

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

—
LA BIOMASA
**PARA USO
ENERGÉTICO
COMO NEGOCIO
SUSTENTABLE**

CUADERNO TECNOLÓGICO N°21

Autor:

Miguel Broto Cartagena

Consultor internacional especialista
en el tema, provisto en el marco del
contrato con Eptisa de España

Diciembre de 2015



INTI



Unión Europea

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL



Unión Europea

Delegación de la Comisión Europea en Argentina
Ayacucho 1537
Ciudad de Buenos Aires
Teléfono (54-11) 4805-3759
Fax (54-11) 4801-1594



INTI



Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490
Fax (54 11) 4752 5919

www.ue-inti.gob.ar

CONTACTO

Información y Visibilidad: Lic. Gabriela Sánchez
gabriela@inti.gob.ar

—
LA BIOMASA
PARA USO
ENERGÉTICO
COMO NEGOCIO
SUSTENTABLE

CUADERNO TECNOLÓGICO N° 21

Autor:

Miguel Broto Cartagena

Consultor internacional especialista en el tema,
previsto en el marco del contrato con Eptisa de España

Diciembre de 2015



INTI



Unión Europea

INDICE

I. INDICE DE TABLAS.....	3
II. ABREVIACIONES UTILIZADAS.....	3
1. PRESENTACIÓN	4
2. INTRODUCCIÓN	6
3. ANÁLISIS INICIAL	10
4. OPCIONES DE NEGOCIO. ASPECTOS GENERALES	20
5. OPCIONES DE NEGOCIO. BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS.....	22
6. OPCIONES DE NEGOCIO. ENERGÍA.....	29
7. OPCIONES DE NEGOCIO. OTRAS LÍNEAS DE NEGOCIO	32
8. CAMPO DE AVANCE COMPLEMENTARIO.....	33
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precio de la energía de diferentes combustibles
Tabla 2. Poder calorífico de la madera en función de la humedad
Tabla 3. Desglose orientativo de costos en la producción de pellet de madera
Tabla 4. Poder calorífico de la madera en función de la humedad
Tabla 5. Desglose orientativo de costos en la producción de pellet de madera

ABREVIACIONES UTILIZADAS

ANR	Aporte no reembolsable
ESE	Empresa de servicios energéticos, ESCO en inglés
GEI	Gases efecto invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
NEA	Región Noreste de Argentina
NOA	Región Noroeste de Argentina
PCI	Poder calorífico inferior
RAC	Residuo agrícola de cultivo, maloja
RdD	Red de Distrito (DH, District Heating, en inglés)

1. PRESENTACIÓN

La Unión Europea y el INTI firmaron un convenio de financiación destinado a mejorar la competitividad de las miPyMEs del norte argentino acercando respuestas tecnológicas apropiadas al nuevo entorno productivo industrial. Los responsables de la ejecución del Proyecto "Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local" son el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en representación del gobierno nacional, y la Delegación de la Unión Europea en Argentina.

Durante más de medio siglo, el INTI ha construido capacidades profesionales e infraestructura tecnológica de relevancia que lo posicionan hoy como actor importante para aportar innovación tecnológica aplicada a los procesos productivos de toda la economía y para el desarrollo de soluciones industriales que incrementen la productividad y la competitividad de la industria nacional.

Con la ejecución de este proyecto se busca acercar la tecnología y las capacidades técnicas a las regiones de menor desarrollo relativo del país, poniendo a disposición de las miPyMEs y Pymes los medios para satisfacer las demandas de mejora de eficiencia y calidad de sus productos y/o servicios para dar un salto cualitativo en cada una de las provincias del NOA y NEA.

Por tanto, a través de un diagnóstico y evaluación de necesidades tecnológicas hecho en articulación con los gobiernos provinciales, se diseñó un plan de acción sectorial que se implementará hasta el 2015, en cinco sectores industriales determinados como prioritarios: industrialización de alimentos, curtiembre, textil, y metalmecánica junto a la gestión medioambiental como eje transversal a los sectores industriales anteriores.

El proyecto Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local surge como parte de las acciones de vinculación internacional del INTI, en donde la cooperación técnica con organismos públicos y privados del mundo -presentes en el campo tecnológico- favorecen el intercambio de conocimientos como elemento fundamental para el desarrollo industrial local.

En esa dirección, uno de los componentes de este proyecto es la convocatoria de especialistas en diversas temáticas, para cumplir con misiones de trabajo en nuestro país. El objetivo de cada misión es brindar capacitaciones específicas a técnicos de las provincias norteñas, de acuerdo a la especialidad de cada experto, a grupos de trabajo de Centros Regionales de Investigación y Desarrollo así como a Unidades Operativas que conforman la red INTI, y brindar asistencia técnica a las miPyMEs que acompañen el desarrollo de las actividades del proyecto. Además, mantienen entrevistas con actores locales quienes constituyen un recurso esencial y estratégico para alcanzar los objetivos planteados.

La publicación que se dispone a conocer ha sido concebida como resultado de una misión técnica de uno de los expertos intervinientes en este proyecto. Cada experto al finalizar su trabajo en el país, elabora un informe técnico con recomendaciones para el fortalecimiento del sector para el cual fue convocado y que da lugar a la presente producción, editada con el propósito de divulgar los conocimientos a partir de las necesidades

detectadas y los resultados del intercambio efectivo hecho en territorio, conjugando los basamentos teóricos con la realidad local.

Dra. Graciela Muset

DIRECTORA DEL PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión de la Unión Europea.

2. INTRODUCCIÓN

El contenido de este cuaderno, que incorpora también la experiencia de la misión desarrollada durante los meses de mayo y junio de 2015 principalmente en las regiones NEA y NOA de Argentina, tiene por objeto servir de ayuda en el planteo de negocios sustentables basados en la biomasa para uso energético. Negocios entendidos no sólo como transacciones aisladas, que ya existen, sino articuladas en un mercado continuo y completo que signifique la existencia de un sector bioenergético de funcionamiento autónomo y con impacto en la economía, el empleo y la generación de energía en especial, aunque no exclusivamente, en áreas periféricas de la nación.

El concepto de biomasa para uso energético, es decir generación de bioenergía, es subjetivo. Hay condiciones objetivas, como su origen biológico o su estado sólido, un estado que condiciona su manipulación y combustión y aconseja procesos de transformación que lo acerquen a un fluido. El uso energético es, en cambio, un concepto relativo, ya que toda la biomasa es susceptible de generar energía: se exige que sea técnica y económicamente accesible.

La accesibilidad técnica establece la diferencia entre biomasa y biocombustible. La biomasa, que puede ser un residuo, un subproducto o un producto necesita convertirse en biocombustible. Ser accesible técnicamente para el uso energético implica que pueda ser transportada y almacenada, alimentar dispositivos y ser consumida en ellos para generación de energía con medios existentes y disponibles y con eficiencia suficiente. La eficacia en el manejo y la eficiencia en el uso requieren, como mínimo, de propiedades constantes y conocidas. Es pues necesaria la caracterización y, en general, una transformación de la biomasa y en ocasiones el desarrollo o modificación de medios y equipos.

El grado de transformación necesario es variable. En ocasiones, el aserradero tendrá incorporada la etapa de clasificación en su proceso: separación de la corteza, chip y aserrín. Para combustibles de alto valor, en general, será necesaria una mayor clasificación granulométrica y una etapa de secado. También puede tratarse de una transformación mayor, por ejemplo, producir pellet a partir de troncos o madera en rollo.

Así, la cadena de valor tiene longitud variable, y plusvalías diferentes. Por ejemplo, los chips procedentes de aserraderos o el RAC de caña de azúcar se pueden comercializar sin transformación. Esta biomasa es un biocombustible simplemente con la caracterización, es decir cuantificando sus propiedades como humedad, poder calorífico (deseablemente PCI, poder calorífico inferior), granulometría, contenido en cenizas y elementos como el cloro, azufre y nitrógeno, etc. Los resultados de las propiedades medidas permitirán al comprador seleccionar equipos y diseñar las instalaciones para garantizar la eficacia y eficiencia del proceso de generación energética. En el caso del RAC, además de la caracterización, es casi imprescindible el densificado para su uso como biocombustible; se necesitará en muchos casos además el diseño de sistemas de alimentación y combustión específicos.

Esta variabilidad hace que el negocio evolucione constantemente, ya que si los procesos necesarios para una fácil introducción del producto en el mercado no existen, son desarrollados nuevos medios y equipos para hacerlo técnicamente accesible lo cual a su vez crea nuevas oportunidades de negocio.

El proceso de transformación para la obtención de biocombustibles presenta dos ejes principales: la fluidificación y la densificación energética¹, con el fin de facilitar y reducir costos en el almacenamiento, transporte y alimentación, y aumentar la eficiencia en la combustión y en el aprovechamiento de la energía. Por ejemplo, transformar ramas de madera recién cortadas a pellet, como mínimo duplica la densidad aparente sin siquiera modificar el estado de la materia. Este proceso seca la madera lo que también duplica su densidad energética. En definitiva, al final del proceso, el material ahora bastante fluido, presenta una densidad energética en volumen cuatro veces mayor, y además se podrá manejar con facilidad, incluso impulsar neumáticamente, con un control eficiente de la combustión.

La accesibilidad económica requiere que el biocombustible tenga un costo por unidad de energía generada menor que otros combustibles. Este concepto está ligado a la eficiencia en el proceso y por supuesto, al precio en relación con las propiedades que presenta. En este aspecto, la caracterización es también necesaria. Si no se conocen las propiedades, es imposible determinar el costo de la energía, e imposible manejar los procesos ni diseñar los equipos con eficiencia. La accesibilidad energética es por tanto un concepto también relativo y en constante evolución por la variación, no sólo de los costos de producción y de la evolución del mercado de los biocombustibles sólidos, sino principalmente por la variación de los precios de la energía y por lo tanto de los precios de los combustibles fósiles.

Cumplidos los requisitos de accesibilidad planteados anteriormente, la biomasa para uso energético, presenta ventajas que la posicionan como un recurso estratégico, al menos en el corto y mediano plazo, que sólo encuentra competencia en los combustibles fósiles, a los que supera en muchos aspectos. Entre las ventajas que aporta la bioenergía se pueden citar:

- 1. Gestionabilidad.** La generación es independiente de fenómenos meteorológicos, a diferencia de la mayoría de otras energías renovables, ya que depende exclusivamente del suministro de biocombustible. Además, la producción de la materia prima es gestionable: por ejemplo, se puede aumentar la superficie forestal en Argentina, gestionando así su aprovechamiento, y estableciendo reservas estratégicas, bosques, sin costo e inmediatamente disponibles.
- 2. Diversidad.** Aprovecha muchas materias primas diferentes, con tecnologías distintas y produciendo diferentes combustibles (pellet, gas, diesel, etc.) y formas de energía (calor, frío, vapor, electricidad, etc.).

