formas asociativas que se dediquen a transformar estos residuos en un subproducto más de la madera. Por último, el proceso de elaboración de esta información de base, además del positivo valor agregado para el sector, constituye para el Centro un ejercicio de colaboración inter institucional que permite alcanzar resultados, maximizando la eficiencia tanto en el uso de recursos humanos como financieros.



Energía

Caprinos y ovinos ⇨ Sólidos, menudencias, líquidos ⇨ Biogás

V. Goicoa, N. García, A. Schütz
INTI-San Luis, INTI-La Pampa
aschutz@inti.gob.ar

3.1. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL FRIGORÍFICO SANTA ISABEL

Este proyecto surge de una iniciativa del Instituto de Promoción Productiva, con el diseño y asistencia técnica de INTI-San Luis e INTI-La Pampa, a los efectos de realizar la factibilidad técnico-económica de la instalación de una unidad de biodigestión anaeróbica, con generación de biogás en el frigorífico Santa Isabel, ubicado en la ruta provincia N° 151, km 323, a 5 km de la localidad de Santa Isabel, al oeste de la provincia de La Pampa.

Este proyecto propone fundamentalmente la adopción de tecnologías de valoración energética, la eficiencia y la prevención de la contaminación, con el objeto de lograr un ambiente limpio y generar energía. Este estudio se dividió en 3 etapas, las que en su conjunto proponen una solución integral al tratamiento de los residuos generados en el frigorífico.

- En la primera instancia del trabajo se realizaron las siguientes actividades: Etapa inicial (ejecutada): relevamiento de datos, visita al frigorífico Santa Isabel de los técnicos del INTI-San Luis e INTI-La Pampa y diagnóstico actual de la misma, dirigido a determinar las condiciones de la empresa para la aplicación de la tecnología de biodigestión.
- Segunda etapa (ejecutada): determinación de las características de la biomasa.
- Tercera etapa (futura): contemplará el estudio de pre-factibilidad que incluye los aspectos técnico, económico y ambiental-legal.

El objetivo es estudiar la pre-factibilidad para la valoración energética de los residuos originados por el frigorífico Santa Isabel, a través de la instalación de una Unidad de Biodigestión Anaeróbica para generar energía, procurando un ambiente limpio y sustentable.

El frigorífico Santa Isabel está habilitado para realizar la faena de ciervos, caprinos, llamas, vizcachas y ovinos. Se faenan 20 mil cabezas anuales de caprinos y ovinos, utilizando entre 40 mil y 50 mil L/día de agua para el proceso, la misma es obtenida a través de pozo. El frigorífico posee alto consumo de gas, provisto por un zepelín. Cuenta con 12 empleados permanentes y en temporada se incorporan 5 operarios más.

Para realizar el diagnóstico de la industria involucrada en el presente estudio, se realizó un cuestionario, que incluía los siguientes tópicos:

1. *Planilla de relevamiento industrial*: dirigido a determinar las condiciones de la empresa para la aplicación de la tecnología de biodigestión.

Esta actividad incluyó el relevamiento de la biomasa generada, disposición y gestión actual, infraestructura de la empresa, condiciones ambientales, objetivo de la empresa, espacio físico, demanda/necesidad energética, servicios, sistema de tratamiento actual y proyecciones, entre otras.

En esta primera etapa se pudo observar el manejo de los residuos: los sólidos (patas, panza, cabezas, tráqueas, esófagos, intestinos) se destinan a un digestor y como disposición final son enterrados en una fosa. Las menudencias, tales como hígados, pulmón, corazón, riñones, lenguas, quijadas, son retiradas para la venta.

Con respecto a los efluentes líquidos provenientes de la línea roja y verde, grasas, etc., tienen un sistema de tratamiento que consiste en cámaras de inspección, seguidas de un sistema de rejillas para separar los residuos más grandes, desde allí pasa por un desengrasador y luego por una cámara donde se junta con la línea verde (limpieza de los corrales).

Los efluentes provenientes de la limpieza de los corrales, van a través de canaletas cerradas a un sedimentador, y de allí a una cámara donde se junta con la línea roja. Ambos finalizan en una laguna, la cual por lo observado se encuentra impermeabilizada.

2. *Determinación de las características de la biomasa:* se realizó la toma de muestra representativa del material a tratar. Para estudiar la composición de la biomasa se realizaron las siguientes determinaciones: ST, SV, pH, proteínas, grasas, fibras, carbohidratos. Estos datos permiten realizar la determinación del potencial de biogás a través del ensayo de laboratorio. Del resultado de análisis de laboratorio, se obtuvieron los siguientes datos (ver cuadros 1a, 1b y 2).

3. *Estudio de prefactibilidad* contempla los siguientes puntos

- Características del efluente de entrada (biomasa a tratar).
- Características del biodigestor.
- Tecnología aplicada (tiempo de residencia, tamaño, geometría, materiales potenciales gasómetro, etc.).
- Características del sistema de tratamiento y purificación del biogás.
- Análisis de la capacidad de procesamiento del digestor.
- Cantidad de biogás generada.
- Aplicaciones del biogás y energía que representa (sistema integral de generación de energía).
- Manejo de subproductos y posibles aplicaciones (valorización a través de compostaje y de biofertilizante).
- Costos estimados de la instalación. Indicadores económicos (período de recuperación de la inversión).
- Cogeneración térmica.
- Ecuación económica de la instalación y su aprovechamiento. Costos ambientales.

Cabe destacar que el estudio de pre-factibilidad es para la instalación de una Unidad de Biodigestión Anaeróbica Demostrativa que puede ser tomada como ejemplo para otras empresas.

INTESTINO-PANZA	
Sólidos totales	20%
Sólidos volátiles	80%
Degradabilidad	90%
Potencial de biogás	430 m ³ /t SV

Cuadro 1. Valorización anaeróbica de los desechos sólidos: panza, esófagos e intestinos.

GRASAS	
Sólidos totales	40%
Sólidos volátiles	82%
Degradabilidad	50%
Potencial de biogás	700 m ³ /t SV

Cuadro 1b. Valorización anaeróbica de las grasas de los desechos sólidos.

EFLUENTES	
Sólidos volátiles	91%
Degradabilidad	95%
Potencial de biogás	610 m ³ /t SV

Cuadro 2. Valorización anaeróbica de los efluentes líquidos (línea roja).

Residuos urbanos ⇨ Biodigestión ⇨ Electricidad

3.2. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA FORSU A TRAVÉS DE UNA BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA

V. Goicoa, N. García
INTI-San Luis
vgoicoa@inti.gob.ar

En la provincia de San Luis se está construyendo una planta de biodigestión anaeróbica para la valorización energética de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU) originada en el centro regional de clasificación y disposición de residuos urbanos del departamento Junín.

Este proyecto es el primero que encara la provincia en relación al uso de la biodigestión anaeróbica en base a FORSU, donde el objetivo energético pretende abastecer la demanda de la propia planta de clasificación. En función de los resultados que se obtengan del proyecto allanara el camino a replicar la metodología al resto de las plantas de tratamientos de residuos.



Avance de la obra: biodigestores y preparación de la alimentación.

El Ministerio de Medio Ambiente de la provincia de San Luis impulsa el uso de la tecnología de biodigestión anaeróbica en la valorización energética de la FORSU. El proyecto se desarrolla en el centro regional de clasificación y disposición final ubicado en Carpintería a 5 kilómetros de la ciudad de Merlo. Este centro regional recibe los desechos del departamento Junín integrado por 12 localidades.

Uno de los objetivos más importantes del proyecto consiste en la generación de energía eléctrica para transformar al sistema clasificación-biodigestión en autosuficiente. Para ello se estima procesar aproximadamente 3 t/d de materia orgánica procedente de la clasificación positiva de la planta.

La construcción de la planta está a cargo de la empresa Desarrollo de Equipos Industriales (DEISA) originaria de localidad de Rafaela provincia de Santa Fe. Es proveedora con experiencia en el desarrollo de plantas de clasificación. La participación de INTI dentro del proyecto se establece prioritariamente en la asistencia técnica para el diseño de los biodigestores, sistemas complementarios de purificación de biogás, tratamiento de subproducto líquido, puesta en funcionamiento y seguimiento del proceso en las primeras etapas de actividad de la planta.

El sistema está compuesto básicamente por un prefermentador (homogenización de la alimentación) de 36 m³ y dos biodigestores de 200 m³ cada uno. La tecnología utilizada corresponde al sistema de mezcla completa, agitado, aislado y calefaccionado con el objeto de obtener una eficiencia de conversión elevada. Además cuenta con un sistema de acondicionamiento del biogás y la posterior cogeneración eléctrica con recuperación térmica.