¹ Se entiende por fluidificación que el material se comporte lo más parecido posible a un fluido y por densificación energética al aumento del contenido de energía por unidad de peso y especialmente de volumen

3. **Escalado.** Permite gran variedad de escalas adecuándose a cada situación: no es necesario grandes plantas para alcanzar rentabilidad, por lo que el modelo de suministro es también escalable. El modelo en el que el tamaño de generación, la potencia, se establece de acuerdo con el consumo local y el bastecimiento es local/regional – se produce la materia prima, se transforma, se genera la energía y se consume en un radio reducido – supone una gran eficiencia y un elevado impacto en la actividad económica y el empleo, permitiendo la valorización de los recursos locales más allá de un modelo primario.
4. **Actividad económica y empleo.** La bioenergía, como cualquier sector energético, implica consumos masivos y crecientes, y por lo tanto es una actividad económica relevante. Además, requiere de un empleo de mano de obra mucho mayor que otras energías, tanto por unidad monetaria generada como por unidad de energía, y ello con un menor precio final de la energía. Esto es debido a los bajos precios de la materia prima y a la necesidad de transformación local de los productos y de una industria auxiliar, lo cual repercute en que el dinero permanece en el país y en el territorio, y se benefician un mayor número de personas, mientras que en otras energías gran parte del coste es la materia importada.
5. **Desarrollo local.** Presenta la posibilidad de generación en cualquier región geográfica a costos reducidos. Por ello, es posible desarrollar iniciativas empresariales en multitud de puntos y además, crear actividad económica (y empleo) distribuida geográfica y temáticamente. Debido a la baja densidad energética y por lo tanto el elevado impacto del transporte, gran parte de la actividad y del empleo se produce cerca del recurso, muchas veces en zonas con poco dinamismo económico. El valor añadido se queda casi al cien por cien en la zona, a diferencia de otras energías en las que la plusvalía se va lejos y no repercute en la economía local.
6. **Medio Ambiente.** No sólo permite reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) sino que también genera solución productiva de los residuos de la producción agrícola y forestal, la ganadería, las industrias, etc. A su vez los bosques, una de las principales fuentes de biomasa, fijan carbono reduciendo el efecto invernadero.

Estas ventajas, como se aprecia, afectan tanto al sector empresarial como al sector público.

1. Sector empresarial
 - a. mejoras de competitividad con una energía barata y estable
 - b. oportunidad de nuevas líneas de negocio muy diversas
 - c. mejora de resultados en industrias con subproductos biomásicos, valorización de residuos
2. Sector público
 - a. Opciones de una política de generación distribuida, gestionable, robusta y estable

- b. Generación de actividad económica distribuida, también en zonas poco activas, con creación de empleo, y poniendo en valor más recursos
- c. Beneficios medioambientales

Finalmente, es importante resaltar que los negocios relacionados con la biomasa no se restringen a fabricar y vender biocombustibles, ni siquiera energía; sino que a partir de éstos surge un sector económico completo con variadas interacciones: oportunidades tanto en maquinaria, equipamiento, transporte, ingeniería, electrónica, etc., como también en las entidades de acreditación, de seguros y financieras. Si además, consideramos que el mercado energético es siempre creciente, que la competencia es cada vez menor, las variadas opciones que presenta el negocio, y el diverso y accesible nivel de inversión, podemos afirmar que este sector es prometedor y sustentable, como ya lo es en Europa y en particular España.

3. ANÁLISIS INICIAL

El siguiente análisis está basado en la realización de reuniones y talleres organizados por y con el INTI, las visitas a más de 25 establecimientos de las provincias del NEA y NOA, en los distintos tramos de la cadena de valor, en los seminarios desarrollados (dos seminarios regionales en NOA y NEA y tres seminarios provinciales), y reuniones en ámbitos técnicos y políticos.

Antes de iniciar un análisis más detallado, es necesario decir que una de las conclusiones más importantes extraídas es que existen oportunidades de negocio y que el grueso del mercado a corto plazo está en el consumo de energía industrial.

Esta afirmación está basada en la influencia que tiene por un lado el precio elevado de algunos combustibles fósiles, y por otro la inestabilidad de suministro a la industria de la energía más barata. Estos dos factores son esenciales para que los combustibles biomásicos sean económicamente accesibles en este tipo de consumidores y mejoren su competitividad. En menor medida puede tener impacto en consumidores de energía de menor tamaño, como los proveedores de servicios o edificios institucionales. Por ello, excepto en algunos casos específicos, el texto se refiere a empresas y en general, a consumo industrial.

En una primera recopilación, es destacable la existencia de oportunidades a lo largo de toda la cadena bioenergética y de factores objetivos que propician las opciones de negocio en ella como son el precio de algunos combustibles para uso industrial, la inestabilidad de suministro en algunas zonas de formas de energías convencionales; la existencia de recursos biomásicos (muchos de ellos considerados actualmente como un residuo), la existencia de industria argentina con capacidad de proveer de los medios y equipos, y el espíritu emprendedor relacionado con el potencial sector bioenergético en muchas de las zonas.

Hay sin duda carencias también, como lo es el pequeño tamaño del sector, que hoy por hoy difícilmente se pueda denominar como tal. Tampoco se puede hablar de un mercado propiamente dicho sino de transacciones de oportunidad, con muy poca información y confianza, y en general complementarias a otras actividades de la empresa, sin vocación clara de permanencia. La escasa capacidad de comunicación de las empresas involucradas y sobre todo, la ausencia de una normalización que provoca que ni siquiera estén definidos los productos ni sus materias primas, impregnan de falta de confianza e incertidumbre las relaciones comerciales, lo cual es un elemento de debilidad fundamental para el desarrollo de un sector sustentable y vigoroso.

Como se mencionaba, existen barreras importantes, pero franqueables. La ausencia completa de caracterización y certificación, es la más influyente, ya que afecta a la accesibilidad técnica y económica y, más importante aún en un mercado en desarrollo, a la generación de confianza. Confianza que es un aspecto esencial, unido indisolublemente a la existencia, y difusión, de información fiable, de conocimiento, incluido los casos de éxito. En verdad, no es fácil afrontar la compra de productos desconocidos y sin referencias, que además afectan a un aspecto complementario de la empresa, la energía, y que, de una u

otra forma está resuelto. Es la confianza entre las partes, basada en normas y operaciones exitosas acreditadas, el factor que impulsará sin duda el negocio de la biomasa para uso energético.

La normalización, base indispensable de la confianza, se puede alcanzar, en los aspectos esenciales, fácilmente en un futuro cercano. Existen normativas muy desarrolladas y en funcionamiento en varios lugares del mundo listadas en la Tabla 1. Normas que en general son muy similares en las variables y criterios de calidad, y que sólo difieren en sus valores de clasificación, en las clasificaciones que establecen.

Actualmente, es más importante contar con una normativa de referencia ya probada, que generar alguna que contemple todos los matices existentes. Por lo tanto, las condiciones están dadas, y al alcance inmediato, para eliminar una barrera presente en el corazón del desarrollo del sector de la bioenergía y transformarla en una base segura de desarrollo, creando un núcleo de conocimiento y confianza.

Tabla 1. Normativas existentes sobre Clasificación de Biomasa

PAÍS	NORMATIVA	CALIFICACIÓN
MUNDIAL/ EUROPA	EN ISO 17225 (sustituye a EN 14961) Supera a las normativas nacionales de la UE	Es un conjunto normativo que incluye una parte general que define los productos y las variables, y normas de producto para pellet, briquetas, chip, leña y briquetas de material leñoso, y pellet y briketa no leñosos. No confundir con EN plus, que es una marca.
EUROPA	EN 15234	Conjunto de normas de aseguramiento de la calidad para biocombustibles sólidos, también con una parte general y el resto para los diferentes biocombustibles mencionados.
AUSTRIA	ÖNORM M 7135 ÖNORM M 7133	Requisitos y categorías de calidad de pellet y chip respectivamente. Tiene normas complementarias para la calidad en el transporte y el almacenamiento.
SUECIA	SS 187 120 SS 187 123	Especifica tres calidades de pellet y clasifica las briquetas respectivamente.
ALEMANIA	DIN 51731	Pellet de madera con cinco categorías. No confundir con DIN Plus, que es marca con su propia clasificación.
ITALIA	CTI R04/05	Establece los parámetros de calidad de los pellets de biomasa con fines energéticos. Establece 4 categorías en función del origen.
FRANCIA	Sin normativas pero con controles de calidad	NF Granules Biocombustibles usada para certificación de pellet, con tres clases para pellet de madera y dos para agro pellet.
REINO UNIDO		Ministerio de Economía e Industria que estableció junto al sector, Códigos de Buena Conducta

Por otra parte, el conocimiento de los productos y equipos y de las distintas tecnologías entre los usuarios y emprendedores, actuales y potenciales, es bajo. Por un lado, se debe al reducido número de operaciones en el sector, que implica pocos casos de éxito; y por otro, la dispersión en cuanto a la geografía y sectores aplicados, con escasa repercusión en cada una de las zonas y sectores. No hay por lo tanto, una diseminación de resultados por conocimiento directo, lo cual sería una promoción muy eficaz y económica, de alcances significativos. En definitiva, la demanda de soluciones bioenergéticas es muy escasa, en gran medida porque no se conoce siquiera la existencia, y además porque cuando se la considera, es necesario enfrentarse a un tedioso proceso de investigación de proveedores, lo que acrecienta la incertidumbre en el negocio; a su vez la oferta también es pequeña tanto por la escasez de demanda como por la falta de información de los posibles negocios que se pueden emprender.

Existe un déficit de información fiable, que en el momento actual difícilmente pueda ser afrontado individualmente por las empresas que trabajan en bioenergía, debido al gran tamaño del mercado potencial y por la necesidad de una capacidad de comunicación que no se encuentra en empresas de pequeño y mediano tamaño. El trabajo conjunto y coordinado de las empresas interesadas y la participación de instituciones de alcance nacional en varios sectores industriales, se revela como otra de las claves para el éxito a corto plazo; lo cual representará un crecimiento en el número de operaciones y empresas que, una vez alcanzada la masa crítica, crecerá exponencialmente los primeros años. Cabe aclarar, que el trabajo conjunto no implica unión de empresas, ni acuerdos formales; se refiere más a la elaboración y transmisión de mensajes complementarios o idénticos. En este escenario, la existencia de un lugar de encuentro, como una asociación, un foro y, especialmente una feria, será muy dinamizadora.