El subproducto líquido, luego de la separación de sólidos, es estabilizado en una laguna para ser usado posteriormente en las camas de compostajes operadas en la planta. Este subproducto estará bajo estudio para su caracterización, orientada a la mejora y a la valorización.

Con esta planta se piensa alcanzar una producción diaria de 150 m³ de biogás y una producción eléctrica de 9000 kW-h/mes que será destinada a la demanda de la planta de clasificación.

El propósito más importante para el INTI en esta tarea es el fortalecimiento técnico del sector industrial vinculado a las soluciones ambientales y de energías renovables del territorio nacional.

Residuos urbanos ⇒ Biogás ⇒ Electricidad, vapor

A. Landeau, J. Najul, R. Poliak,
R. Quiroga Castelat,
L. Renzi, N. Vanin, S. Vázquez
EPSE San Juan, INTI-Mendoza,
INTI-Gerencia de Calidad y Ambiente,
INSTALAR DG,
INTI-San Juan, SEAyDS,
Gobierno de San Juan
nvanin@inti.gob.ar

3.3. PROYECTO VERSU: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RSU CON TECNOLOGÍA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

El proyecto Valorización Energética de los Residuos Sólidos Urbanos (VERSU) tiene por objetivo propiciar las condiciones económicas, sociales y tecnológicas para que una localidad o municipio pueda tratar adecuadamente sus Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y generar parte de la energía que consume a través de una tecnología de valorización energética por tratamiento térmico, logrando un desarrollo local sustentable y mejorando la calidad de vida de los habitantes de la localidad.

La tecnología a aplicar en el proyecto VERSU es la de tratamiento térmico con generación de energía eléctrica. La metodología aplicada a este modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) con Valorización Energética (VE) se detalla a continuación:

- Selección de los residuos de acuerdo a su composición y tratamiento. Especialmente debemos señalar que el reciclado debe ser considerado como concepto prioritario anterior a la decisión de procesos de valorización energética. Por esa razón se torna crítica la interacción con los municipios en las primeras etapas de implementación de este tipo de iniciativas, ya que es de vital importancia que la comunidad se apropie del proyecto dado su protagonismo en el proceso de separación en origen de los residuos.



Figura 1. Etapa de separación de RSU en la cinta de clasificación.

- Combustión controlada de las fracciones no utilizables, residuos del rechazo de la línea de clasificación.
- Generación de Energía Eléctrica.

ETAPA DE GAS: con la corriente gaseosa se alimenta un grupo generador de energía eléctrica accionado por una turbina a gas.

El aire caliente del escape de la turbina a gas se aprovecha como aire de combustión en el horno incinerador, permitiendo desarrollar la auto combustión de los residuos.

ETAPA DE VAPOR: con los gases de escape de la turbina a gas, se genera vapor para alimentar otro grupo generador accionado por una turbina a vapor.

Al introducir un ciclo combinado de gas y vapor se aumenta la eficiencia de generación en 25% aproximadamente, eliminando la utilización de combustibles adicionales como gas envasado.

- Incorporación de la etapa de pre secado. Los gases de combustión, antes de pasar a la torre de lavado, se usan para secar la alimentación de manera de bajar la humedad de los RSU.
- Tratamiento de emisiones, efluentes y residuos.

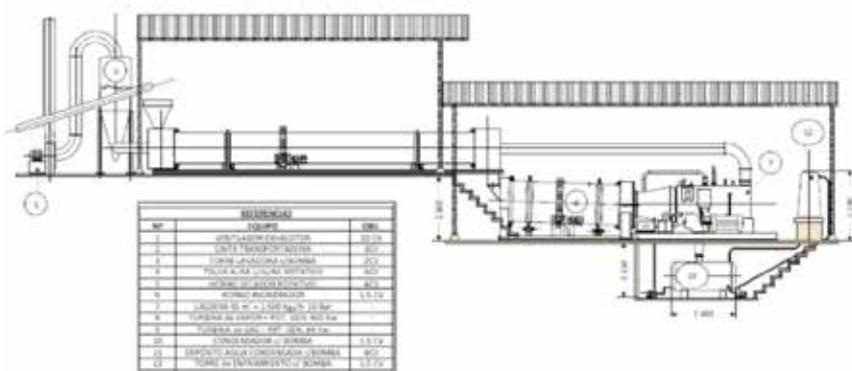


Figura 2. Esquema de la planta VERSU y sus periféricos.

El Proyecto está siendo ejecutado por medio de un Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP) conformado por el Gobierno de San Juan con sus Secretarías de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable y de Ciencia, Técnica e Innovación y por Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE). Además participan el INTI y tres empresas metalmeccánicas nacionales: Instalar DG, Othala y Megar. Como actor estratégico el Municipio de Sarmiento de la provincia permite la ejecución del Proyecto en territorio.

En julio de 2013 los consorcistas del CAPP firmaron el contrato correspondiente con el FONARSEC, lo que permitió comenzar a ejecutar los fondos de acuerdo al Plan de Ejecución Física.

Desde la dimensión medioambiental, el proyecto contempla entre sus resultados poder demostrar el correcto desempeño y cumplimiento de parámetros ambientales en lo referido a la emisión y gestión de los efluentes generados en el proceso. En este aspecto se ha formulado dentro del proyecto toda una etapa vinculada a la implementación de laboratorios de Mediciones Ambientales. Estos laboratorios actuarán con el fin de realizar el seguimiento, detección y cuantificación de valores asociados a parámetros referidos a emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos con el fuerte compromiso de velar por el cumplimiento de todas las normativas ambientales vigentes en el ámbito del territorio Nacional, Provincial y Municipal.

Resultados esperados

- Disponer de información técnica para evaluar nuevas formas de tratamiento de residuos sólidos urbanos y de eliminar pasivos ambientales, como parte de un sistema de Gestión Integral de RSU.
- Demostrar el cumplimiento de parámetros ambientales y energéticos de un sistema de combustión controlada de residuos para la generación de energía eléctrica.
- Generar nuevas formas de relación institucional, que favorezcan y promuevan el bien común en detrimento de los intereses particulares, como son los CAPP.
- Desarrollar capacidades técnicas en las pymes del sector metalmecánico para fabricar los equipos necesarios para los sistemas propuestos.

Durante el segundo año de ejecución el proyecto ya muestra resultados visibles y objetivos alcanzados.

La ingeniería conceptual básica y de detalle de la planta VERSU, la adquisición de todos los bienes de capital asignados a las pymes, y la información técnica de base obtenida a partir de ensayos de prototipos de laboratorio ejecutado por las pymes y por el INTI se encuentran ejecutados en su totalidad.

Hay un avance del 80% en la construcción de los equipos que componen la planta, y se encuentra en distintas etapas de licitación la adquisición de equipos de laboratorio. Se está realizando el estudio de cuantificación y caracterización de RSU en el Departamento de Sarmiento, relevando información de importancia crítica como insumo de base tanto para el diseño de la GRSU como para las alternativas de alimentación de la planta VERSU.

Por último, los lineamientos generales de la obra civil de la planta clasificadora y de la planta VERSU adaptan el diseño original de la planta a este proyecto. Además, el diseño de un plan de capacitación y sensibilización de la población para la separación en origen está a cargo del INTI y del Municipio.

En las etapas siguientes se continuó con la fabricación de equipos periféricos, diseño de la etapa de generación y obra civil, y se trabajó en la proyección de las obras de montaje para comenzar las primeras pruebas de puesta en marcha.

Agroalimentos ⇌ Residuos ⇌ Biogás

3.4. PLANTA EXPERIMENTAL DE BIOGÁS

La Planta Experimental de Biogás busca promover la investigación, los conocimientos técnico-científicos y la enseñanza universitaria referidas al proceso de producción de biogás, con la finalidad de encontrar un real aprovechamiento y utilización a los residuos orgánicos de la industria agroalimentaria de la región de Cuyo como materia prima para la producción de energías renovables eléctrica y térmica. De esta forma se podrá realizar un inventario del potencial biomásico regional y valorizar los residuos agroindustriales.

El Proyecto se desarrolla en cooperación con la Universidad Nacional de Cuyo, a través de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). El INTI participó en la primera etapa y la actividad se enmarcó dentro de los trabajos realizados por el Grupo Biogás, participando los centros de Mendoza, San Luis y Entre Ríos.