Entre los factores positivos que definen la oportunidad de negocio en bioenergía, además de la baja inversión necesaria en muchas de las líneas de negocio, se puede mencionar la existencia de emprendedores que han iniciado actividades en el sector con decisión y creatividad. Durante la misión se han realizado muchas entrevistas a estos emprendedores que evidencian la existencia de un tejido activo que, una vez eliminadas o reducidas algunas barreras, presenta buenas posibilidades de desarrollarse con fuerza, y que pueden proporcionar soluciones en prácticamente todos los puntos de la cadena de valor. Esta última, es una apreciación subjetiva pero con la suficiente información para ser significativa.

Otro factor decisivo, es la existencia de materia prima para los biocombustibles. Su ausencia o escasez supondría un obstáculo infranqueable. Sin embargo, este no es el caso de Argentina, ya que existe abundancia y diversidad de materias primas biomásicas, tal como fue comprobado durante el desarrollo de la misión.

La primera fuente de biomasa observable es la madera no aprovechada en la explotación forestal, por ser especie o dimensión no comercial. En las zonas de aprovechamiento de especies nativas o maderas duras, como en Chaco, Formosa o Jujuy, el bosque tiene una gran mezcla de especies de las cuales, sólo algunas, son comerciales. Un caso particular son las palmeras, cuyo potencial merece una evaluación dada su abundancia en zonas del NEA y su escaso uso, y que podría ser evaluado como materia prima para biocombustible

sólido. Hay también, una cantidad importante de biomasa a partir de madera comercial que no tiene uso en la actualidad por sus dimensiones y falta de rectitud, que podría destinarse al uso energético; maximizando así las ganancias de las empresas y sobre todo dando estabilidad con una línea de negocio independiente. En ambos casos, las garantías en cuanto a la sustentabilidad del bosque deben estar aseguradas.

En las zonas con aprovechamiento de maderas implantadas, como Misiones y Corrientes, también hay una parte importante de la madera que, por su escasa dimensión, no se aprovecha. Ya sea porque no es rentable, o porque presenten dificultades técnicas para su transformación para usos actuales. Esta biomasa es, sin embargo, accesible para uso energético, mejorando la rentabilidad de los aprovechamientos. También es posible plantear nuevos modelos de cultivo que permitan una mayor ocupación del espacio con aprovechamientos energéticos en turnos cortos con alta densidad combinados, en la misma superficie, con maderables a turnos más largos: de esta manera se consigue un rápido retorno de la inversión y una alta rentabilidad, además de diversificación al dirigirse a dos mercados independientes. Por otra parte, el potencial de producción maderera de Argentina, en muchas de las zonas, es altísimo y la existencia de un mayor mercado impulsaría su crecimiento, creando riqueza y estabilidad energética.

Siguiendo la cadena de valor, las foresto industrias suponen una importante fuente de biomasa para uso energético. La situación es muy distinta de acuerdo al tipo de foresto industria:

Foresto industria. Producción de subproductos maderas duras: de 300 a 500 t/año por industria.

En las industrias, microempresas, que procesan maderas duras, la producción es baja y en general, tienen integrada toda la cadena, realizando primera y segunda transformación; de modo que ingresa la madera en rollo y se vende el producto acabado, sea de carpintería o mueble. Hay pues, en cada empresa, poca cantidad de subproductos (aunque suponen una elevada proporción de la madera que ingresa), y muy heterogéneos, siendo los recortes, de tamaño muy variable, una parte importante y además de difícil manejo, con baja fluidez.

Las industrias suelen estar agrupadas, por lo que la cantidad total de subproductos aunque dispersos por la atomización de la industria, es considerable respecto del área de influencia de cada grupo de industrias. El grado de mecanización es escaso y el de automatización nulo, lo que dificulta la separación y recupero de subproductos. En estas circunstancias, los subproductos no tienen casi repercusión en los resultados de la empresa, por su bajo o nulo precio (el principal destino es la industria del ladrillo) pero sí es influyente el costo de mano de obra que supone su eliminación ocasional. Cuando los espacios ocupados se tornan considerables, el costo de gestión aparece forzosamente: la solución habitual es la quema, lo que además supone un grave problema medioambiental.

Es una economía de bajo dinamismo, en la que a pesar de los escasos ingresos se subsiste limitando al máximo los gastos. Por lo tanto, cualquier incremento de los ingresos supone una mejora sustancial de la situación económica, con alta influencia en la sociedad local. El incremento de ingresos puede venir con facilidad de la venta de biomasa para uso

energético, aunque sea probable un costo de transformación (compensado en gran medida por la desaparición del actual costo de recogida y quema) sin duda compensado por los ingresos. Dada la inercia de estas microindustrias y su aversión al aumento de gastos, el aprovechamiento de estos subproductos parece más viable si la transformación la realiza el siguiente eslabón de la cadena, el fabricante y suministrador de biocombustible. Otras medidas para el aumento de los ingresos, esenciales para la sociedad local, son la mejora del rendimiento en el aprovechamiento de la madera y la mejora del valor del producto. En este contexto, el uso energético de los subproductos, ahora residuos, puede suponer ingresos importantes a muy corto plazo, sin que ello impida necesarias mejoras de eficiencia y comerciales en los productos de madera fabricados, con nuevas líneas de venta, y creación de una marca o sello distintivo. Todas estas ventajas implican trabajar con un conjunto de empresas, no necesariamente puestas de acuerdo, y subsanar problemas logísticos.

Foresto industria. Producción de subproductos de maderas cultivadas: de 5.000 a 40.000 t/año por industria

Las industrias de primera transformación que trabajan con pinos y eucaliptos, en cambio, suelen ser de mayor tamaño, más especializadas y en las que, de existir una segunda transformación suelen ser de embalaje, ya sea pallet o cajones. La mecanización es alta, la eficiencia mucho mayor y el tratamiento de los subproductos diferenciado. Suele haber también una concentración de industrias, pero en un área más grande. También, es habitual que haya al menos un gran consumidor de estos subproductos, de la industria de pasta y/o papel y en menor medida del tablero. Los aserraderos realizan una recogida selectiva de los subproductos de acuerdo con los requisitos de los compradores; parte de los subproductos se destinan a la generación de energía, en ocasiones al consumo propio para el secado de la madera, otras para la misma industria de pasta y/o papel o tablero, y en ocasiones para otros clientes. Otros usos coexisten, como la cama de animales en el caso de viruta seca, o para ladrillo. En definitiva, son empresas en las que existe la conciencia del valor del subproducto, hábito de su manejo y venta, y a los que ya se ha realizado una primera selección. La producción anual es significativa por industria y hay abundancia de industrias por zonas. Se trata, por tanto, de una fuente de biomasa de alto interés para el uso energético, tanto para la industria, acostumbrada a su manejo y venta y que puede obtener mayores rentabilidades tanto por un mayor precio como por un mayor aprovechamiento, como para los fabricantes de biocombustibles y consumidores, que cuentan con una fuente fiable de suministro de un material con buenas características a un precio razonable.

Las industrias de segunda transformación de maderas cultivadas son similares a las de maderas duras en cuanto a los subproductos que generan. Tienen en general poca producción unitaria y muy bajo precio, con una parte importante de recortes de difícil manejo, y también agrupadas por zonas. Sin embargo tienen un mayor grado de mecanización y organización; y cuentan con la enorme ventaja de ser en su mayoría subproductos secos. Son así una fuente posible de biomasa para uso energético, beneficiando a la industria al eliminar un residuo y mejorar los ingresos, y los consumidores con un producto de alta calidad. El mayor problema es el aspecto logístico.

Además de la biomasa de origen forestal, abundante en el NEA, el otro sector con alta capacidad de generación de biomasa es el agrario, incluyendo la agroindustria. Las dos fuentes principales identificadas son la caña de azúcar y los cultivos leñosos, especialmente el de cítricos, abundantes en el NOA.

El cultivo de la caña de azúcar genera un subproducto, el RAC de caña, formado por las hojas que no son útiles a la industria. Las grandes extensiones concentradas de cultivo junto a la elevada producción unitaria convierten al RAC en una fuente de suministro prometedora, por su enorme cantidad, para uso energético, a la vez que supone un problema considerable si no se aprovecha. Sin embargo, la baja densidad energética plantea un reto de gestión que implica el uso de maquinaria y una evaluación cuidadosa de gastos de transporte, y por lo tanto un modelo de aprovechamiento y transformación específico. Por otra parte, aunque la biomasa RAC presenta la gran ventaja de una baja humedad si se seca en campo, tiene propiedades físicas y químicas (especialmente la fusibilidad de las cenizas y el contenido en cloro) que exigen una combustión gestionada específicamente, lo cual restringe el mercado actual, aunque queda abierta una importante posibilidad de uso, especialmente en la industria azucarera y en la generación de electricidad. Por su parte, el proceso industrial de la caña de azúcar genera un subproducto biomásico en grandes cantidades: el bagazo. Este producto se ha usado tradicionalmente como la base para la generación de energía en la propia industria; en la actualidad tiene uso en la fabricación de papel, lo cual crea la necesidad de un combustible sustitutivo, entre los que se destacan el RAC y el chip de madera. Las principales dificultades del RAC son la recolección y el transporte debido a su baja densidad energética, y el manejo, que tiene que hacerse en al menos alguna etapa en fardo, y por tanto hay que acomodar luego la combustión, bien por fardos bien con un triturado.

La otra importante fuente de biomasa agrícola, el cultivo citrícola, exige la poda de los árboles y renovación de las plantaciones, lo cual supone la generación de grandes cantidades de residuos de madera y hojas, cuyo único destino posible es la trituración y el uso como chip, con o sin hojas. Se trata de un producto apto para el uso energético y al igual que en el caso del RAC, es una fuente de suministro de biomasa para uso energético interesante a corto plazo, y cuya mayor dificultad es, al igual que el RAC, el coste de transporte, aunque el astillado en campo es una opción posible, reduciendo así el problema. Se puede producir una biomasa seca y de buena calidad, especialmente si no se incluyen las hojas. La industria de transformación del limón genera además un residuo, la pulpa, que no tiene un uso energético evidente excepto si se considera como un proceso de eliminación de residuos.