El financiamiento para la fabricación del biodigestor y la construcción del edificio se realizó mediante un aporte de la Embajada Alemana, CIM y de la Universidad Nacional de Cuyo. A través de sus expertos, el INTI fue el responsable del diseño (Figura 1), instalación y puesta en marcha del biodigestor, del gasómetro y de los equipos auxiliares.

Además de los aspectos académicos, técnicos y científico-económicos que persigue el proyecto, la posibilidad de aprovechar el biogás para la generación de energía destacan claramente las aspiraciones sociales y ambientales que implica la realización del mismo.

La propuesta se desarrolla bajo los siguientes conceptos: el biogás, que está constituido mayoritariamente por metano y dióxido de carbono, ambos causantes principales del efecto invernadero, es un gas combustible que se genera en un dispositivo a partir de diferentes reacciones de biodegradación que sufre la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y con la ausencia del oxígeno del aire.

Los biodigestores pueden ser de distintos tamaños, dependiendo de la cantidad de gas que se quiera obtener y el destino que se le dará. Por ejemplo, un biodigestor de 2 m³ puede abastecer de gas a una vivienda y satisfacer sus necesidades de agua caliente, cocina y calefacción. Un biodigestor de 100 m³ podría generar gas suficiente para hacer funcionar un grupo electrógeno y producir electricidad para una fábrica.

El presente proyecto apunta a obtener conocimientos y experiencia, actualmente no disponibles, sobre el comportamiento procesal y el potencial energético de los residuos agroalimentarios de los oasis de Mendoza, que serán utilizados como materias primas (sustratos) en la biodigestión (Figura 2).

La región de Cuyo, gracias a sus buenas condiciones agro-ecológicas, cuenta con gran cantidad de materia orgánica que puede ser utilizada para la producción de biogás. Mayoritariamente los residuos provienen de la producción agropecuaria y alimenticia, en especial el orujo de la uva, el alpechín de la aceituna y residuos de conservas y envasados. La misma FCA sostiene una fábrica de procesamiento de estos productos, de los cuales se obtendrían algunos residuos para utilizarlos como sustratos en los ensayos.

Natalia Vanin
INTI-Mendoza
nvanin@inti.gov.ar



Figura 1. Diseño biodigestor.



Figura 2. Diseño biodigestor.

La planta se encuentra en el predio de la FCA, sector sureste, cercano al edificio de industrias y de la futura planta de tratamiento de efluentes. El edificio tiene una superficie de 38,4 m² y una altura de 5,2 metros. En su interior se encuentra el digestor con una capacidad de 1,3 m³, fabricado en acero inoxidable AISI 304, y para facilitar el mezclado y homogenización de los sustratos, se anexó en su interior un agitador con un motor de 1,5 HP. Además se instalaron visores tipo ventanilla para que los alumnos puedan observar el proceso que se lleva a cabo en el interior del biodigestor (Figura 3).



Figura 3. Tanque biodigestor.

El gasómetro tiene una capacidad de almacenamiento de 16 m³, está fabricado de lona "rispstop", que es una tela reforzada con hilos de alta resistencia, lo que le da un aspecto de cuadrados en la tela, e impide que se corra y expanda un tajo o cortadura (Figura 4).



Figura 4. Gasómetro.

El biogás producido estará destinado al calentamiento del agua que será utilizada para calefaccionar el biodigestor y mantener el proceso de degradación en las condiciones óptimas.

Con la finalidad de realizar pruebas de materiales en el ambiente gaseoso e investigar sobre cuáles pueden ser utilizados en el proceso de purificación del biogás, se instaló una cámara especial (fitro) que se puede observar en la Figura 5.

Técnicos del INTI, personal de la FCA y alumnos trabajaron en la instalación de la planta, en julio de 2011 se terminó esta primera etapa. Se gestionó y adquirieron equipos de medición como drager, para medición de gases y cuadalímetro espacial para biogás.

Técnicos de INTI capacitaron a docentes y alumnos de la FCA en temas referidos a:

- Operación técnica y funcionamiento de la planta experimental.
- Control y monitoreo bioquímico y físico de la descomposición anaeróbica y metanización de residuos orgánicos.
- Medición e interpretación de datos.
- Aprovechamiento y aplicación de biogás.
- Tratamiento y destino de los subproductos generados, específicamente de líquidos y de materia sólida orgánica restante.
- Pruebas de materiales en el ambiente de biogás.
- Investigación de materiales para la purificación de biogás.

Actualmente se trabaja para finalizar la instalación de sistemas referidos a la seguridad de la planta, como el quemador de biogás y el cerrado perimetral del predio.

Además se han realizado algunas experiencias a escala laboratorio, con la finalidad de ir delineando y definiendo ensayos a escala demostrativa en la planta experimental.

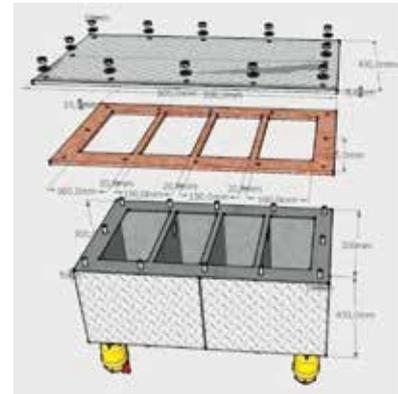


Figura 5. Cámara para pruebas en el ambiente de biogás.

Forsu ⇒ Calefacción, electricidad

V. Goicoa, N. García, A. Schütz
 INTI-San Luis, INTI-La Pampa
 aschutz@inti.gob.ar

3.5. BIODIGESTOR A BASE DE FORSU A ESCALA DEMOSTRATIVA EN LA MUNICIPALIDAD DE INGENIERO LUIGGI

La planta de clasificación, recuperación y disposición final de residuos de la ciudad de Ingeniero Luiggi, La Pampa, está ubicada aproximadamente a 4 kilómetros del ejido urbano sobre la ruta N° 2 (Figura 1). La ciudad cuenta con 6 mil habitantes y sus residuos son recolectados en forma diferenciada en secos y húmedos.

La planta comenzó a funcionar en el mes de junio de 2012 y es administrada en forma directa por el Municipio de Ingeniero Luiggi. Las instalaciones están dispuestas en un predio de 3 hectáreas con parqueización y riego por goteo. Se procesan 6 toneladas diarias de Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos (FORSU), a través de una cinta de 10 puestos de trabajo contando para ello con un total de 12 operarios.

Desde la articulación de la Administración Provincial de Energía de La Pampa (APE) y la Municipalidad de Ingeniero Luiggi, se busca transformar la planta de clasificación, recuperación y disposición final de RSU en un modelo de gestión de los residuos. En este marco, se inserta la valorización de la biomasa a través de la biodigestión anaeróbica con generación de biogás, procurando la sustentabilidad energética de la planta.

Uno de los principales objetivos de la planta es el de contribuir a la gestión integral de los RSU para lograr un desarrollo sustentable y un ambiente limpio, a través de una unidad de Biodigestión Anaeróbica Demostrativa. Además, con esta planta se evidencia la factibilidad de generar energía térmica y eléctrica utilizando como materia prima la fracción orgánica de los RSU (Biomasa). Por último, también se apunta a agregar valor a la actividad de clasificación, recuperación y disposición final de residuos urbanos.

El presente proyecto comenzó a gestarse a partir de febrero de 2013, y está en proceso de ejecución. Articulado y financiado por la Administración Provincial de Energía de La Pampa, la ejecución está a cargo del municipio mencionado, que también aporta recursos para algunas etapas del proyecto. El diseño de la planta demostrativa de biodigestión fue realizado por INTI-San Luis e INTI-La Pampa, incluyendo la dirección técnica. La mencionada iniciativa contempla la instalación de una unidad de biodigestión anaeróbica con generación de biogás, la conversión energética para el uso en la planta de clasificación y la valorización de los subproductos líquidos. Con este proyecto, se busca transformar a la planta de clasificación, recuperación y disposición final de RSU en un modelo de gestión de los residuos.

Para lograr los objetivos propuestos, el sistema de producción de energía debe cumplir características especiales que aseguren las condiciones óptimas de proceso. Para ello se diseñó el proceso de tratamiento que incluye las operaciones de preparación, alimentación, biodigestión anaeróbica, tratamiento del biogás y generación térmica y eléctrica, con su correspondiente equipamiento y distribución (lay-out), como así también la separación y disposición de sólidos y del efluente líquido. Para el caso específico de la propuesta tecnológica definida, las operaciones involucradas se detallan en el diagrama de flujo (Figura 1).