Hay muchas otras fuentes de biomasa de menor importancia general. Algunas de ellas como la poda de los árboles urbanos puede ser localmente muy importante, con la posibilidad de desarrollar un modelo de generación distribuida en los municipios que posibilitarían además una mejor distribución de la riqueza en el territorio municipal junto con la eliminación de un problema ambiental. Pero no es objeto de este cuaderno el inventario de recursos, únicamente la constatación de su existencia como un factor básico de soporte a la generación de modelos de negocio.

Otro de los factores positivos para el desarrollo del negocio en la bioenergía es la existencia de industria nacional capaz de proveer materiales, maquinas y equipos. En efecto, en Argentina hay suficiente industria capaz de proporcionar suministro a las potenciales empresas de la cadena de valor en la mayor parte de las necesidades. En muchas ocasiones, no disponen en la actualidad del producto, pero sí fabrican productos muy similares, y poseen la tecnología y la experiencia para cubrir a corto plazo la posible demanda. Hay empresas que pueden fabricar trituradoras, chipeadoras, secaderos, cintas y sinfines, depósitos, peletizadoras, cuchillas, matrices, calderas, quemadores, electrónica, etc., y que en muchos casos, ya fabrican productos de la misma línea.

Por último, como elemento clave y condición necesaria para el desarrollo de la bioenergía, está la relación entre el precio de la energía generada con biomasa respecto de la generada con algunos combustibles fósiles. Tomando el caso del precio de generación de energía térmica, ya que el de la energía eléctrica está regulado y presenta muchos casos distintos, podemos afirmar que, en términos generales, el costo de la energía es menor con muchos de los biocombustibles biomásicos que con GLP y con derivados líquidos del petróleo, como gasoil o fuel-oil. Esta circunstancia se detalla en las Tablas 2 y 3. En la Tabla 2, listamos algunos precios actuales relevados, considerando los productos que ya se comercializan en la actualidad, en general para usos no energéticos, como son el chip, la viruta, el aserrín y el pellet de madera, y que sirve de término de comparación con los precios de la energía térmica de la Tabla 3.

Tabla 2. Precios relevados durante la misión (mayo 2015)

Chip verde y viruta seca de madera	Precio en origen entre 90 y 200 \$/t Factor principal de variación: distancia de transporte. Mayor distancia del comprador más barato es, por la escasez de demanda. También influye, en menor medida, si tiene o no corteza
	Precio en destino entre 200 y 300 \$/t L La distancia influye, se incrementa el precio con la distancia de transporte, pero en menor medida que se reduce el precio en origen. Así se beneficia a los compradores lejanos para hacer más atractiva la venta, amortiguando las diferencias del costo de transporte
Aserrín de madera	Precio en origen entre 30 y 150 \$/t Precio en destino en torno a los 180 \$/t
Pellet de madera	Precio en origen entre 800 y 1500 \$/t Precio en destino entre 1.200 y 1.600 \$/t Las distancias de transporte son en la actualidad elevadas, debido a la baja demanda y a la localización de las fábricas cerca de la materia prima
Gasóleo (precio de referencia)	10 \$/l

En Tabla 3, se compara el precio de la energía, en \$/MWh, de los diferentes combustibles. El aserrín no se ha considerado como combustible directo. Para los constituidos por astilla (chip), se han supuesto dos humedades, el 50 y el 45 %, ambas bastante elevadas, por lo que cualquier cambio será favorable a su uso. Se han realizado, a su vez, varios supuestos de precios en destino, desde un precio medio actual hasta 600 \$/t, que se considera el techo probable a medio plazo. Incluye pellet y astilla seca al 10 %, producto no habitual, con una estimación del precio a fines comparativos. La columna final refleja el ahorro del costo energético en proporción al del gasoil, que a su vez es similar al GLP, usados como referencia.

Tabla 3. Precio de la energía de diferentes combustibles

	HUMEDAD %	PRECIO \$/t	PCI MWh/t	\$/MWh	AHORRO %
Chip de madera	50	250	2,4	104	89,40%
	50	400	2,4	167	83,00%
	50	600	2,4	250	74,50%
	45	250	2,7	93	90,60%
	45	400	2,7	148	84,90%
	45	600	2,7	222	77,40%
	10	900	4,8	188	80,90%
Pellet de madera	10	1.400	4,8	292	70,30%
	10	1.600	4,8	333	66,10%
Gasoil		Precio \$/l	PCI kWh/l		
	-----	10	10,18	982	0,00%

Como se aprecia en el cuadro, el margen a favor de la biomasa es muy grande, por lo que las posibilidades de uso energético de los biocombustibles a partir de biomasa son reales. Sin embargo, no es habitual en Argentina el uso de biomasa ni hay un crecimiento significativo de la energía generada con biomasa.

Esto nos lleva al siguiente planteo: ¿por qué no se usa la biomasa, si es tan ventajoso? Una parte importante de la explicación está en las barreras antes mencionadas, especialmente en la falta de información confiable y por ende, de confianza entre las partes y de ellas para con el negocio en sí, y que afecta a toda la cadena, tanto a los consumidores de energía posibles beneficiarios del ahorro como a emprendedores en busca de negocio. Así, la mayor parte de los potenciales usuarios no tienen ni siquiera disponible la opción del negocio o el ahorro, y para los que sí la conocen o se les ofrece, el riesgo que se asume es grande, subjetivamente, tanto en los equipos y maquinaria, que plantean más dudas que certezas, como en el combustible o materias primas, incluyendo el riesgo de desabastecimiento. Esta falta de información fiable exige un esfuerzo de adquisición de conocimiento que, al influir en un aspecto no vital de la empresa o industria y que ya está resuelto, razonablemente se dedican los recursos a otros aspectos más influyentes en el éxito de la empresa. Además, este tipo de resultados son de corto recorrido, ya que el máximo beneficio que se puede obtener es la reducción de costos, el cual una vez alcanzado se mantiene en el tiempo. Por ello el avance en la bioenergía es grande si se proporciona información veraz y completa, empezando por la normalización y certificación de biocombustibles y equipos. Es clave también la elaboración de modelos de negocio en los que la profesionalización de la generación de la energía para otras empresas justifique el esfuerzo de conocimiento, que trae como consecuencia la transformación del ahorro en ingreso, una actividad de largo recorrido con beneficios crecientes que rentabilizan la

inversión y el riesgo inicial. Es decir, casos de empresas independientes cuya línea de negocio sea proporcionar energía más barata, cuyo beneficio viene del ahorro en costos y de la eficiencia, y que puede rentabilizar su especialización con su trabajo en múltiples industrias con negocio creciente.

El desarrollo del sector no se puede plantear como una forma de resolver algunos problemas particulares, como exceso de residuos. El desarrollo pasa necesariamente por la generación del beneficio empresarial en negocios bioenergéticos, que a su vez resolverán algunos problemas de residuos si se plantean adecuadamente. Sin embargo, en el momento actual, aunque la iniciativa empresarial es imprescindible, no es suficiente para un crecimiento rápido, y es necesario el apoyo de instituciones públicas en una acción conjunta con el sector privado. Un apoyo justificado no sólo por el soporte al crecimiento económico y a las empresas, sino también por los beneficios que como administración pública se obtienen y transmiten a la sociedad. La labor más importante de las entidades públicas y gobiernos no es la aplicación de subsidios sino la colaboración en levantar las barreras que existen, labor para la cual está mucho más capacitada. De esta forma aunque la acción empresarial es la única imprescindible, el sector público puede actuar como catalizador en una tarea conjunta, y como elemento coordinador, ya que en este momento es muy recomendable el sentimiento de sector, de navegar juntos, y una comunicación compartida entre las empresas, incluyendo la determinación de objetivos comunes. En este ámbito, el INTI se configura, por su capacidad técnica, su implantación en el territorio, su imbricación con las empresas, y su voluntad de desarrollo, como el organismo capaz de vertebrar y dar el soporte técnico necesario, tanto en la recopilación, generación y distribución del conocimiento. Otra institución, Probiomasa, puede representar la acción de apoyo del Gobierno a un nivel superior, de coordinación de acciones más amplias, y de acción política, distribuyendo la ejecución de acciones entre los diferentes organismos.

4. OPCIONES DE NEGOCIO. ASPECTOS GENERALES

Las opciones de negocio parten siempre de una demanda no satisfecha, de un mercado de compra; por ende, el inicio de las ideas de desarrollo de negocio no puede partir únicamente de la existencia de un recurso excedente o poco valorado. Aunque este concepto pareciera contrariar los beneficios económicos y medioambientales que una valorización energética de un residuo provee, el negocio debe basarse en consumidores atraídos por un producto o servicio competitivo, aunque en ocasiones puede ser un residuo cuya eliminación no esté resuelta. En definitiva, los que tienen mayor potencial de crecimiento tanto de la empresa como del sector, son aquellos que generan una plusvalía en sí mismos.

Las opciones de negocio se plantean con la base de una actividad empresarial independiente de las ya existentes, centrada en el mercado bioenergético. Esto no quiere decir que los inversores y/o gestores sean ajenos a la actividad principal de las industrias que más fácilmente puedan abordar este mercado, como la foresto industria, pero sí que tiene que generar una nueva línea de negocio bioenergética. Siguiendo con el ejemplo de la foresto industria, la empresa de este sector tendrá por objetivo la mejora de resultados por un análisis global de su actividad. En este análisis, se tendrán en cuenta todos los productos, tanto los del mercado de madera como del mercado energético, buscando la máxima estabilidad y rentabilidad. Dentro de esta estrategia, habrá que buscar un incremento del rendimiento y de la eficiencia de los procesos, desarrollo de nuevos productos de madera de mayor valor añadido, estrategias comerciales y de marketing de los productos, y por supuesto, mejora del precio de los subproductos e incluso posibilidad de inversión en un negocio bioenergético. En esta dirección es posible crear una empresa del sector bioenergético, cuya estrategia no tiene ninguna relación con la de la foresto industria, aunque la aparición de un nuevo mercado para los subproductos con un producto de alto valor como la energía supondrá un incremento del precio, por lo que la irrupción de la nueva empresa conlleva beneficios inmediatos para la matriz. Sin embargo, la acción de la nueva empresa irá dirigida a que el costo del subproducto sea el menor posible, el que sin duda será mayor que el actual, y al máximo beneficio posible en su actividad. Las mejoras de la foresto industria no es un objetivo de este documento, aunque sí cabe constatar que pueden ser muy importantes, en sectores como la carpintería y el mueble con maderas duras o la construcción con madera, y muy diversas, con énfasis en el aspecto comercial y de marketing, en el diseño, y en la sustentabilidad del suministro. Los modelos de negocio pueden integrarse verticalmente, resultando ventajoso en la mayoría de los casos, y operando en varios o todos los eslabones de la cadena, la cual al ser corta lo hace posible. Aquellos negocios que combinen productos tendrán mayor rentabilidad y robustez. La agregación de valor en pasos sucesivos mejorará la rentabilidad.