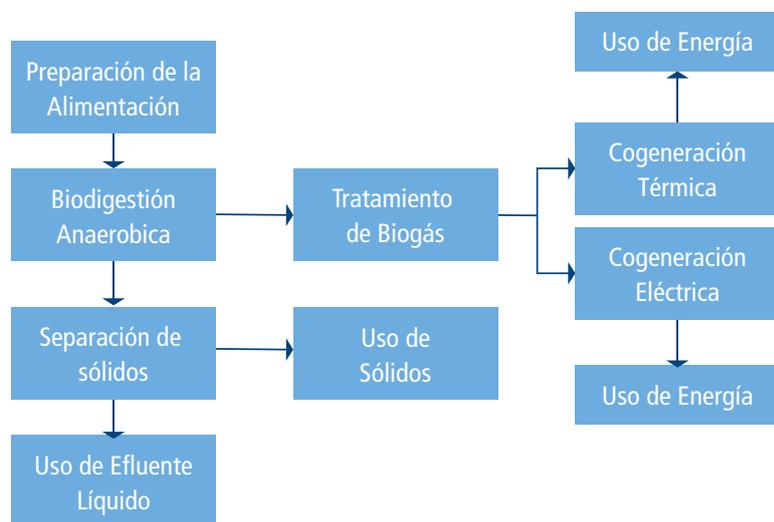


Figura 1. Diagrama de flujo.

La planta de clasificación de RSU cuenta con un espacio para realizar distintas operaciones de preparación de la alimentación, biodigestión anaeróbica y tratamiento del biogás, el que se utilizará por un lado para cogeneración térmica (uso de calefacción) y por otro lado para cogeneración eléctrica (uso de energía eléctrica) y separación de sólidos (uso de sólidos y uso de efluente líquido).

La definición de las variables de proceso para cada una de las etapas intervinientes es de importancia relevante ya que a través de ellas se logra, entre otras cosas, cumplir con el objetivo energético, el cuidado ambiental, el uso eficiente de los recursos, la prevención de accidentes, el resguardo de las instalaciones, etc. Las mismas serán monitoreadas y registradas por los operadores de la unidad de Biodigestión Anaeróbica Demostrativa.

En función de lo mencionado, se realizó un plan de capacitación para los operarios del sector de clasificación y para aquellos que estarán a cargo de la planta de biogás. Dicho plan incluye los siguientes cursos: Introducción al proceso de biodigestión, Operación y seguridad en plantas de biogás, Puesta en marcha de la unidad, que contempla la preparación de la alimentación, seguimiento del proceso, ensayos necesarios y documentación necesaria para la implementación del proceso.

El sistema propuesto va a generar 15 m³ de biogás/d, con una carga de 500 a 800 kg/d de FORSU. Como producto de la actividad se van a generar 796 kWh/mes de energía eléctrica y 252 m³ de biogás/mes. Al mismo tiempo se estima obtener 170 l/d de un subproducto líquido que se utilizaría como fertilizante orgánico aplicado a través de riego en la superficie arbolada de la planta.

Cabe acotar que el modelo planteado es a escala demostrativa, pudiendo ampliarlo al procesamiento de la totalidad de la planta.

El proyecto se encuentra en la etapa de montaje y armado de los equipos, sin embargo por medio del diseño de la unidad de Biodigestión Anaeróbica Demostrativa, se ha establecido una metodología diferente de abordaje a las FORSU, que la tradicional compostación de las mismas.

Por otra parte, la participación en el proyecto de los organismos que administran la energía eléctrica y quienes realizan el tratamiento de los RSU, junto con el INTI que posee el conocimiento de la tecnología, configuran un resultado que aumenta las posibilidades de éxito del proyecto.

Este proyecto pretende suplir la energía utilizada para la iluminación interior de la planta y generar el agua caliente para los baños y duchas de la planta. Asimismo como meta global se persigue un modelo de intervención para incentivar a los municipios de la región a que adopten un sistema sustentable de gestión de residuos.

Como se ha mencionado, la sinergia de los organismos involucrados en el proyecto, los que persiguen como fin el aprovechamiento de los recursos para la generación de energías renovables, posibilitó que se planifique, apruebe y se dispongan los recursos para la concreción del emprendimiento.

El INTI se pone a disposición de la provincia en esta iniciativa tecnológica, aportando el conocimiento y la innovación al servicio del agregado de valor de los materiales recuperados en plantas de clasificación de residuos urbanos.

Ricota y queso ⇒ Suero, estiércol

⇒ Biogás

3.6. DESARROLLO DE PROTOTIPO DE BIODIGESTOR PARA PEQUEÑAS UNIDADES PRODUCTIVAS LÁCTEAS CON PRODUCCIÓN DE LECHE INTEGRADA

En la provincia de Buenos Aires hay alrededor de 170 pequeñas fábricas de productos lácteos que procesan menos de cinco mil litros de leche diarios. Gran parte de estos establecimientos cuentan, además, con producción propia de leche. Entre los productos que elaboran en mayor proporción, además de los quesos de pasta blanda y semidura, se encuentra la ricota. El lactosuero generado como subproducto de la elaboración de ricota se termina volcando a los efluentes líquidos industriales, lo que termina causando un impacto negativo al suelo y a los cursos de agua. El principal problema es que el lactosuero posee altas cargas orgánicas lo cual dificulta su tratamiento mediante sistemas convencionales.

R. Rodríguez, F. Bailat, F. Flesler, J. di Risio, M. Cornacchini, A. Toledo, M. Gonzalez
 INTI-Ambiente, INTI-Lácteos
 ruthr@inti.gob.ar; atoledo@int.gob.ar

A partir de esta problemática INTI-Lácteos solicitó a INTI-Ambiente un estudio de prefactibilidad para el desarrollo de un prototipo de biodigestor para pequeñas unidades productivas lácteos con producción de leche integrada. Se decidió estudiar en este caso la realización de una codigestión con lactosuero y estiércol de los corrales para la generación de biogás como energía alternativa.

Los objetivos del proyecto apuntan, además de la realización de dicho estudio de prefactibilidad, a cubrir una fracción de la demanda energética de la planta a través de la generación de biogás, reduciendo el consumo y costos de energías convencionales utilizadas actualmente. De este modo también se cumple con la meta de llevar soluciones tecnológicas a las pequeñas unidades productivas rurales, a partir de la valorización de los residuos y de la reducción del impacto ambiental.

La metodología de trabajo se basó en realizar estudios experimentales de caracterización de ambos sustratos (lactosuero de ricota y estiércol) y balances para cuantificar la generación de biogás y poder diseñar los reactores necesarios.

El establecimiento estudiado, ubicado en la localidad de Brandsen, provincia de Buenos Aires, produce 1500 litros de leche diarios y produce mensualmente 3000 kilos de queso mozzarella y 900 kilos de ricota.

En los ensayos de digestión anaeróbica realizados desde el año 2012 para estudiar la depuración del lactosuero de ricota y su valorización energética, se obtuvieron resultados muy favorables en el sentido de que confirmaron el alto potencial de generación de biogás de este subproducto.

En el caso de estudio, profesionales de INTI-Lácteos relevaron que los residuos factibles a ser utilizados como sustratos biodigeribles son: el lactosuero proveniente de la elaboración de ricota (7500 litros por mes) y el estiércol vacuno de los corrales correspondiente a 58 vacas.

En la siguiente Tabla se resumen los residuos que serán utilizados como sustratos en la biodigestión.

SUSTRATO	CANTIDAD (kg/día)
Lactosuero de ricota	250
Estiércol bovino	505
Total	755

Tabla 1. Sustratos disponibles.

SUSTRATO 1	pH	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (g/100ml)	SSV (g/100ml)
Lactosuero de ricota	5,4	68.883	48.998	7.743	7.743

Tabla 2³. Caracterización del lactosuero de ricota.

SUSTRATO 2	ST (g/100g)	SV (g/100g)
Estiércol bovino	18	86

Tabla 3⁴. Caracterización del estiércol bovino.

Además se realizaron las siguientes determinaciones específicas sobre la muestra de lactosuero de ricota.

CARACTERÍSTICAS	LACTOSUERO DE RICOTA
pH	6,26
Acidez (°Dornic)	12,70
Materia grasa (g/100 g)	0,60
Sólidos totales (g/100 g)	6,80
Proteínas (g/100 g)	1,29
Lactosa (g/100 g)	4,51
Cenizas (g/100 g)	0,58

Tabla 4. Características generales del lactosuero de ricota.

Actualmente la empresa consume 2 m³ de Gas Licuado Propano (GLP) por mes para uso doméstico y de la caldera. La alternativa de tratar el suero de ricota y estiércol de los corrales, con un proceso de biodigestión, es aprovechar el poder calorífico de estos residuos para transformarlos y generar energía.

Se realizaron balances de energía evaluando el potencial energético de los sustratos para determinar si es factible cubrir esa demanda.

(3) DQO: Demanda Química de Oxígeno, DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno, SST: Sólidos Suspendidos Totales, SSV: Sólidos Suspendidos Volátiles.

(4) ST: Sólidos Totales, SV: Sólidos Volátiles.

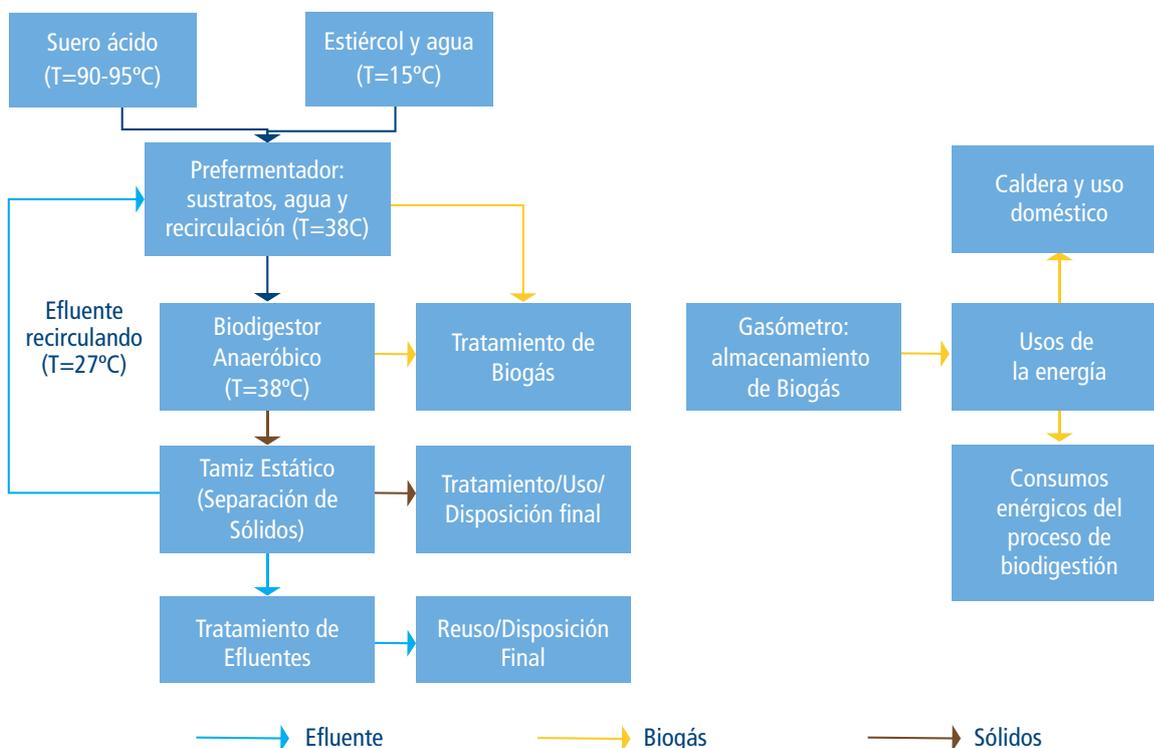
TIPO	LACTOSUERO DE RICOTA	ESTIÉRCOL LÍQUIDO
Biogás m³/t SV	750	255
Metano Vol%	53	60
Biogás m³/t Sustrato fresco	45,90	39,47

Tabla 5. Potencial energético de los sustratos.

El estudio de prefactibilidad de biodigestión a partir del uso de lactosuero de ricota y estiércol bovino, técnicamente es viable de acuerdo a los requerimientos energéticos declarados por el establecimiento. El biogás generado abastece esta necesidad y los consumos internos del biodigestor. Además, se pueden estudiar otros usos posibles.

Considerando el poder calorífico del biogás y una eficiencia del biodigestor del 80%, se obtienen un valor potencial de generación de biogás entre 10 y 14 m3/d, lo que representa 50,62 KW-h/día de energía térmica para cubrir los requerimiento de la caldera.

En el siguiente esquema se describen las unidades de biodigestión.



El biodigestor estará provisto de un agitador, y estará aislado térmicamente. El biogás se acumulará en la cúpula y tendrá un tratamiento biológico. Las dimensiones principales son:

DIMENSIONES DEL BIODIGESTOR	
Volumen total	50 m ³
Altura total (H)	4,75 m
Altura útil (h)	3,80 m
Diámetro (D)	4 m

Tabla 6. Dimensiones del biodigestor.

En el estudio de prefactibilidad se determinaron las dimensiones y materiales de todas las unidades del sistema de biodigestión, tipo de aislante, y especificaciones de equipamiento electromecánico tales como potencia y tipo de agitadores, bombas y tamiz estático.

Se pretende poder instalar este prototipo en un establecimiento similar al estudiado para luego poder replicarlo en el territorio y reducir el consumo y costos de energías convencionales utilizadas actualmente.

Desde el punto de vista ambiental se lograría reducir la carga orgánica del suero para luego ser tratado como un efluente líquido en una planta de tratamiento convencional. También se pueden realizar estudios complementarios para evaluar la posibilidad de su reuso como fertilizante líquido.

Aceite usado \Rightarrow Biodiesel, giresol, aserrín \Rightarrow Biogás

3.7. OBTENCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

La escuela-taller de la Asociación del Departamento de Colón de Ayuda al Discapacitado (ADCADIS) de la ciudad de Colón, Entre Ríos, brinda apoyo y capacitación a 50 alumnos en diferentes talleres laborales: panadería, telar, carpintería, huerta, vivero y producción de biodiesel, realizando sus actividades en forma semanal y en doble jornada. Además cuenta con comedor propio.

A. Barlatey, C. Cousido

INTI-Entre Ríos

barlatey@inti.gob.ar;

ccousido@inti.gob.ar

Bajo el proyecto BioColón se desarrolla la producción de biodiesel a partir de aproximadamente mil litros de aceite vegetal usado por mes, aceite que un grupo de alumnos recolecta de domicilios particulares y locales gastronómicos de la ciudad ubicada a orillas del río Uruguay. Luego el biocombustible es comercializado para su utilización en maquinarias y vehículos de particulares y/o municipales. De este proceso productivo se generan subproductos: glicerol principalmente y aserrín embebido en aceite, que no reciben un adecuado tratamiento por lo que generan un impacto ambiental negativo.

Esto, sumado al incremento en los costos del gas líquido como el Gas Licuado de Petróleo (GLP) utilizado en la cocina del comedor, y de leña (empleada como combustible para calefacción en el proceso de producción de biodiesel y el horno de panadería) ha motivado el diseño de la Planta de Producción de Biogás, para tratar los subproductos de la producción de biodiesel y los residuos orgánicos generados en el comedor de la institución.

Como productos de la degradación biológica de la materia orgánica por actividad de las bacterias anaeróbicas se tiene biogás (combustible gaseoso compuesto aproximadamente por 60% CH_4 y 40% CO_2) y un fertilizante orgánico rico en nutrientes (Nitrógeno, Potasio). El biocombustible gaseoso se ha propuesto consumirlo para calefacción directa del reactor donde se lleva a cabo la reacción de producción de biodiesel, otra fracción para ser quemada en caldera para calentamiento de agua a ser empleada en la calefacción del biodigestor y otra parte en el horno de panadería. Mientras que el fertilizante orgánico se propone utilizarlo para riego de la huerta y los jardines del establecimiento escolar.

Con este diseño se logra generar energía renovable por medio de biodigestión anaeróbica y la posibilidad real in-situ de lograr importantes ahorros energéticos en el establecimiento educativo como así también se evita la emanación de malos olores, ayuda a conservar el medioambiente evitando vertidos contaminantes, minimizar el impacto ambiental, reducir el costo económico de las actividades de los talleres y preservar las reservas nacionales de fuentes de energías no renovables. Se obtiene entonces no solo un correcto tratamiento de los efluentes generados en la planta de biodiesel de ADCADIS, sino además un beneficio social y desarrollo regional sustentable a través de la utilización de energías verdes.