Por otra parte, los modelos centrados en mercados nacionales y más aún, locales cuando el tamaño relativo lo permite, son estables y generan sinergias que repercuten positivamente en el negocio. Por otro lado, los mercados internacionales ofrecen oportunidades puntuales y son a veces necesarios, si se busca una producción elevada desde el inicio. Pero también, son muy arriesgados, ya que el tamaño de los operadores es dema-

siado grande y el mercado responde a estímulos ajenos, sobre los que no se puede influir, e impredecibles en la mayoría de los casos debido a las políticas monetarias y energéticas de los países de destino, pasando por la aparición de grandes competidores cuando el margen es elevado. De esta manera, plantear modelos de negocio en bioenergía basados exclusivamente en la exportación, no son recomendables; excepto que el tamaño sea relevante en el mercado y el margen comercial sea muy elevado.

El camino para el análisis del modelo de negocio puede ser el siguiente:

1. Identificación y caracterización (incluida por supuesto la distribución geográfica) de la demanda del o los productos, incluso la posible demanda interna y la competencia actual. Estimación de la evolución previsible.
2. Diseño técnico del o los productos, y las sinergias de producción en caso de varios productos.
3. Diseño comercial del o los productos, y la complementariedad en el caso de varios productos.
4. Identificación de materia prima, suministradores, precio, competencia en los diferentes mercados y evolución previsible.
5. Diseño del proceso productivo y caracterización de equipos y tecnologías. Suministradores.
6. Identificación de variables y criterios para la decisión
7. Selección de financiación pública y privada y ANR
8. Posibles socios y aliados
9. Plan de negocio y marketing

En este análisis la búsqueda de ejemplos en otros países puede resultar de mucha ayuda. En particular, España es un buen lugar de inspiración, ya que el camino es muy parecido. Argentina se encuentra en un momento muy similar al que se encontraba España hace unos años, pero esta última ha evolucionado y ahora tiene decenas o centenas de empresas en cada uno de los eslabones de la cadena de valor y en la industria auxiliar.

5. OPCIONES DE NEGOCIO. BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS

La base de los posibles negocios es la fabricación y el suministro a consumidores de combustibles no satisfechos o a los que se puede realizar una oferta ventajosa. La oferta puede estar basada en un precio menor de la unidad de energía y/o en la seguridad de suministro. En general, el destino será la producción de energía térmica, pero también de energía eléctrica de apoyo para el caso de corte de suministro.

El modelo de negocio puede ser con venta directa al consumidor o venta a intermediarios, aunque es posible también incluir el negocio de la intermediación en el modelo, con un abastecimiento de otros fabricantes; o plantear como negocio exclusivamente la intermediación o la compra-venta, sin fabricación, pero es en general una posición débil en un mercado poco formado, con pocos fabricantes en el que sin control de la materia prima es difícil asegurar el suministro y la continuidad y que además, al tratarse de una cadena corta la existencia de intermediarios es prácticamente nula. En un momento posterior sí puede ser una buena opción.

Una buena línea de negocio es la basada en la fabricación y venta de combustibles con chip de madera para uso industrial. Como se aprecia en la Tabla 3, la diferencia de costo con respecto a algunos combustibles fósiles es muy importante, por lo que el potencial es claro y la rentabilidad puede ser satisfactoria.

Se pueden fabricar biocombustibles de diferentes calidades con materias primas diversas, como por ejemplo, a partir del astillado directo de madera en el monte (con o sin corteza y hojas), astillado de podas, astillado de madera en rollo acopiado, y subproducto de foresto industria. Éste último es el más sencillo, porque ya viene en un formato manejable y muchas veces seleccionado, y es una línea de negocio ideal para una foresto industria. Es importante, sin embargo, que sea acometido como unidad de negocio independiente. El proceso de transformación mínimo es la caracterización del biocombustible, aportando al cliente información veraz al menos sobre la composición, granulometría, humedad y poder calorífico, y de ser posible sobre contenido en cenizas y su fusibilidad, aunque como estos valores dependen de la especie, se puedan asimilar valores genéricos.

Para la mejora del valor del producto, además de garantía de suministro, se puede avanzar en la selección granulométrica (que plantea el problema de tener que colocar todas las fracciones para asegurar una buena rentabilidad) y el secado, ya que el chip seco además de ofrecer mejores propiedades para el transporte, el almacenado y el manejo, proporciona mayor poder calorífico y eficiencia, y una mayor potencia en quemadores y calderas. Este es un aspecto no siempre evaluado, y es que en los equipos de combustión con biomasa la potencia depende de la densidad energética del combustible, y por tanto de la humedad, de manera que con combustibles con bastante agua no se puede alcanzar la potencia nominal. En el caso de suministro para gasificación, el secado es un paso imprescindible, y que siempre será valorado positivamente si es realizado por el proveedor; en gasificadores pequeños es casi imprescindible comprar biocombustible seco. En la Tabla 4, se puede apreciar la influencia de la humedad en el poder calorífico.

Tabla 4. Poder calorífico de la madera en función de la humedad

RESULTADO DE ENSAYO			
H %	PCI kJ	PCI kWh	€/t
0	19700,00	5,47	118,00
5	18592,85	5,16	111,37
10	17485,70	4,86	104,74
17	15935,69	4,43	95,45
20	15271,40	4,24	91,47
24	14385,68	4,00	86,17
30	13057,10	3,63	78,21
35	11949,95	3,32	71,58
40	10842,80	3,01	64,95
45	9735,65	2,70	58,32
50	8628,50	2,40	51,68

Nota: El precio corresponde a un mismo costo del kWh térmico.

Fuente: Elaboración propia a partir de UNE-EN 14918:2011. Biocombustibles sólidos. Determinación del poder calorífico.

Las ventajas del uso industrial de astilla granulométricamente homogénea y de humedad controlada y reducida, permiten competir no sólo con los combustibles fósiles como gasoil y GLP, sino también con un combustible en apariencia más barato, como la leña, abriendo un nicho de mercado muy interesante. Más aún en aquellos lugares donde hay restricciones para el uso de leña nativa, el chip se posiciona como una buena opción al ser natural, abriendo un mercado importante; pero también lo es donde está permitida la leña nativa, por la mayor potencia y sobre todo la reducción de costos de manejo, totalmente mecánico. Las mejoras de control (que permite reducir tiempos de producción y mejora de los procesos) y eficiencia de la combustión son determinantes en un análisis objetivo de rentabilidad a favor del chip. La adaptación de equipos es sencilla y económica, y depende más del grado de automatización que se desea que del cambio de combustible en sí.

Finalmente, en lo que se refiere al chip de madera, el negocio de la fabricación y venta de chip energético es interesante complementarlo con líneas de negocio de chip y/o corteza para uso no energético, como puede ser el uso como sustrato para cultivos agrícolas y jardinería. En la actualidad, existe un uso significativo en el cultivo del arándano y del tabaco, que previsiblemente crezca mucho en los próximos años. La combinación de ambas líneas, uso para energía y cultivo, confiere robustez y estabilidad, ya que son dos mercados completamente desacoplados, y a la vez permite optimizar la materia prima y el uso de todas las fracciones.

El RAC o maloja de caña de azúcar, puede ser una base interesante para un negocio de biocombustibles. Tiene a favor la abundancia, el bajo o nulo precio, ya que actualmente es un residuo, la concentración geográfica de la producción, la homogeneidad del producto, la baja humedad y la existencia de empresas con elevado consumo energético como las azucareras. Éstas son industrias incrustadas en la zona de producción y que además han encontrado un uso alternativo para su combustible tradicional, el bagazo, usado como fibra papelería y por tanto con precio, lo que les incita a encontrar combustibles de menor costo.

Como principales limitaciones, el RAC tiene una concentración temporal de la producción, peor calidad como combustible respecto al chip de madera, con menor poder calorífico y mayor contenido en cenizas y con menor temperatura de fusión, y compuestos no deseados, como el cloro y el sílice, que exigen una regulación de la combustión específica en calderas de media o baja potencia, y sobre todo la baja densidad energética que incrementa los costos de manejo (agravados por la dificultad que presenta el manejo y su nulo comportamiento como fluido) y transporte. Sin embargo, el consumo en las calderas de los ingenios reduce o anula estos inconvenientes, a excepción de los costos y problemas de manejo y transporte. Así pues, las claves de la rentabilidad de este negocio son la compactación para el transporte, la gestión logística, y, en menor medida, la alimentación de la cámara de combustión. Para la compactación existe hoy una solución, que es la elaboración de fardos, que permite además el almacenaje y la alimentación bastante eficaz de la cámara de combustión, con o sin triturado según se decida la combustión, y con diversos grados de automatización. Queda por tanto resolver la logística, que se puede afrontar con una optimización de la recuperación y distribución, usando herramientas GIS como la ha desarrollado el INTI. Es muy importante en este negocio independizarlo completamente del negocio de la caña de azúcar, y plantear su rentabilidad de modo separado. Sí, en cambio, puede complementarse potencialmente con el negocio del bagazo para reducir costos de transporte. Por otra parte la fabricación de pellet de RAC puede ser una alternativa que merece ser explorada, incluso con plantas móviles, aspecto que nos lleva a la siguiente línea de negocio, el pellet.

El pellet es un biocombustible sólido muy extendido en el mundo, cuyo mayor consumo se realiza en Europa. Está definido por su formato: cilindros delgados y compactos, que garantizan una elevada fluidez, alta densidad y baja humedad; todas características interesantes para un biocombustible ya que facilita y abarata el manejo, transporte y alimentación, y permite una combustión bien controlada y eficiente con equipos de cualquier potencia. Además la baja humedad suele implicar un elevado poder calorífico, aunque dependiente del material con el que está fabricado. El más habitual para uso energético es el pellet de madera, que tiene un comportamiento excelente pero con un costo de producción comparativamente elevado. Otros materiales pueden ser la cáscara de arroz, orujillo de aceituna, paja de cereal, RAC, y residuos ganaderos. Un biocombustible similar es el hueso de aceituna. Se puede encontrar habitualmente triturado, subproducto de la producción de aceite, aunque, también lo hay entero. En ambos casos, adecuadamente limpio y seco es muy interesante como biocombustible, tiene granulometría homogénea y adecuada, y al igual que el chip de madera, es necesario que se venda con propiedades conocidas, es decir, caracterizado.