Paralelamente este desarrollo tecnológico permite complementar en un establecimiento educativo la producción de dos energías verdes, lo cual contribuye a concientizar a la sociedad en la preservación y utilización eficiente

de los recursos naturales existentes en el país, en la optimización de consumos energéticos, en la protección del medioambiente y en la promoción del uso de tecnologías limpias para lograr un desarrollo sustentable de la sociedad.

El biodigestor de 12 m³ ha sido diseñado para tratar los residuos de dos reacciones de producción de biodiesel al mes y los orgánicos generados a diario en ADCADIS. Mientras que el gasómetro ha sido diseñado para almacenar una cantidad de biogás equivalente a cuatro días de inactividad en el establecimiento escolar, por ello se instalan dos gasómetros de 22 m³ cada uno y además cuenta con un espacio destinado al depósito de la materia prima para alimentar el biodigestor.

Durante el desarrollo del proyecto se han registrado minuciosamente los inconvenientes que fueron presentándose, a fin no sólo de resolverlos, sino también de evitarlos en otros proyectos. Por ejemplo la utilización de envases de agroquímicos para el almacenamiento de aceite vegetal usado provocó una contaminación en el proceso productivo de biodiesel y consecuentemente la inhibición de las bacterias productoras de biogás. También se registró un error en la trituración de los residuos orgánicos de la cocina previo al ingreso al biodigestor, y un incorrecto modo de agitarlo, lo que generó una capa flotante que imposibilitó al gas salir a la superficie para acumularse en el gasómetro. Otro inconveniente surgió a partir de intensas lluvias que provocaron que el tanque se salga del pozo donde debía estar emplazado con toda la aislación instalada, lo que sucedió debido a que no se había completado con agua el tanque hasta el nivel del suelo para inmovilizarlo.

Aceite usado ⇨ Biodiesel

3.8. PLANTA EXPERIMENTAL DE BIOGÁS

Los Aceites Vegetales Usados (AVUs) son los utilizados en el proceso de fritura de alimentos que han alcanzado un grado de deterioro que justifica su descarte y no su reutilización para consumo humano.

Nicolás Apro
INTI-Cereales y Oleaginosas
napro@inti.gov.ar

En Argentina los aceites de fritura procedentes del sector hotelero, restauración colectiva y cocinas industriales, representan un problema medioambiental de consideración. Un pequeño porcentaje se recoge como vertido controlado por pocas empresas especializadas en la gestión de este residuo y se emplea como materia prima en la fabricación de jabones y biocombustible.

Sin embargo, la mayor parte de los AVUs presentan una inadecuada gestión generando efectos negativos en el medioambiente y en la población, por ejemplo la contaminación del suelo por derrames y disposición inadecuada; el deterioro de tuberías y alcantarillado por obstrucciones, inundaciones, plagas; el incremento de costos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales; la contaminación de cursos de agua como arroyos, ríos y canales; el daño a la salud por procesos de fritura inadecuados y desconocimiento del punto ideal de descarte, y los daños a la salud por reutilización del AVU como insumo de otros alimentos.

En 2007 el Centro de Cereales y Oleaginosas del INTI atendió la demanda de la empresa RBA Ambiental (Ecopor SA) y en el año 2008, junto a la empresa, se realizó la presentación del proyecto "Recolección, reciclado de aceites usados de fritura y desarrollo de procesos para la obtención de productos con mayor valor agregado a partir de estos aceites" para su financiamiento a través de las herramientas Créditos a Empresas (CAE) y Aportes No Reembolsables (ANR) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).

Mediante este proyecto el Centro INTI-Cereales y Oleaginosas estudió la problemática medioambiental del AVU, y analizó el proceso de gestión de aceites utilizados para frituras, desde la compra del aceite más adecuado hasta la determinación de su punto de descarte y disposición final, como así también las alternativas de utilización del AVU como materia prima para productos con mayor valor agregado. El centro también asesoró técnicamente a Ecopor SA en el desarrollo de procesos y productos a partir de AVUs como por ejemplo biodiesel y otros insumos para la industria química, veterinaria y de agroquímicos.

En el marco del mencionado proyecto, la firma Ecopor SA ha alcanzado mejoras tecnológicas como el desarrollo de un nuevo equipo de recolección de AVUs por aspiración con tanques cisterna y la optimización del proceso de tratamiento y refinación del AVU para su uso posterior en el desarrollo de nuevos productos. Además se realizó el diseño y construcción de una planta de biocombustibles de segunda generación (obra aún no finalizada), integrada a la planta actual de reciclado, que le permitirá procesar íntegramente los aceites que recupera en el proceso por batch.

Paralelamente, el Centro de Cereales y Oleaginosas ha trabajado en la correcta gestión del aceite de fritura, previo a convertirse en AVU. En este eje se diseñó una

capacitación para la elección del aceite estable al proceso de fritura y en Buenas Prácticas de Fritura (BPF) dirigida al sector gastronómico.

Con conocimiento de las BPF, este sector haría un uso racional del aceite, lo que generaría una reducción de costos al poder utilizarlo por más tiempo y, conociendo la manera correcta de determinar el punto de descarte, no dejarían de usar el aceite que aún no presenta un deterioro considerable.

En esta línea de trabajo, en el año 2009 (y nuevamente en el 2010) se elevó al Ministerio de Salud de la Nación una propuesta de modificación del artículo 552 bis del Código Alimentario Argentino (Capítulo VII, Res. 2012, 19/10/84) que se encuentra desactualizado ya que lo regulado no contempla el deterioro global del aceite sometido al proceso de fritura. La propuesta presentada al ministerio incluye la adopción de la determinación del porcentaje de Compuestos Polares Totales como indicador del grado de deterioro global que ha sufrido el aceite durante su empleo en el proceso de fritura, contemplando no sólo el empleo de las metodologías analíticas oficiales para su determinación sino también el uso de instrumentos portátiles que presentan elevada correlación con la metodología oficial y óptima reproducibilidad.



Recursos Naturales

Agua residual ⇒ Recirculación

Lucas Zubiaurre;
Juan Esteban Puga
 INTI-Mar del Plata
 juanz@inti.gov.ar;
 jpuga@inti.gob.ar

4.1. RECUPERACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE AUTOCLAVES

La problemática a resolver es la cantidad de agua consumida en el proceso productivo de la conservera ya que la condición en la que se vuelca el efluente (agua de enfriamiento) cumple con todos los parámetros respecto a su composición.

El proceso de esterilización cuenta con seis autoclaves, cuatro de 5,2 m³ y dos de 9,3 m³ de capacidad. Además se dispone de un tanque de 35 m³ reservado sólo para el proceso de enfriamiento. En promedio se utilizan 8 m³ por ciclo, procesando 6 ciclos por autoclave. Si se consideran las 6 autoclaves y que la jornada laboral es de 5 días a la semana, se obtiene un valor aproximado de 288 m³ diarios, es decir, 1440 m³ semanales de agua utilizada sólo en el proceso de enfriamiento de las autoclaves.

A partir de los datos obtenidos en las mediciones y los cálculos de caudales realizados, se recomienda una recirculación del agua de cola de autoclave a través de la siguiente secuencia de operaciones (Figura 1).