En Argentina en la actualidad, con el precio del gas subvencionado, hay cuatro mercados principales para el pellet: industrial baja potencia, hasta unos 300 kW, industrial alta potencia, residencial y servicios, y exportación. La combinación de estos cuatro mercados junto con la escasa oferta de biocombustibles y el margen existente en la actualidad en cuanto a materia prima y costos de producción configuran una buena oportunidad de negocio. A continuación, se profundiza sobre cada uno de ellos.

Exportación. Es un mercado con una capacidad de absorber producto que supera ampliamente a la potencial oferta de Argentina. Esta característica es en principio interesante, más aún cuando no es un único mercado sino un conglomerado de ellos y relativamente independientes, entre los que destacan el europeo y el sudamericano. Sin embargo, esta asimetría puede conllevar problemas de estabilidad, ya que se tiene nula influencia sobre el mercado, se compite con industrias de características, costos y capacidades muy diferentes y dispersas por el mundo, a la vez que la demanda depende de muchos factores poco previsibles, incluyendo la política energética, monetaria y medioambiental de la Unión Europea y los países que la conforman y su climatología.

Teniendo en cuenta que los costos de producción y transporte, especialmente marítimo, están muy próximos al precio de compra, cualquier variación puede dejar, de forma imprevista y súbita, fuera del mercado por completo a los productores argentinos. En este sentido, el mercado de exportación en los términos actuales, en los que además hay un estancamiento y contracción de precios, al menos temporal, en el mercado europeo, es demasiado arriesgado como mercado principal, mucho más si se lo considera como único, excepto que se consigan márgenes de beneficio altos. En cambio, resulta excelente como mercado complementario, aprovechando oportunidades concretas y ciclos alcistas. Lo más recomendable, entonces, será un mercado nacional como principal complementado con oportunidades de exportación.

Residencial y servicios. Es un mercado con grandes dificultades para la introducción del pellet, debido esencialmente a los bajos costos de los combustibles fósiles y de la electricidad sumados a una elevada estabilidad de suministro. El argumento medioambiental es posible pero débil, para un crecimiento significativo de este mercado, si no va de la mano con otros atractivos. Bajo este esquema, se recomienda, el suministro a edificios gubernamentales, para fines promocionales. Otra opción sería posicionar al producto en un mercado de lujo como elemento de confort distintivo, especialmente si se asocia a una línea de negocio de comercialización de estufas de pellet de alta calidad pero con una estética que debe ser depurada. Esto último puede convertirse en un mercado pequeño aunque de volumen interesante. Los argumentos podrían girar en torno a la creación de una atmósfera de confort con equipos de tecnología y diseño avanzados, con fuego real de madera pero con la misma o mayor comodidad y limpieza que con los combustibles fósiles, menor riesgo y completo respeto medioambiental. Por supuesto el pellet necesitaría una trazabilidad absoluta y una elevada calidad, particularmente en cuanto a dureza y contenido en cenizas.

Industrial alta potencia. En este mercado el precio de la unidad de energía, es decir el precio del MWh, es decisivo para tener opción de negocio, ya que el consumo es elevado

y es el factor más influyente. Por tanto únicamente, puede dirigirse a empresas que no accedan a combustible fósil barato, o bien que tengan inseguridad y/o irregularidad de suministro. En ambos casos permanece la competencia con otros biocombustibles, como el chip de madera que resulta de aproximadamente la mitad de su costo por unidad de energía respecto al pellet de madera tal como refleja la Tabla 3, aunque la tendencia es a reducir la diferencia de precio. Sólo en el caso donde la distancia a una fuente de suministro de biocombustible sea elevada o en caso de garantía total de suministro, puede ser un mercado interesante para el pellet de madera. Con respecto al pellet de RAC de caña, o de otros residuos, tienen aquí una oportunidad. Este pellet puede tener un precio intermedio entre chip y el pellet de madera, pero mucho más próximo al primero, debido al bajo precio de la materia prima y a los menores costos de producción, que puede llegar a ser menor en algunos casos y/o con distancia de transporte media o alta, y muchas veces con mayor garantía suministro. La posibilidad de plantas móviles de fabricación es una alternativa interesante, ya que baja mucho los costos logísticos sin aumentar significativamente los de producción. Es necesario entonces, planificar los puntos de abastecimiento eléctrico para poder estacionar la planta, y en una segunda fase, que puede incluso ser autónoma, plantear la generación de electricidad.

Industrial baja potencia. Es el mercado con el mayor potencial para el pellet. En primer lugar, por su tamaño y además, por estar muy distribuido por todo el país. En términos económicos el precio del kWh no es completamente decisivo, ya que las diferencias no suponen grandes cantidades de dinero. Los beneficios de un combustible homogéneo, de mayor densidad energética, fácil manejo, con mayor control de combustión y equipos más sencillos y económicos, pueden compensar largamente el mayor costo respecto a otros biocombustibles. Incluso, algunos consumidores actuales de leña son hoy potenciales consumidores de pellet. Se trata sin duda, del principal objetivo para los productores de pellet. Las empresas demandantes presentan un tamaño interesante, ya que suelen ser similares al productor de pellet tipo, por lo que no hay asimetría de relación. Son de trato más directo y receptivos a mejoras y ahorros, por lo que se puede calificar de un mercado accesible para fabricantes PyMES.

En Argentina, los costos de producción del pellet pueden oscilar entre los 70 y 80 U\$/t, con un reparto de costos como el que se muestra en la Tabla 5, con una expectativa de incremento de un 20 a 30 % (en términos de materia prima) si crece el mercado del chip. Teniendo en cuenta que el precio de venta del pellet está por encima de los 120 U\$/t en origen y por encima de 150 U\$/t en destino, y con un potencial incremento del precio, la opción de negocio es clara. La amortización está calculada a 7 años y el costo de secado incluye la pérdida de peso por evaporación del agua y el consecuente incremento de precio de la materia restante.

Tabla 5. Desglose orientativo de costos en la producción de pellet de madera

	PORCENTAJE	U\$/t (*)
Pellet		70
Materia prima	45%	32
Secado	25%	18
Mano obra	3%	2
Electricidad	12%	8
Amortización	12%	8
Mantenimiento	3%	2

(*) U\$/t: dólares estadounidenses por tonelada

El éxito en un negocio de biocombustibles, y por ende el desarrollo del mercado de biocombustibles, tiene tres puntos claves: suministro de materia prima, producción e identificación de la demanda para que la demanda potencial se transforme en real. Actualmente, en la mayoría de los casos, el suministro puede ser relativamente sencillo pero no hay que despreciar los problemas que pueden surgir respecto a la cantidad y precio de la materia prima disponible si el mercado empieza a crecer; por lo que es un requisito la planificación del suministro a mediano plazo de un modo absolutamente concreto. La producción no es especialmente compleja, aunque un poco más en el pellet que en el chip y requiere también de una planificación y un periodo de puesta a punto nada despreciable, de varios meses en el caso de pellet. Pero sin duda, el éxito pasa por una adecuada identificación y localización de la demanda potencial para un producto determinado, así como de las necesidades de la demanda potencial no cubiertas y los elementos de competitividad para el consumidor que aportamos con el biocombustible que ofrecemos. La caracterización de la demanda, que puede ser grupal como el caso de los secaderos de yerba mate o en la industria del aceite o los lácteos, la adecuación del producto y del servicio a esas características, y el diseño y oferta de las soluciones completas que resalten de un modo claro y sintético las ventajas del producto, es la clave del éxito.

Finalmente cabe la posibilidad de la fabricación y venta de biogás procedente de gasificación, particularmente de productos leñosos y especialmente de la madera, aunque es posible hacerlo con otros productos. Esta opción, para consumo local, es interesante en un entorno de venta de energía a un conjunto de consumidores agrupados y cercanos a la planta de generación del gas y energía tanto eléctrica como térmica. El gas brinda mayor versatilidad, y probablemente rentabilidad al mix de productos, pero requiere de ciertos recaudos en términos de seguridad. Esta opción es todavía más interesante si existe en el radio cercano, productores de la materia prima para la gasificación y consumidores de un biocombustible sólido de calidad (chip de baja humedad, pellet o carbonilla) que permitan aprovechar el calor para el secado en horarios de baja demanda y consuman los subproductos.

Hay otras posibilidades de negocio con biocombustibles, por ejemplo en la fabricación de biocombustibles líquidos, como etanol y diesel sintetizados a partir de materias primas vegetales; o la fabricación de biocombustibles a partir de residuos, por ejemplo de la industria cítrica, pero son líneas poco generalizables y que requieren un estudio específico. Habitualmente se genera biogás a partir de los residuos ganaderos, pero sigue necesitando unas condiciones particulares como son concentración de los mismos y proximidad de consumo suficiente, bien de la electricidad, del gas o el calor.

En el negocio de los biocombustibles aparece de forma natural la opción de prolongación de la cadena, hacia la venta de la energía en vez de combustible. Esta alternativa, que en el nivel básico consiste en valorar el combustible no por peso sino por energía producida, puede favorecer el aumento de la cartera de clientes al eliminar la incertidumbre para ambos puntos de la cadena, aportando claridad a un negocio en el que, en la actualidad, la limitación de la información veraz disponible es importante. En esta modalidad de venta de biocombustible, el consumidor sabe con certeza el precio que paga por la energía, lo que no sucede con otros combustibles fósiles, reduciendo así sensiblemente los riesgos a asumir. Sin embargo se puede dar un paso más, no vender biocombustible sino energía: el vendedor selecciona en cada momento el biocombustible y además toma las decisiones relevantes de la generación de energía, como la selección de equipos, operación de los mismos y hasta la financiación. Esta modalidad, que se aborda en el siguiente apartado, permite la profesionalización y la rentabilidad en la generación de energía tomada como negocio.

6. OPCIONES DE NEGOCIO. ENERGÍA

La venta de energía directa al consumidor, o grupo de consumidores, es la línea de negocio más prometedora, por volumen, y rentabilidad, aunque requiere mayor capacidad inversora. La venta de energía además, permite sobrepasar muchas de las barreras que se presentan actualmente al desarrollo de la bioenergía, que si bien algunas desaparecerán con el avance de la misma, este modelo de negocio puede contribuir sustancialmente a acelerar una implantación sólida de la bioenergía, con la ventaja añadida de poder integrar gran parte de la cadena de valor y por tanto absorber la mayor parte del valor añadido.