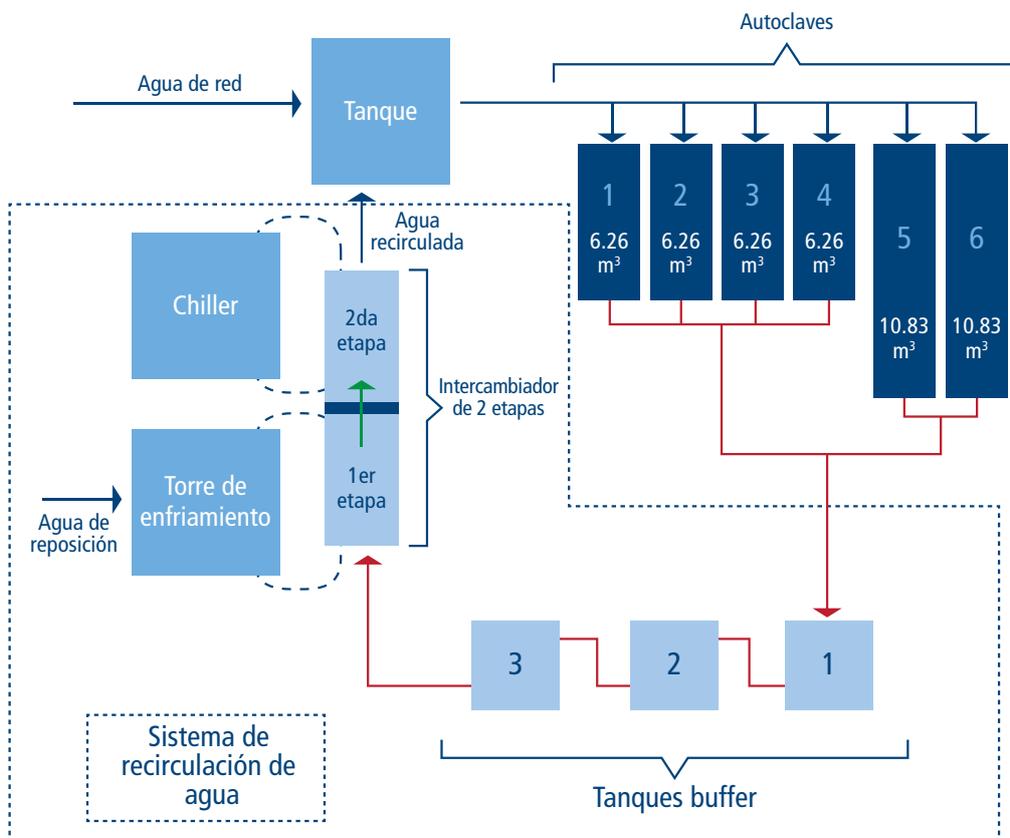


Figura 1. Sistema de recirculación de agua.

El sistema de recirculación de agua consta de dos etapas: una de homogenización de temperatura y otra de enfriamiento.

Homogenización de Temperatura: el agua de cola de las autoclaves es llevada hasta los tanques buffer mediante una bomba automatizada ubicada en una cámara a la cual llegan las canaletas de desagüe. Este sistema buffer está compuesto por 3 tanques de 7 m³ cada uno, conectados en serie, permitiendo un proceso de flotación de los aceites que pueden llegar a quedar en el agua a tratar.

Actúan como homogeneizadores de la temperatura del agua de cola haciendo que alcance un cierto valor a la salida del último tanque. Esto permitirá que trabaje en forma eficiente y con un salto térmico más estable.

Enfriamiento: el agua proveniente de los tanques buffers es enfriada al circular por un intercambiador de placas paralelas de 2 etapas, intercambiando calor con una torre de enfriamiento en la primera etapa y con un chiller en la segunda.

Intercambiador de Calor a Placas (ICP) de 2 etapas

El fluido caliente (rojo) y el fluido frío (azul), intercambian su calor a través de las placas corrugadas. Cada dos placas se forma un canal de circulación. El caudal total del fluido se divide en partes iguales por la cantidad de placas del intercambiador y este se vuelve a dividir por la cantidad de subcanales internos de cada placa. Este hecho eleva la velocidad de circulación formando un flujo turbulento, que optimiza el intercambio de calor y disminuye el riesgo de incrustaciones. Al final del recorrido total de cada placa, el fluido logra alcanzar el 100% de su temperatura.

Es fácilmente desarmable para su mantenimiento. Posee un cierre estanco que agiliza el mantenimiento del equipo. Los intercambiadores de calor de placas utilizan placas corrugadas ordenadas entre una placa de presión móvil y otra fija. Los distintos patrones de corrugado dependen de la presión máxima de operación, del tipo de fluido o la posibilidad de tener sólidos disueltos en circulación. El patrón de corrugado, estampado en cada placa de intercambio, produce una tasa de transferencia térmica más alta mediante la generación de un flujo turbulento y una distribución a lo largo de toda la superficie.

En la primer etapa se busca realizar el mayor salto térmico con el menor costo posible haciendo uso y aprovechamiento del intercambio de calor con el medioambiente a través de una torre de enfriamiento. En la segunda etapa se busca realizar el salto térmico restante de forma más controlada, llegando siempre a la temperatura final deseada para reingresar al proceso de enfriamiento de las autoclaves. Se recomienda realizar una limpieza semanal del sistema para evitar que los ácidos grasos presentes en el agua se adhieran a las paredes de los tanques y del intercambiador de placas.

A partir del sistema de recuperación de agua de autoclaves propuesto se estima que la empresa tendrá un ahorro en el consumo de 1.400 m³ de agua semanales y en consecuencia una reducción de los costos del proceso productivo en general. La implementación de este sistema implica una mejora en la gestión ambiental de la empresa, dado que se integra la fase productiva industrial desde un punto de vista tecnológico y económico a través del desarrollo y la incorporación de tecnologías limpias que permiten la reducción del consumo de agua potable y la emisión de efluentes líquidos.

Remoción de arsénico

⇒ Fitorremediación

N. García ⁽⁴⁾, J. Brun ⁽⁴⁾,
M. A. Schütz ⁽⁴⁾, W. Muiño ⁽²⁾,
A. Sampedro ⁽²⁾, L. Merini ⁽³⁾, R. Grasso ⁽⁴⁾
INTI-La Pampa (4) Universidad Nacional
de La Pampa (2), INTA-Anguil (3),
Centro Regional de Educación
Tecnológica (CERET) (4)
aschutz@inti.gov.ar

4.2. FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS DE RECHAZO PROVENIENTES DE UN PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA

El objetivo general del proyecto es determinar la viabilidad de remoción de arsénico y sales obteniendo agua para riego o fines recreativos, en aguas de rechazo proveniente de la osmosis inversa, mediante la tecnología de fitorremediación (humedal) con plantas nativas de la provincia de La Pampa.

Se apunta a evaluar la adaptación de dos especies nativas de la provincia de La Pampa, del genero Schoenoplectus (*S. californicus* y *S. americanus*) perteneciente a la familias Ciperáceas, en condiciones controladas. Y luego evaluar la eficacia de dichas especies seleccionadas para la remoción de arsénico (As) y otros componentes de las aguas de rechazo provenientes del tratamiento por ósmosis inversa a través de la cuantificación de este elemento por espectrofotometría de absorción atómica.

También se estudian los principales procesos responsables de la remoción de As y otros componentes como Carbonato sódico residual, Sales totales, Cationes: Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , y Aniones: SO_4^{-2} , Cl^- , CO_3^{-2} , HCO_3^- , PO_4^{-3} , en un humedal de flujo subsuperficial a escala piloto, por medio de las especies *Schoenoplectus californicus* y *Schoenoplectus americanus*.

Por último, se evaluará el diseño y construcción del modelo experimental del humedal y su transferencia al modelo real.

Este proyecto surge a partir de la conformación de un equipo interdisciplinario formado por las siguientes instituciones: Estación Experimental Agropecuaria Anguil del INTA, el Centro Regional de Educación Tecnológica (CERET), la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa y el Centro INTI-La Pampa.

La propuesta de este trabajo de investigación se inició a partir de la problemática de varias localidades de la provincia de La Pampa de proveer agua potable. En la zona se utiliza la técnica de osmosis inversa para el tratamiento de agua con arsénico que, si bien permite obtener agua en condiciones de consumo humano, genera un residuo denominado "aguas de rechazo". Además de desechar un gran volumen de agua, estas poseen una alta concentración de arsénico y otros componentes como los ya mencionados, provocando daños al ambiente, como la contaminación del suelo, y a la salud humana.

Con el fin de sanear esta situación se elaboró el modelo experimental y se propuso la evaluación del proceso de fitorremediación con especies vegetales nativas sobre las aguas de rechazo provenientes del proceso de ósmosis inversa.

A partir de este modelo se toman muestras y parámetros de seguimiento del desarrollo de las plantas en el humedal, y se realiza un monitoreo de las variables del proceso. Posteriormente se evalúan los resultados a efectos de corroborar los objetivos, para luego plasmar las extrapolaciones a una escala real.



Figura 1. Imágenes de las dos especies seleccionadas para esta experiencia.

Con el fin de realizar una experiencia que permita estudiar el comportamiento del sistema planteado y experimentar con diferentes tipos de especies nativas de la provincia, se construirán humedales a escala piloto, con el objeto de determinar su efectividad en la remoción del arsénico proveniente de las aguas de rechazo, después del tratamiento de ósmosis inversa.

El modelo experimental se montará en las instalaciones del CERET en la ciudad de General Pico y las especies vegetales nativas serán recolectadas de la laguna La Arocena, ubicada en los predios del Parque Recreativo Delfín Pérez. El agua de rechazo será obtenida de un sistema de ósmosis inversa con alta carga de arsénico.

Como resultado de este proyecto se espera poder desarrollar un sistema de fitorremediación con plantas nativas y poder obtener agua para riego o para uso recreativo, aportando a los beneficiarios una técnica de fácil acceso y de bajo costo. Las ciperáceas *S. californicus* y *S. americanus*, son dos especies de amplia distribución que prosperan en ambientes acuáticos de la provincia de La Pampa y con las cuales tenemos expectativas de buen comportamiento en la retención de cationes en sus tejidos cuando se las cultiva en ambientes irrigados con aguas de rechazo de la ósmosis inversa.

Con esta experiencia se pretende además determinar la concentración de arsénico en las muestras recolectadas de la solución de los humedales, por espectrofotometría de absorción atómica. Asimismo, se estudiará la adaptación de las dos especies de plantas nativas utilizadas en la experiencia.

El trabajo sumará una nueva herramienta biotecnológica que aportará conclusiones sobre el funcionamiento de los humedales en determinadas condiciones ambientales para, luego, transferir la metodología y resultados a un modelo real.

Permitirá, además, sumar experiencia en lo que se refiere a ensayos de las especies vegetativas y en las muestras de agua, de modo que sirvan como referencia para otros proyectos o investigaciones tanto de carácter provincial como nacional.

También se pretende lograr una herramienta que permita la transferencia tecnológica a los efectos de solucionar un problema concreto cuya aplicación redunde en una mejora de las condiciones ambientales y el tratamiento de efluentes de un proceso.

Contaminación en suelo

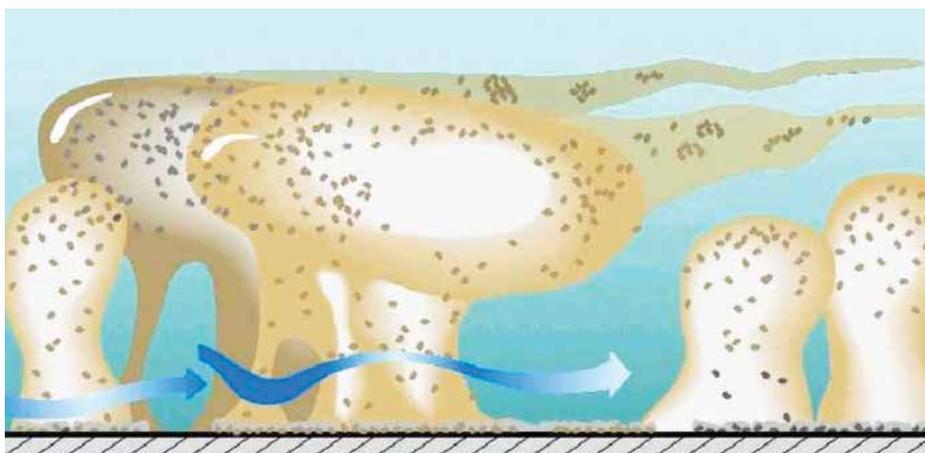
⇒ Biofilms

4.3. ESTUDIO SOBRE FORMACIÓN DE BIOFILMS EN BACTERIAS DEL SUELO

El presente trabajo se realiza como una tesis doctoral en el área de biofilms bacterianos, con el objetivo de generar desarrollos biotecnológicos acordes a los lineamientos y necesidades del INTI.

Alicia Supanitsky
INTI-Celulosa y Papel
asupanit@inti.gov.ar

El estudio de la adherencia de los microorganismos a las distintas superficies, tanto bióticas como abióticas, es central en el proyecto ya que ésta condiciona la formación de biofilms y sus consecuencias en el área industrial (contaminación de un sistema por la actividad microbiana del biofilm) y del medioambiente (biofertilización, biorremediación y tratamiento de efluentes).



Estructura de un biofilm.

Los biofilms o biopelículas bacterianas son comunidades de bacterias intercomunicadas que crecen embebidas en una matriz de exopolisacáridos adheridos a una superficie inerte o a un tejido vivo. El crecimiento en biofilm está directamente relacionado con las condiciones del ambiente.

De especial interés agrícola resulta el estudio de biofilms formados por rizobios (bacterias simbiotes de plantas leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico) tanto como de otras rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR por su sigla en inglés).

Como objetivo general del trabajo buscamos correlacionar la capacidad de formar biofilms en bacterias del suelo con su "desempeño" en el ambiente (capacidad de supervivencia, infectividad, competencia y promoción del crecimiento vegetal) y a su vez con la historia de cada suelo de proveniencia, en el marco del Proyecto de Área Estratégica (PAE) plurianual: Biología del Suelo y Producción Agraria Sustentable.

En una primera aproximación estudiamos distintas condiciones de cultivo in vitro que influyen en la formación de biofilms y fenotipos relacionados en rizobacterias (sobre organismos de referencia y sobre aislamientos autóctonos provenientes de suelos sometidos a distintas prácticas agrícolas de nuestro país).

Pretendemos, además, estudiar la adherencia/formación de biofilm en *Mesorhizobium loti* MAFF 303099, bacteria simbiote de *Lotus* spp. como modelo de interés agrícola. Dicho estudio se centraliza en la construcción y caracterización de mutantes deficientes en la producción del exopolisacárido (EPS), molécula relacionada con la formación de biofilm.

Resultados y conclusiones

CEPAS DE REFERENCIA

En términos generales, podemos decir que la capacidad formadora de biofilms varía considerablemente con la cepa, especie y género del rizobio ensayado y las condiciones de cultivo.

La agitación mecánica induciría una mayor capacidad de unión a la superficie (poliestireno), situación bastante generalizada dentro de los organismos estudiados. Se observó además que los medios de cultivo mínimos favorecen la formación de biofilm. En todos los casos estudiados encontramos alguna condición en la cual las bacterias formaron biofilm en mayor o menor medida (biofilm como propiedad universal).

AISLAMIENTOS AUTÓCTONOS (EN DESARROLLO)

Resultan de gran interés biotecnológico por sus propiedades como PGPR y en biorremediación los géneros *Pseudomonas* y *Burkholderia*.

Con respecto a las *Pseudomonas* estudiadas pudimos observar que aunque trabajamos con aislamientos de una misma especie existen grandes variaciones, inclusive entre bacterias provenientes de un mismo ambiente.

Aparentemente las *Pseudomonas* rizosféricas (bacterias que habitan en las inmediaciones de las raíces de las plantas) poseen una capacidad formadora de biofilms significativamente mayor a aquellas aisladas del suelo. En *Burkholderia*, se encontró gran variación en su capacidad de formación de biofilm in vitro. Se observaron resultados muy diversos con respecto a los fenotipos asociados a biofilm en ambos géneros.

MUTAGÉNESIS EN MESORHIZOBIUM LOTI MAFF 303099

Nuestros resultados sugieren que en *M. loti* MAFF303099, la producción EPS I es requerida para la formación de biofilm y nodulación.

(La formación de nódulos en las raíces de leguminosas es inducido por los rizobios. En dichas estructuras las bacterias fijan el N² atmosférico).



Nódulos en raíces de Lottus Lottus.

Interés Industrial

1. BIOFILMS COMO HERRAMIENTA BIOTECNOLÓGICA: BIORREMEDIACIÓN

Altamente eficientes y de bajo costo

Alta transferencia genética (plásmidos para degradación de xenobióticos)

Alta biomasa

Mantenimiento de las condiciones óptimas

Alta habilidad para secuestrar ó inmovilizar compuestos:

1. Biosorción (secuestro pasivo, EPS, LPS)

2. Bioacumulación (microorganismos bajo influencia)

Quimiotaxis

Tratamiento de efluentes líquidos: reactores basados en biofilms (grandes volúmenes de soluciones acuosas)

2. BIOFILMS COMO PROBLEMÁTICA EN LA INDUSTRIA

Contaminación de sistemas en general: aumento del costo energético

Contaminación de agua para consumo humano

Biocorrosión

Biodeterioro



INTI

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Parque Tecnológico Miguelete

Avenida General Paz 5445
B1650KNA San Martín
Buenos Aires, Argentina

Gerencia de Calidad y Ambiente

INTI-Ambiente

Edificio 50

Teléfono (54 11) 4724 6200 / 300 / 400

Interno 6035 / 6025

Directo (54 11) 4724 6349

Correo intiambiente@inti.gov.ar

Sitio web www.inti.gov.ar/ambiente



www.inti.gov.ar

0800 444 4004

consultas@inti.gov.ar

 INTI

 @INTIargentina



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