La venta de energía genera importantes plusvalías en un mercado muy estable a medio y largo plazo, y en crecimiento de demanda constante. Puede ser una sola forma de energía, el calor por ejemplo, pero a veces resulta imprescindible combinar la venta de energía térmica, con otras formas de energía, como electricidad, frío o gas, mejorando la rentabilidad y la estabilidad. Las plusvalías varían en función del modelo de negocio. En este cuadernillo, nos estamos refiriendo a un modelo de negocio que incluye la generación y venta de energía. En éste, se distinguen dos opciones principalmente: la generación en las instalaciones del consumidor de la energía, o que ésta se produzca en las instalaciones del vendedor de la energía; siempre los equipos son adquiridos y operados por el generador de la energía, no por el consumidor, que habitualmente paga sólo la energía (aunque en ocasiones paga total o parcialmente los equipos). En el primer caso se trata del modelo que se conoce comúnmente como Empresa de Servicios Energéticos (ESE, o ESCO por sus siglas en inglés) y el segundo caso corresponde a redes de distrito (RdD). Ambos modelos de negocio habitualmente trabajan sólo con calor, o calor y frío, aunque el modelo RdD muchas veces también incorpora generación de electricidad, casi siempre para vertido a la red. En el caso específico de Argentina, la incorporación de la electricidad, especialmente para venta directa aunque se distribuya por la red, es interesante en ambos modelos. Los dos modelos comparten importantes ventajas y los mismos problemas principales.

El problema más importante es la elevada necesidad de inversión, implícita con el crecimiento del negocio. Efectivamente, la compra e instalación de equipos es costosa y el retorno, aunque conlleve una buena rentabilidad, es lento (de cinco a diez años). Si se quiere aprovechar, para mejorar rentabilidades y volumen de negocio, el conocimiento técnico y la posición en el mercado, es necesario continuar el crecimiento y por tanto la inversión. Hay que destinar importantes cantidades a nuevas instalaciones, o a la ampliación de las existentes, cuando todavía hay una parte importante de la inversión inmovilizada. Otro problema pueden ser los impagos, pero para ello existen diferentes fórmulas y varía con cada caso. Existe la posibilidad también que el cliente pague todo o parte de la instalación, como se ha comentado, reduciendo así la necesidad de inversión pero también el atractivo.

Las ventajas de estos modelos de negocio son grandes. En primer lugar reduce o elimina, según el caso, el riesgo para el consumidor ya que hace un pago por energía efectiva a un precio pactado. En el caso que el consumidor de energía considere ventajoso usar un biocombustible puede afrontarlo por su cuenta. Se enfrenta a una inversión a veces

cuantiosa de un aspecto no principal del negocio, y siempre, o casi siempre, con muy poca información, que le exigirá mucho tiempo y esfuerzo: se tiene que seleccionar los equipos y los combustibles, asegurar y controlar el suministro, diseñar las instalaciones, la operación y el mantenimiento. Por otra parte, habrá que tener en cuenta que para el consumidor se trata de un ahorro, no forma parte de su actividad principal y éste presentará siempre un valor máximo, su consumo, el cual no se va a poder superar y existe el riesgo de que no se alcance. Es decir, cuando el consumidor conoce el negocio, no podrá crecer ni rentabilizarlo, a menos que se convierta en un generador y comercializador energético, un ESE. En estas circunstancias, en las que además es más costoso captar inversores y financiación, se convierte en una decisión difícil de tomar. En cambio, si es una empresa generadora especializada, se consigue una profesionalización de la actividad en la que la generación es el corazón del negocio al que se dedican los mayores esfuerzos, dominando el conocimiento de equipos, biocombustibles, operación y mantenimiento, estableciendo relaciones comerciales que cubren eficientemente los aspectos técnicos. El ahorro del cliente es menor, pero los beneficios que obtiene son mucho mayores. Parte del ahorro se transforma en ingresos, lo que resulta más motivador y más atractivo para obtener crédito o inversión de terceros y a la vez, mientras que el nivel de esfuerzo es limitado, la capacidad de rentabilizarlo con crecimiento del negocio es básicamente ilimitada.

En el caso de Argentina, al no estar asegurado el suministro de gas ni electricidad, y al haber combustibles relativamente caros como el GLP o el gas oil, es interesante una propuesta de RdD que proporcione energía en todas las formas solicitadas por los clientes, para eliminar la inseguridad y poder obtener una mayor clientela y mayor rendimiento. Necesariamente la RdD, exige una concentración de consumo, y cuánto más concentrado, y más caracterizado, mejor será el negocio. En esta situación, la diversidad de productos y de consumos supone un incremento muy importante de rentabilidad y estabilidad. La instalación en un Parque Industrial es particularmente atractiva, ya que se trata de un consumo concentrado, estable y necesitado de diversos productos. Argentina está dando un gran impulso en la construcción de nuevos Parques, lo que reduce la inversión al incorporar las instalaciones durante la construcción. La incorporación de RdDs a los Parques industriales, además de mejorar la competitividad de las empresas instaladas proporcionando energía segura a un precio estable (compensando así algunos desequilibrios territoriales), crea sinergias. Por ejemplo el uso de residuos o subproductos generados por empresas del Parque; se pueden usar como biocombustibles, o como materia prima de biocombustibles de calidad e incluso de compuestos orgánicos de alto valor instalando una biorefinería. En estos casos de fabricación de biocombustibles y de biorefinería, se aprovecha además la energía no demandada y las horas de bajo consumo, dando lugar a una nueva línea de negocio. También, en su papel de gran consumidor, actuando como distribuidor de algunos biocombustibles o materias primas como el chip de madera, ya que muchos de los consumidores no tienen suficiente tamaño o consumo para acceder a ellos en origen y necesitan a un gran consumidor dispuesto a comercializar en menores cantidades. El tratarse de energías sin emisiones de CO₂, tiene un efecto beneficioso ya que puede ser atractivo para algunos sectores industriales interesados en proyectar una

imagen 'verde', pero además por los programas de bonificación a la reducción verificable de emisiones que Argentina está desarrollando. Pensar en un programa específico de Parques Industriales Emisión CO₂ Cero, impulsaría este negocio, además de los beneficios a la empresa y a la nación.

En el caso de los Parques Industriales, se concentran además muchas de las ventajas más interesantes del modelo de la bioenergía, como es el circuito local y la amplia distribución geográfica, ya que son negocios que se pueden desarrollar en casi cualquier parte de la nación y con tamaños muy variados. Un circuito local que puede serlo estrictamente en muchos casos, donde tanto la materia prima como la transformación, el consumo del biocombustible para la generación y el consumo de la energía se produce en cortas distancias, muchas veces de centenares de metros, con la estabilidad que supone, la reducción de costos de transporte de productos y energía, que permitiría, además, menores costos en distribución eléctrica, la creación de actividad económica en el punto de origen y concentrada, la adecuación del tamaño y de los productos a las necesidades reales.

Particularmente, es interesante la participación de empresas eléctricas, como las Cooperativas de Electricidad, que puede facilitar no sólo la comercialización local de la electricidad sino también la venta de los excedentes a la red, y de empresas que comercialicen combustibles, como compañías de gas o GLP. Además puede complementarse incorporando otras tecnologías renovables como por ejemplo la solar térmica y en determinados casos, la solar fotovoltaica.

En este apartado, todavía con mayor énfasis que en los anteriores, es recomendable que la empresa que explota esta línea de negocio sea independiente y especializada en este negocio. En general, no suele dar buenos resultados si no se plantea como un negocio nuevo con personal independiente, aunque la gestión de suministro se simplifique notablemente si se parte de una empresa que por ejemplo tiene como subproducto el chip de madera, y no necesite una estructura en la nueva empresa. También puede ser creada o participada por otros tipos de empresas, de electricidad, de gas, ser un consorcio amplio, pero centrada profesional y empresarialmente en el negocio de la energía.

7. OPCIONES DE NEGOCIO. OTRAS LÍNEAS DE NEGOCIO

Existe un amplio abanico de opciones de negocio en diversos campos. No se dispone del espacio necesario y su caracterización es más sencilla que en los casos anteriores, por lo que simplemente se enuncian:

- Diseño y fabricación de maquinaria y repuestos
 - Movimiento
 - Astillado/molido
 - Clasificación
 - Almacenamiento
 - Secado
 - Transporte
 - Peletizado (y briquetadoras)
 - Empaquetado
- Diseño y fabricación de quemadores, estufas y calderas, equipos de generación de frío, y sus componentes
 - Industriales
 - Residenciales alto nivel (estufas)
- Diseño, construcción y operación de RdDs y de tuberías
- Diseño y fabricación equipos y/o elementos complementarios para generación de electricidad

Muchos de los posibles negocios pueden ser desarrollados por el sector metalmeccánico, un sector potente en Argentina, y por empresas que fabrican productos similares para otros sectores y/o aplicaciones, por lo que el desarrollo de estas líneas de negocio no debería ser crítico. Además, no se necesita un desarrollo intenso inicial, simplemente un desarrollo tecnológico base para poder fabricar las unidades que posteriormente se vayan demandando.

8. CAMPO DE AVANCE COMPLEMENTARIO

Por último parece conveniente hacer referencia a una línea de negocio, las biorefinerías, que puede ser complementaria con la generación de energía con biomasa sólida, especialmente para la obtención de productos no energéticos, los biomateriales. Complementaria en cuanto que comparte las materias primas y permite un mayor aprovechamiento de las mismas, pero sobre todo porque permite obtener productos de mucho mayor valor añadido en un mercado creciente y completamente independiente del energético, por lo que aumenta la robustez del negocio y su rentabilidad, y porque puede usar la energía, el coste variable principal del proceso, en las horas y temporadas de menor venta de energía.

Análogamente a la refinera tradicional, a partir del petróleo, surge el concepto de biorefinerías que da a lugar a las tecnologías y procesos sustentables, responsables de la transformación química de la biomasa para la obtención de compuestos sólidos (biomateriales) y líquidos (biocombustibles).

Al contrario de lo que sucede en otros países, en los cuales refinan los recursos celulósicos (fundamentalmente lignocelulósicos forestales frente a la biomasa agrícola) para el aprovechamiento de sus componentes principales (celulosa, hemicelulosa y lignina), en Argentina es hoy una solución productiva no implementada, incluso por detrás de la biomasa utilizada para aprovechamiento energético de la que puede ser complementaria. Si bien, la necesidad energética es real y urgente, es necesario conocer y valorar otras alternativas productivas para la biomasa disponible, factibles de generar otras líneas de negocio para la empresa que sean complementarias y aumenten la rentabilidad de la empresa y el desarrollo de la nación.

Para ello, es importante el conocimiento sobre la calidad química y el potencial energético de biomasa con la que se cuenta, ya que en algunos casos convendrá usarla como fuente de toda una familia de sustancias químicas aprovechadas hoy en un número creciente de industrias (en general de alta tecnología), y que en un futuro presenta posibilidades de gran aumento de consumo gracias a los estudios de utilización de la celulosa a escala nano (nanocelulosas).

Esta posibilidad que hoy Argentina desaprovecha, colaboraría en mejorar la balanza comercial del sector² y también del país, sustituyendo importaciones, además de la generación de industrias tecnológicamente más avanzadas y presumiblemente más importantes en el futuro. Con una visión más amplia, es interesante ir tomando posiciones en la exportación, además con mayor valor agregado de los productos.

Situación del mercado de sustancias químicas celulósicas

En términos generales, el consumo de celulosa, en forma de pasta de papel está en decrecimiento, contrariamente al crecimiento demográfico y la industrialización de los países en desarrollo³. Estos últimos datos representan en forma directa un aumento de

2 En particular para el sector forestal, la balanza comercial en Argentina, ha sido históricamente negativa, un déficit promedio de U\$D 841 millones durante los últimos 5 años. Cálculo INTI tomado a partir de datos del Sistema María

consumo de la pulpa para productos absorbentes o papeles tisú.

Sin embargo no es el papel el destino de los bioproductos, hay que tener en cuenta otros usos actuales y de potencial crecimiento de la celulosa. Según el tratamiento químico al que se somete a la celulosa una vez purificada, da lugar a toda una familia de sustancias químicas. Estamos hablando de ésteres (nitrato y acetato de celulosa) y éteres de celulosa (metil, hidroxietil, carboximetil y propilmetilhidroxi celulosa, entre los más importantes). Estos compuestos presentan infinidad de aplicaciones en muchos sectores como el alimenticio, cosmética, farmacéutico, construcción, o química (pinturas, adhesivos, jabones, resinas), usos cada vez más amplios y con una demanda que crece a mayor ritmo que la oferta.

Dentro de esta familia se encuentra la Celulosa Microcristalina (MCC), la cual es una celulosa purificada presentada en formato de polvo cristalino. Tiene, como todos los derivados de celulosa, varios usos gracias a su higroscopicidad, pero además es estable con gran capacidad de deformación plástica. Y, al igual que sus derivados, es utilizada en la industria farmacéutica y alimenticia.

Por otro lado, son numerosas las aplicaciones (muchas experimentales) a nivel mundial que se están realizando con nanocelulosa, material compuesto por nanofibras de celulosa, que presenta una excelente relación resistencia - peso, buenas propiedades como barrera de sonido, O₂, y humedad y, al ser transparente, no imprime color al material en el que se lo aplica. Además, es biodegradable.

En Argentina, el consumo total de este compuesto puro y sus derivados no supera la doce mil toneladas al año⁴, con lo cual es deducible que son productos que presentan un horizonte muy amplio de explotación. El principal problema que esta familia de productos debe sortear es la ausencia producción nacional, ya que no existen plantas que produzcan ninguna de estas sustancias, a pesar de la abundancia de materia prima. En efecto, si bien existieron capacidades de producción en épocas anteriores, a partir del año 2012 la celulosa microcristalina y sustancias derivadas de la celulosa son importadas de otros países para su uso.

La Figura N° 1, demuestra el Balance de las transacciones realizadas para la celulosa y sus derivados químicos en los últimos años⁵.

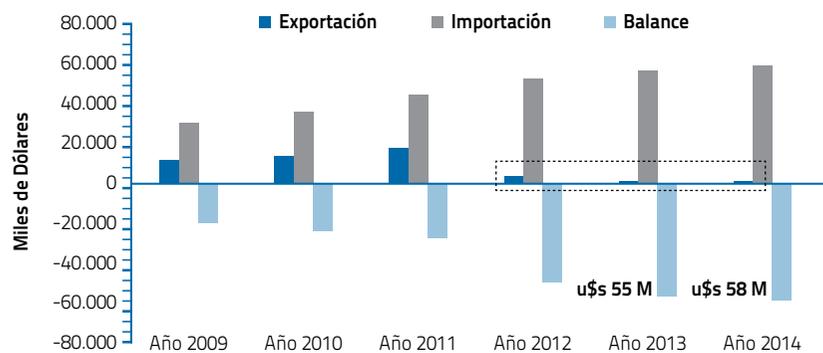


Figura 1. Balance anual para productos químicos celulósicos en Argentina en miles de dólares.

Considerando los dos últimos años de estudio (año 2013 y 2014), estamos hablando de un mercado actual real de 55 a 58 millones de dólares.

La carboximetilcelulosa es la que representa mayor incidencia en las transacciones representadas en la Figura N° 1, seguida por la celulosa microcristalina pero con una amplia diferencia entre ambas.

En definitiva, estamos hablando de un mercado actual sin oferta nacional a pesar de que en el país existe la tecnología y el conocimiento. Posibles usos y mayores oportunidades desarrolladas por distintos grupos de investigación serán nulos en la medida que no se recupere el know how de la obtención de este tipo de productos.

Tappi en sus publicaciones⁶⁻⁷, presenta un estudio sobre las proyecciones del mercado para productos actuales con nanocelulosas, cuantificando los valores de penetración industrial. Esta proyección estima un consumo promedio, en los próximos 5 a 10 años, de 35 millones de toneladas anuales de nanocelulosa, considerando exclusivamente los productos hoy comercializados. Además, lista una serie de productos en los que existe cierta expectativa sobre el uso de la nanocelulosa, como por ejemplo los sensores, fibras, productos electrónicos flexibles, cosmética, etc., cuya aplicación se encuentra hoy en etapa de investigación. Por lo que si el mercado hoy es interesante, presenta un futuro cercano con una perspectiva aun mejor.

3 Página CEPI consultada 30 de julio 2015; <http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/statistics/2014/Final%20Key%20statistics%202013.pdf>

4 Datos de la Dirección General de Aduanas, valor mayor histórico tomado hasta el año 2014 inclusive

5 Cálculo INTI tomado a partir de datos de la Dirección General de Aduanas

6 Shatkin, J. A., Wegner, T. H., Bilek, E. M.; Cowie, J.; "Market projections of cellulose nanomaterial-enabled products – Part 1: Applications"; Tappi Journal 13 (5): pp 9 – 16 (2014)

7 Cowie, J., Bilek, E. M., Wegner, T. H., Shatkin, J. A.; "Market projections of cellulose nanomaterial-enabled products – Part 2: Volume estimates"; Tappi Journal 13 (6): pp 57 – 69 (2014)

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La bioenergía es un sector que proporciona ventajas tanto desde un punto de vista público como de desarrollo empresarial, alcanzando objetivos de incremento de actividad económica y empleo, rentabilidad, seguridad e independencia energética, competitividad y medioambientales.

El momento actual es oportuno para alcanzar los objetivos, especialmente en el uso industrial:

1. Hay recursos de biomasa abundantes sin uso energético
2. Hay consumidores de energía con un costo elevado
3. Hay inestabilidad en el suministro industrial en algunas circunstancias
4. El desarrollo legislativo impulsa la venta directa de electricidad de fuente renovable
5. Existen los actores institucionales e industriales necesarios
6. Hay muy variadas opciones de negocio que combinan rentabilidades interesantes, estabilidad de negocio y beneficios generales. Destacan los biocombustibles y muy especialmente la venta de energía
7. El INTI se muestra como elemento vertebrador y tractor, ofreciendo cercanía e imbricado con empresas, administraciones y la sociedad

Los objetivos son alcanzables a muy corto plazo. La decisión de afrontar el desarrollo es esencial, junto con los primeros pasos institucionales de puesta a disposición de información. A este respecto la normalización y la creación de laboratorio de referencia, junto con personal formado, son pasos relativamente sencillos y muy importantes.

Tres pasos se configuran como esenciales: la normalización/certificación, impulsar negocios de bioenergía, y realizar una comunicación efectiva. La normalización centrada en biocombustibles, seguido de equipos básicos. Los negocios, centrados en la venta de energía, modelo ESE o RdD, con énfasis en proyectos de la escala adecuada, adaptada a las posibilidades del biocombustible y de la venta directa, con generación de todo tipo de energía, calor, frío, gas de gasificación, y electricidad (aprovechando la opción de venta directa con distribución por la red). La comunicación con canales claros, y muy importante un evento físico, una feria. Una estructura de comunicación y a la vez lobby, aunque sea de muy bajo coste, participada por empresas, puede ser de enorme utilidad.

Como continuación de la misión se pueden establecer algunos objetivos:

- A. Trabajo de puesta a punto y capacitación de un centro de referencia para la valoración de biomasa. Elaboración de normativa.
- B. Trabajo en proyectos de implementación para valorizar recursos de actores clave o puntos focales de la temática, que están apareciendo en esta primera fase.
- C. Desarrollo del Modelo Parques Industriales Emisión CO2 Cero, incluyendo iniciativa de pago por reducción emisiones.
- D. Apoyo a iniciativas empresariales con carácter demostrativo, iniciadas a raíz de la misión.

- E. Mejora en las capacidades de comunicación para el fomento de la biomasa de uso energético. Diseño y preparación de eventos. Celebración de Feria Nacional de Bioenergía.
- F. Caracterización de oferta y demanda potenciales a corto plazo.
- G. Ampliación del modelo de optimización de uso del recurso desarrollado por INTI Tucumán.
- H. Cuantificación de externalidades de la bioenergía.
- I. Elaboración de dossier de apoyo a la toma de decisiones gubernamentales que incluya por un lado las posibilidades y beneficios comparativos de la bioenergía en un modelo energético global, y por otro las externalidades.

PROYECTO **MEJORA DE LAS ECONOMÍAS
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL**

—
LA BIOMASA
**PARA USO
ENERGÉTICO
COMO NEGOCIO
SUSTENTABLE**



INTI



Unión Europea

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490
Fax (54 11) 4752 5919
www.ue-inti.gob.ar



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación