



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DOCTORAL EN ECONOMIA

**PROYECTO DE DESARROLLO REGIONAL: UN
MODELO BASADO EN EL TRATAMIENTO DE
RESIDUOS ORGANICOS.**

EL CASO DE CORFO RIO COLORADO

Gabriela Silvana Cristiano

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2018

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Economía de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Economía durante el período comprendido entre el 12/09/2006 y el 30/11/2017, bajo la dirección de la Dra. Silvia London.

Gabriela Silvana Cristiano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación
Continua

La presente tesis ha sido aprobada el..../.../..... , mereciendo la calificación de..... (.....)

***A mi luna y a mi sol,
Constanza y Lautaro***

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar en primer lugar mi agradecimiento a la educación pública en general y, en particular, a la Universidad Nacional del Sur y al Departamento de Economía -mi segundo hogar-, en el cual pude formarme profesionalmente y forjar mi futuro.

También quiero agradecer muy sincera y profundamente a mi directora, la Dra. Silvia London, quien me incentivó firmemente a dar fin a la presente tesis. Sin su acompañamiento, comentarios y sugerencias no hubiera sido posible haber llegado hasta aquí y estar escribiendo estas líneas.

En este tercer agradecimiento daré el merecido lugar a todos los docentes del Departamento de Economía que transitaron junto a mí este camino, desde Septiembre de 2006 hasta estos días. Su apoyo incondicional brindado a través de sus contribuciones académicas y palabras de aliento han sido los pilares que me sostuvieron durante tanto tiempo para continuar dándole forma a este trabajo.

La lista continúa. Sin embargo, para no caer en el descuido de no omitir a nadie, no particularizaré. Sólo mencionaré que, a lo largo de todos estos años, se han ido sumando profesionales de distintas disciplinas para brindar su aporte desde diferentes áreas del conocimiento y desde distintos organismos, tanto públicos como privados. También mi familia, amigos, no docentes y hasta mis propios alumnos supieron acompañarme, cada uno desde su lugar, en esta solitaria tarea: la redacción de mi tesis doctoral.

RESUMEN

Los temas vinculados a los problemas medioambientales ocupan un espacio prioritario en la agenda del sector público y, en algunos casos puntuales, en la del sector privado. A nivel mundial, este hecho se puso de manifiesto en la década del '70 y en nuestro país, podría decirse que la preocupación por el medio ambiente surgió recién en los años '90. Así, la evaluación del impacto ambiental se ha ido convirtiendo en una necesidad para mitigar los efectos negativos que se generan a partir del accionar del hombre, ya sea como consumidor o como productor.

Esta tesis tiene como objetivo presentar otra forma de dar tratamiento a las externalidades negativas provenientes de actividades productivas que generan residuos orgánicos, con la finalidad de disminuir los efectos nocivos causados por estos al medio ambiente y, de esta manera, elevar una nueva propuesta para diseñar un proyecto de desarrollo regional. Se postula un modelo en el que se considera la reconversión de una empresa monoprodutora en multiprodutora, teniendo en cuenta la posibilidad de transformar esos desechos orgánicos en subproductos con elevado potencial de ser comercializados en el mercado (específicamente bioenergía y biofertilizante).

En el análisis empírico se considera el estudio de la región de CORFO Río Colorado, realizando un abordaje integral del territorio bajo el enfoque del Desarrollo Territorial Rural dado que, para controlar esos impactos negativos, es necesario analizar qué actividades productivas se realizan en ese territorio, cuáles son sus principales actores sociales, qué tipo de recursos naturales son clave para su crecimiento y desarrollo y cuáles son las instituciones que, de algún modo, condicionarán su desempeño.

Las políticas públicas que se han ido implementando en los últimos tiempos en nuestro país han puesto en marcha diversos planes fomentando la concreción de proyectos tendientes a la producción de bioenergía a partir de la biomasa. En este trabajo se considera que estos son de significativa importancia para contribuir al crecimiento y desarrollo de la región de CORFO Río Colorado.

ABSTRACT

The issues related to environmental problems occupy a priority place in the public sector's agenda and, in some specific cases, in the private sector. At a global level, this fact became clear in the '70s and in our country, it could be said that the concern for the environment emerged in the '90s. Thus, the environmental impact assessment has become a need to mitigate the negative effects that are generated from the actions of human being, either as a consumer or as a producer.

The aim of this thesis is to present another way of treating negative externalities from productive activities that generate organic waste, in order to reduce the harmful effects caused to the environment and, in this way, raise a new proposal to design a regional development project. A model is postulated in which the conversion of a single-product multiproduct firm is considered, taking into account the possibility of transforming these organic waste into subproducts with high potential to be commercialized in the market (specifically bioenergy and biofertilizer).

The empirical analysis considers the study of the CORFO Rio Colorado region, making an integral approach to the territory under the Rural Territorial Development approach since, to control these negative impacts, it is necessary to analyze what productive activities are carried out in that territory, which are its main social actors, what kind of natural resources are key to its growth and development and which are the institutions that, in some way, will condition its performance.

There are a lot of public policies that have been implemented in recent times in our country, and they are many plans promoting projects for the production of bioenergy from biomass. In this work it is considered that these are of significant importance to contribute to the growth and development of the CORFO Rio Colorado region.

Certifico que la presente tesis incluye los cambios y correcciones sugeridos por los jurados.

Firma del Director

INDICE

INTRODUCCION	1
PARTE I- MARCO DE REFERENCIA	4
I.I- El enfoque del Desarrollo Territorial Rural (DTR).....	4
I.I.I- La inclusión de las instituciones en el enfoque del DTR.....	12
I.I.II- El crecimiento económico a partir de los recursos naturales de una región: <i>The staple theory of economic growth</i>	16
I.II- La economía ambiental y el tratamiento de las externalidades negativas en la producción.....	21
Conclusión.....	27
Bibliografía.....	28
PARTE II- UN ABORDAJE PARA MITIGAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL MEDIO AMBIENTE	31
II.I- La empresa multiproducto.....	31
II.I.I- El caso particular de empresas productivas que generan residuos orgánicos.....	35
II.I.II- Algunas particularidades vinculadas a las funciones de producción.....	44
II.II- El impacto ambiental.....	46
II.II.I- Efectos externos que afectan negativamente los recursos naturales.....	48
II.II.II- Índice para medir los efectos externos derivados de actividades generadoras de residuos orgánicos.....	52
Conclusión.....	56
Bibliografía.....	57
PARTE III- FUENTES DE ENERGIA, ASPECTOS LEGALES VINCULADOS A LOS AGROCOMBUSTIBLES Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS	60

III.I- Energías no renovables y renovables: definición.....	60
III.II- Los agrocombustibles: biodiesel, bioetanol y biogás.....	62
III.III- Antecedentes de los agrocombustibles en Argentina.....	67
III.IV- La problemática de los residuos orgánicos. El caso particular de los residuos agropecuarios y la posibilidad de generar bioenergía y biofertilizantes.....	76
III.IV.I- Clasificación de residuos. La biomasa generada por los <i>feedlots</i>	78
III. IV.II- El proceso de producción de biogás y biol. Aspectos tecnológicos.....	87
Conclusión.....	101
Bibliografía.....	102
PARTE IV- LA REGION DE CORFO RÍO-COLORADO.....	110
IV.I- Caracterización de la zona.....	110
IV.I.I- El rol de la Corporación de Fomento del Río Colorado (CORFO).....	114
IV.I.II- Descripción de los establecimientos agropecuarios según estratos. Actividades productivas relevantes.....	119
IV.I.III- La vinculación de los establecimientos agropecuarios con organismos de la región. Análisis estadístico en base a muestreo estratificado aleatorio.....	125
IV.II- Actividades productivas que generan residuos de origen animal.....	128
IV.II.I- La reconversión de la empresa: de monoprodutora a multiprodutora. Estudio de caso.....	133
IV.II.II- Evaluación del volumen potencial regional factible de ser tratado y la posibilidad de generar bioenergía.....	139
Conclusión.....	142
Bibliografía.....	143
CONCLUSIONES GENERALES.....	148

INTRODUCCIÓN

Desde hace cuatro décadas, la preocupación por el medio ambiente a nivel mundial ha venido creciendo. A partir de entonces, han comenzado a diseñarse e implementarse diversos mecanismos tendientes a la resolución de la problemática vinculada al control de las emisiones de gases efecto invernadero y al tratamiento de los desechos.

El objetivo principal de esta tesis es proponer un abordaje para el tratamiento de las externalidades negativas de producción, basado en la reconversión de un establecimiento monoproducción a uno multiproducción. Específicamente, se analiza el caso de aquellas externalidades negativas provenientes de actividades productivas que generan residuos orgánicos.

Las hipótesis que se pretenden testear son:

H₀: cuando una empresa genera externalidades negativas de producción causadas por la generación de residuos orgánicos, estas pueden mitigarse si la firma se reconvierte a multiproductora.

H₁: la empresa que se reconvierte a multiproductora posee economías de *scope*.

El trabajo está organizado en cuatro partes. En la Parte I se describe el marco de referencia, el cual se sustenta en el enfoque del Desarrollo Territorial Rural. El mismo constituye una herramienta de análisis idónea para abordar en forma integral a los territorios rurales, ya que se consideran aspectos de carácter productivo, social, institucional y medioambiental vinculados a su crecimiento y desarrollo. El conocimiento de sus características intrínsecas es relevante para dar tratamiento a diversas problemáticas, entre ellas la vinculada a la generación de residuos y sus efectos sobre los recursos naturales. Sin embargo, el DTR no propone una solución que contemple el tratamiento de las externalidades negativas provenientes de la producción. En relación a lo anteriormente mencionado, en el apartado siguiente se desarrolla este tema.

En la Parte II del trabajo se presenta una propuesta para disminuir los impactos negativos de la producción basado en el modelo de la empresa multiproducto. Si bien en la actualidad la mayoría de las empresas produce más de un producto, en este caso se propone emplear un residuo generado por la actividad productiva principal como insumo en la producción de otros subproductos, internalizando en gran parte las externalidades negativas que se generan. De este modo, la empresa podría ver incrementado su beneficio a partir del aumento en su ingreso total proveniente de la venta de sus subproductos y experimentar una disminución de costos por tratarse de una producción conjunta. Por otra parte, se presenta una matriz de análisis de impacto ambiental para finalmente elaborar un índice de efectos externos ocasionados por los residuos orgánicos provenientes de ciertas actividades productivas.

La Parte III describe aspectos inherentes a las diversas fuentes de energía, sus principales características y el marco legal vigente. Se pone especial énfasis en la generación de energías renovables partiendo de la descripción de los biocombustibles más comúnmente empleados, como lo son el biodiesel y el bioetanol. Luego se analiza la problemática de los residuos orgánicos y las posibilidades de producir, a partir de ellos, bioenergía y biofertilizantes. Finalmente se describe el proceso de producción de biogás y la tecnología con la que es posible llevarlo a cabo.

En la Parte IV se presenta un estudio de caso perteneciente a la zona de CORFO RC. Siguiendo los lineamientos propuestos por el enfoque del DTR, se analiza esta región productiva que basa su crecimiento y desarrollo en la utilización de un recurso clave: las aguas del Río Colorado. Se hace una breve revisión histórica de la zona para luego caracterizar los aspectos productivos y los actores sociales del entorno, como así también las relaciones existentes entre ellos. Ello con la finalidad de mostrar la potencialidad que reviste la región para producir bioenergía y biofertilizante a partir del tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de establecimientos productores de carne vacuna en forma intensiva. Luego se ejemplifica a las economías de alcance por medio de una aplicación en la

que un productor representativo de la zona decide reconvertir su establecimiento, pasando de monoprodutor a multiprodutor. De este modo, en gran medida se internalizan las externalidades negativas, disminuyendo así el impacto ambiental y preservando los recursos aire, agua y suelo. Finalmente, se exponen las conclusiones generales.

PARTE I: MARCO DE REFERENCIA

En el marco de referencia de esta tesis se considerarán, a partir del enfoque del Desarrollo Territorial Rural (DTR), los aspectos más relevantes a los que el DTR hace referencia y que contribuyen al estudio integral de un territorio -sin que ello implique un abordaje exhaustivo y profundo de cada uno de ellos-, y sobre la base del mismo se esquematizará el presente trabajo. En este enfoque relativamente nuevo, que surge en Latinoamérica en la década del '90 -época en la que la globalización y las políticas liberales tuvieron asidero-, comenzaron a ensayarse estrategias de desarrollo, las cuales se centraron esencialmente en potenciar a las pequeñas y medianas empresas porque son las que tienen más arraigo en el territorio (Manzanal, 1999).

El enfoque del DTR, el cual no es considerado por sí mismo un cuerpo teórico, propone una visión ampliada de la cuestión rural y territorial (Schejtman y Berdegué, 2004), y es en este sentido que se abordarán algunos temas a los que el mismo hace referencia, tales como el contexto institucional y los recursos naturales. Por otro lado, dado que este enfoque promueve el crecimiento y desarrollo equilibrado, se analizará la problemática ambiental en el marco de la teoría neoclásica, abordando el estudio de las externalidades. En base a ello se planteará un modelo alternativo para mitigar los efectos externos negativos causados al medio ambiente, provocados por ciertas actividades productivas que están vinculados al sector agropecuario.

I.I- EL ENFOQUE DEL DESARROLLO TERRITORIAL RURAL

En los últimos años se ha ido avanzando en los estudios acerca de la importancia que reviste el análisis del territorio con el propósito de encontrar una explicación a determinados fenómenos vinculados a la concentración de actividades productivas, la localización de las mismas y el dinamismo que se genera en esas áreas. Sin embargo, este tema comenzó a tomar relevancia hacia 1920 con la Teoría de la Localización y del Costo

de Transporte, a partir de los estudios de Alfred Weber y Alfred Marshall (Manzanal, 2006).

Es menester destacar que las teorías clásica y neoclásica no incorporaron explícitamente en el análisis económico ni al espacio ni a las instituciones como elementos constitutivos y determinantes. Es así que los temas relacionados a la problemática regional, en los que se incluyen cuestiones de política económica, surgen hacia fines de la década del '50 (conjuntamente con el inicio de la guerra fría). "A partir de allí comienzan a gestarse las políticas de planificación regional a cargo de los gobiernos nacionales, en un modelo que opera "desde arriba" y que conjuga tanto aspectos económicos como sociales y regionales" (Manzanal, 2006:3). Era necesario repensar el concepto de "territorio" e iniciar un proceso de planificación para poder atender a la problemática vinculada a la concentración productiva y poblacional, lo cual originaba desigualdades entre las regiones. El análisis del territorio traspasa la frontera espacial y geográfica e incorpora la dimensión histórica, institucional, social y cultural. En este nuevo concepto de territorio se conjugan las dinámicas y flujos urbano-rurales que engloban productos, insumos, servicios e individuos.

Los cambios ocurridos a nivel mundial en la década del '90, resultado de las políticas neoliberales que incluyeron desregulación, privatizaciones e integración regional, han influido en Latinoamérica para repensar a los territorios y analizar a las regiones desde un contexto globalizado, surgiendo así autores que comenzaron a abocarse al estudio de esta problemática (Shejtman y Berdegué, 2004). Es en este sentido cómo el proceso de globalización ha contribuido a revalorizar los espacios territoriales, dando origen a nuevas formas de producción y de relacionar espacios socio-económicos; este hecho ha brindado la posibilidad para que cada territorio o región, a los que se les reconoce su heterogeneidad, desarrollase sus propias capacidades y pudiese integrarse a nuevos territorios (Manzanal et al, 2007). Es recién a partir de estos hechos históricos que la literatura económica comienza a incorporar la noción de espacio o territorio "(...) en torno a la tarea de dilucidar los factores que explican o determinan los procesos de concentración de actividades

productivas y de servicios en determinados espacios (ciudades), como los que conducen a que determinadas localizaciones exhiban un mayor dinamismo y capacidad competitiva que otras” (Schejtman y Berdegué, 2006:48).

El Desarrollo Territorial Rural (DTR) se define como un proceso de transformación que contempla no sólo aspectos tecno-productivos sino que, además, considera el contexto institucional en un espacio rural específico con el propósito final de reducir la pobreza rural. Los procesos de transformación territorial en términos productivos tienen como objetivo generar conexiones entre ese espacio con otros territorios más desarrollados y dinámicos a los efectos de generar nuevas redes comerciales y de cooperación, incrementar la competitividad e involucrar a los agentes intra territorio con otros ajenos al mismo (op cit).

Desde este nuevo enfoque del DTR se entiende al territorio no sólo como un espacio físico o geográfico sino como “una construcción social; es decir, un conjunto de relaciones sociales que dan origen y a la vez expresan una identidad y un sentido de propósitos compartidos por múltiples agentes públicos y privados” (Shejtman y Berdegué, 2004:5). Aparece aquí entonces un concepto de desarrollo rural más amplio, de índole multisectorial, en el que se incorpora la noción de territorio que abarca cuatro dimensiones estratégicas: la económica-productiva, la sociocultural, la ambiental y la política-institucional.

Según un informe publicado en 2007 por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), y desde la perspectiva del enfoque del DTR, un territorio es un espacio geográfico que se caracteriza por la presencia de: a) una dotación de recursos naturales específica, b) una identidad particular, dada por la idiosincracia de los habitantes y del lugar, con patrones históricos y culturales determinados, c) relaciones sociales, formas de organización e instituciones que conforman entre todos un entramado o red y d) las formas de producción, intercambio y distribución del ingreso. Desde esta óptica, el DTR no es un hecho aislado, sino que es un proceso llevado a cabo por los actores comprendidos en el seno de ese

territorio e intenta fortalecer las capacidades locales aprovechando las sinergias que surgen a partir de los recursos propios y ajenos.

El objetivo del enfoque del DTR es consolidar las redes sociales e institucionales y el sistema económico-productivo local (entendido este como el conjunto de empresas pertenecientes a cadenas de valor, cuyos eslabones tienen encadenamientos hacia atrás y hacia delante) a través del análisis multidimensional del territorio, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la comunidad inmersa en él. El denominado "capital territorial", que constituye el potencial de desarrollo de un territorio, está conformado por los distintos tipos de recursos y tipos de capital que posee una comunidad, ya sean tangibles o no, y que son plausibles de ser movilizados en pos de una estrategia de desarrollo.

Shejtman y Berdegué sostienen que el DTR es un proceso que incluye diferentes etapas en las cuales se tienen en cuenta distintos períodos; en él tienen lugar los diversos acontecimientos provenientes de acciones, planificaciones y estrategias que darán origen a determinados resultados. Los procesos que se dan dentro del mismo, más bien de índole productiva, se enlazan con cuestiones de carácter institucional para conectar actores sociales de todos los sectores (sector productor, sector estado y sector científico tecnológico). El propósito final es el de brindar apoyo por medio de la generación de oportunidades de negocio e impulsar al territorio hacia un sendero de crecimiento y desarrollo equilibrado. El rol de los gobiernos locales es fundamental, ya que por medio de políticas públicas, tales como la promoción de actividades clave, financiamiento y acceso a la información, entre otras, posibilitan y facilitan las conexiones entre los actores del territorio y entre otras regiones.

Estos autores destacan siete elementos esenciales que deben ser considerados en el enfoque del DTR, a saber:

- 1- La competitividad, entendida ésta como un fenómeno sistémico.
- 2- El progreso tecnológico y el conocimiento, los cuales son, por un lado, los elementos determinantes para alcanzar la competitividad y, por otro, los condicionantes de supervivencia de las unidades productivas.
- 3- La demanda externa al territorio, la que sería el motor de la transformación del mismo, conducente al aumento de la productividad y del ingreso.
- 4- Las innovaciones tecnológicas.
- 5- Los vínculos urbano-rurales.
- 6- Las instituciones.
- 7- El territorio, entendido éste como una construcción social.

En base a estos elementos mencionados cabe hacer un pequeño paréntesis y analizar brevemente el concepto de competitividad sistémica a partir de los conceptos de competitividad y competitividad estructural. En este sentido, es menester recordar que Michael Porter (Porter, 1990) fue el primero en estructurar y sistematizar un cuerpo teórico en torno al concepto de competitividad, entendiendo a esta como "la capacidad para sostener e incrementar la participación en los mercados internacionales, con una elevación paralela del nivel de vida de la población. El único camino sólido para lograrlo se basa en el aumento de la productividad" (Porter (1990) en Suñol, 2006:181).

En 1992, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) amplió el concepto de competitividad y se focalizó en el concepto de competitividad estructural. En él se pone énfasis en la innovación como factor central del desarrollo económico y se destaca la importancia de la organización empresarial, capaz de activar las potencialidades de aprendizaje en todas las áreas operativas y de formar redes de colaboración orientadas a la innovación, las cuales se apoyan en un contexto institucional que las fomenta. La competitividad estructural es entendida como el

resultado de la gestión exitosa de las empresas, pero también toma en cuenta la fortaleza y eficiencia de la estructura productiva nacional, las tendencias a largo plazo en la tasa y estructura de la inversión, la infraestructura técnica y otros factores determinantes vinculados a cuestiones externas sobre las que las empresas se apoyan.

Posteriormente, el Instituto Alemán de Desarrollo propuso un concepto de competitividad más abarcativo que el empleado por la OCDE, en el que se incorpora un enfoque sistémico (CEPAL, 1996). En este sentido cobra importancia el ambiente en el que se desenvuelven las empresas, ya que la ausencia de un entorno eficaz restringiría la capacidad de las mismas para lograr una competitividad genuina. En este enfoque se incluye la dimensión política, la cual constituye un contexto condicionante para el desarrollo y creación de competitividad. El enfoque de la competitividad sistémica se basa en el patrón organizativo de la sociedad en su conjunto. En este sentido, puede señalarse que la competitividad es un concepto mucho más amplio y que trasciende a la propia empresa, entendiéndola como el producto de la interacción compleja y dinámica entre cuatro niveles socioeconómicos de un sistema (Esser et. al., 1996), los cuales se detallan a continuación:

1. NIVEL MACRO: está caracterizado por el conjunto de políticas que presionan sobre las empresas a través de exigencias de desempeño.
2. NIVEL MESO: este nivel está relacionado con el estado y otros actores sociales que desarrollan acciones de apoyo específico, que fomentan la formación de estructuras y articulan los procesos de aprendizaje con la sociedad. Aquí se apunta principalmente a desarrollar la infraestructura física y a crear un ambiente favorable a la innovación.
3. NIVEL META: conformado por patrones básicos de organización jurídica, política y económica, capacidad social de organización e integración y potencial de los actores para la unión estratégica.
4. NIVEL MICRO: este nivel atiende específicamente a las cuestiones internas de la empresa, y contempla aspectos que involucran eficiencia, calidad, flexibilidad y rapidez de reacción. Está basado en la capacidad de gestión, en la logística y en las estrategias empresariales. Incorpora

los conceptos de integración en redes de cooperación tecnológicas y la interacción con proveedores, productores y usuarios.

Para lograr la optimización de la eficiencia en los cuatro niveles mencionados anteriormente, son elementos clave la capacidad estatal de conducción de la economía y un marco institucional idóneo (Picardi et al, 2001). Para que las reformas macroeconómicas sean exitosas, las mismas deben ir acompañadas de políticas que apunten a la reforma del estado, a la articulación de los actores estratégicos y a la formación de estructuras sociales. La competitividad sistémica es un programa de transformación social que va más allá de las acciones emprendidas en el contexto macroeconómico, dado que el objetivo perseguido es lograr la integración social (Esser et. al., 1996).

A partir de este modelo de organización se desprende la necesidad de considerar y rescatar el potencial que reviste el aprovechamiento de los recursos naturales, apuntando a la consolidación de un desarrollo sostenido. Para ello es necesario diseñar una estrategia de desarrollo que fomente no sólo la extracción y procesamiento más simple de los recursos naturales, sino la consecución de las múltiples actividades que tienden a aglomerarse en torno a dichos recursos siguiendo las tendencias del mercado, agregando valor y reforzando los encadenamientos con actividades proveedoras de insumos, equipos e ingeniería y con las actividades procesadoras y usuarias de los recursos naturales (Ramos, 1998).

Se trata de lograr que los complejos productivos incipientes que se gestan en torno a los recursos naturales puedan convertirse en complejos maduros en el corto plazo, con el respaldo de políticas idóneas. La abundancia relativa y la mayor disponibilidad y calidad de estos recursos han impulsado la generación de ciertas actividades que hacen uso intensivo de los mismos; sin embargo, hay una tendencia a posicionarse en las fases iniciales de procesamiento, sin avanzar significativamente hacia la elaboración de productos especiales y más sofisticados con mayor valor agregado.

Manzanal (Manzanal, 2006) sostiene que en el enfoque del DTR el territorio ocupa una categoría central. Al igual que Schejtman y Berdegué (Schejtman y Berdegué, 2006) afirma que un territorio puede entenderse como un conjunto de relaciones sociales en el que inevitablemente existen relaciones de poder.

El DTR considera una transformación productiva de índole competitivo-sustentable, donde el objetivo es construir un entramado sólido dentro del territorio, de modo tal de poder empalmar a esa región con el resto de las actividades que forman parte de las distintas cadenas productivas que componen otros territorios. Para realizar un adecuado análisis del desarrollo rural se requiere de la interacción de un conjunto de disciplinas que lo aborden en forma integral, tales como la geografía, economía, sociología, antropología e historia, entre otras. Por otra parte, el concepto de territorio no es algo estático, dado que en él tienen lugar acontecimientos de índole cotidiana, en el que se ponen de manifiesto hechos de carácter socioeconómico, político y cultural, y se toman decisiones que tienen que ver con los distintos intereses de los actores sociales, donde entra en juego el poder político y económico.

Un informe publicado por el INTA (INTA, 2007) sostiene que este enfoque considera al territorio como un todo interrelacionado e incluye los siguientes elementos fundamentales:

- La participación social
- La multidimensionalidad
- La multisectorialidad
- La visión de una economía de territorio
- La búsqueda de una mayor coincidencia institucional

La creación de los distintos bloques económicos que se han gestado en las últimas décadas, tales como la Unión Europea, el Mercosur, el Nafta y el Pacto Andino, no son más que el resultado de las políticas liberales y de los distintos procesos de desregulación que se han llevado a cabo en diferentes países, lo cual ha conducido a formular un nuevo concepto del territorio.

Paralelamente, Silvia Gorenstein (Gorenstein, 2007) afirma que el enfoque del DTR plantea una visión ampliada de lo rural y, por otra parte, propone al territorio como la matriz de organización. El DTR se inspira en los enfoques desarrollados en la economía regional e industrial, en el cual se incluyen a las regiones de aprendizaje (*learning regions*) y a los entornos innovadores (*milieu*). En este sentido, se pretende que un territorio se desarrolle a partir de la construcción de sistemas productivos locales competitivos, que vayan acompañados de infraestructura y servicios eficientes.

Otro de los conceptos que será abordado a continuación en forma particular es el referido a las instituciones, dado que en el enfoque del DTR el ambiente institucional tiene una importancia decisiva para lograr el desarrollo del territorio, de la misma forma que la descentralización pasa a ser una condición necesaria para el desarrollo del mismo. Para el diseño e implementación de programas de DTR, la transformación productiva y el desarrollo institucional deben darse en forma simultánea, entendiendo el concepto de lo rural en términos más laxos e involucrando a las áreas rurales más pobres en los ejes urbanos, con los cuales podrían vincularse en términos productivos y sociales (Schejtman y Berdegué, 2004). Posteriormente se expondrá la teoría del crecimiento económico a partir de los recursos naturales, denominada *The Staple Theory of Economic Growth*, a modo de ejemplificar la noción de "capital territorial" propuesta por el enfoque del DTR. En este caso, los recursos naturales que posee un territorio pueden constituirse en el motor de desarrollo de un determinado territorio, lo cual queda plasmado en la *Staple Theory of Economic Growth*.

I.I.I- LA INCLUSIÓN DE LAS INSTITUCIONES EN EL ENFOQUE DEL DTR

Los distintos autores que abordan el enfoque del DTR destacan el rol fundamental que desempeña el marco institucional en los procesos de desarrollo. A continuación, y siguiendo a North (North, 1990), se expondrán algunos conceptos y definiciones que emanan de la Nueva Economía Institucional (NEI).

La NEI estudia y enfatiza la importancia que revisten las instituciones en el intercambio económico, en las elecciones y conducta económica de los individuos y grupos sociales y en el desempeño de la economía. Trata de dar respuesta a cuatro interrogantes clave, a saber: por qué son importantes las instituciones, por qué surgen, por qué los individuos las demandan y de qué forma éstas influyen en el intercambio, en las elecciones y decisiones de inversión, ahorro y consumo.

Ahora bien: ¿qué son las instituciones? Las instituciones son las reglas de juego sobre las que se basa una sociedad y que condicionan tanto las relaciones económicas como las sociales entre los participantes del sistema (op.cit.). De hecho, las instituciones son las que estructuran los incentivos que se dan en los intercambios de índole política, social y económica. Estas reglas son indispensables, ya que sin ellas los individuos carecerían de las posibilidades de obtener los beneficios de la cooperación social y del intercambio económico.

Por otra parte, es importante hacer la distinción entre instituciones y organizaciones u organismos. De la misma forma que las instituciones, las organizaciones brindan una estructura para que se lleve a cabo la interacción humana. "Las organizaciones crean y sostienen estructuras y patrones de pensamiento y acción que se autoreforzan" (London, 1999:60). Las mismas están representadas por entidades políticas, económicas, sociales, educativas y deportivas, entre otras, las cuales agrupan individuos que poseen objetivos comunes (North, 1990). El tipo de organizaciones que posea una determinada sociedad dependerán del marco institucional. Los organismos se constituyen con un determinado propósito dadas ciertas instituciones, y para cumplir sus objetivos van evolucionando, modificando de esta forma a las instituciones.

Las sociedades que han logrado obtener un nivel de desarrollo importante en su economía no han sido guiadas por un orden espontáneo, sino que se han apoyado y basado en un conjunto de instituciones. Si bien estas reglas son necesarias, también es menester contar con un poder y un sistema de

orden que obligue su cumplimiento; las mismas constituyen una guía para el accionar y el interactuar de las personas (op. cit.)

Estas reglas o limitaciones pueden ser formales (tales como las normas creadas por los individuos, como lo son las reglas políticas, económicas, sociales y los contratos, que van desde las constituciones, estatutos y leyes comunes hasta las disposiciones especiales y contratos individuales) o informales (como los acuerdos y los códigos de conductas). Las primeras son plausibles de cambios repentinos y hasta abruptos, ya que son producto de decisiones políticas o judiciales. Sin embargo, las segundas, dado que están enraizadas en costumbres, conductas y tradiciones, son más inflexibles y se resisten a los cambios. "Estas limitaciones culturales no solamente conectan el pasado con el presente y el futuro, sino que nos proporcionan una clave para explicar la senda del cambio histórico" (op. cit.:17).

Por lo anteriormente expuesto, y continuando con el análisis de North, resulta más que importante el estudio de las instituciones para explicar el cambio histórico y la divergencia entre las distintas sociedades, como así también la disparidad de su desempeño. Tanto las instituciones como los organismos dirigen el rumbo del cambio institucional. Una de las cuestiones fundamentales es comprender cómo el proceso de construcción y mantenimiento institucional genera tensiones y contradicciones que obligan al cambio, y cómo los impactos exógenos pueden disparar o redirigir esos procesos. Según North, la fuerza que motiva y desencadena un cambio a nivel institucional está dada por los cambios que se producen en los precios relativos. Sin embargo, mientras sea más costoso realizar el cambio antes que mantenerlo –a pesar de su ineficiencia- es más probable que las instituciones persistan.

La creación de una nueva institución transforma los intereses y las ideologías de sus bases políticas. La importancia de las instituciones queda plasmada en un sistema de orden social (entendido este como aquel sistema en el que se mantienen las jerarquías, las normas y las instituciones), el cual tiene las siguientes características (North et al, 2009):

una matriz institucional que produce un conjunto de organizaciones y establece una serie de privilegios y derechos, una estructura estable de relaciones de intercambio tanto en los mercados políticos como económicos y un conjunto subyacente de instituciones que compromete de forma creíble al Estado con una serie de normas políticas que contribuyen al fortalecimiento de los derechos que protegen a las organizaciones y las relaciones de intercambio.

Daron Acemoglu y James Robinson (Acemoglu y Robinson, 2008) afirman que, de acuerdo a estudios realizados, las principales diferencias existentes en la prosperidad entre los distintos países están dadas por las instituciones económicas. Esto trae aparejado implícitamente la necesidad de reformarlas, lo cual es un proceso de difícil consecución, ya que estas instituciones de índole económica son elecciones colectivas, producto de un proceso político determinado. Las instituciones económicas de una sociedad dependen de la naturaleza de las instituciones políticas y de la distribución del poder político en la sociedad. Las mismas juegan un papel importante para el crecimiento económico porque son las que establecen y moldean los incentivos de los actores clave en la sociedad. En particular, ejercen influencia sobre los procesos de inversión en capital físico y humano y en tecnología, como así también en los procesos de producción. North afirma que el buen desempeño de las economías se basa en la eficiencia de las instituciones. "Históricamente, el crecimiento de las economías ha ocurrido en el seno del marco institucional de políticas coercitivas bien desarrolladas" (North, 1990: 27).

Las instituciones, al ser en principio reglas regulativas y constitutivas, resuelven problemas de acción colectiva. Por otra parte, los resultados a los que puede arribarse con la presencia de un determinado marco institucional dependerá de cuán eficientes o no sean esas instituciones. El mismo North planteó la necesidad de reconocer la existencia y diferencia entre resultados eficientes e ineficientes -provenientes de los marcos institucionales establecidos-, y descarta la idea del darwinismo institucional (es decir, aquellas instituciones que producen un resultado ineficiente no tendrían por qué que desaparecer).

Las instituciones, entonces, deben verse como elementos facilitadores y constitutivos que condicionan el desempeño de las economías. Así, las instituciones, a través de las organizaciones, se constituyen en un elemento clave del renacimiento de muchas regiones. A modo de ejemplo puede mencionarse el rol preponderante y la influencia dinámica que ejercen los organismos de apoyo a la producción en los territorios rurales.

Las nuevas instituciones se construyen a partir de la base de las instituciones existentes; sin embargo, debe reconocerse que las instituciones no son fácilmente maleables y que no todos los cambios institucionales mejoran la eficiencia; saber cuán eficiente o no ha sido el marco institucional dependerá de la evaluación de los resultados. "(...) las nuevas instituciones se construyen a partir de la materia prima de las instituciones existentes" (Chang y Evans, 2007:225).

I.I.II- EL CRECIMIENTO ECONÓMICO A PARTIR DE LOS RECURSOS NATURALES DE UNA REGIÓN: THE STAPLE THEORY OF ECONOMIC GROWTH

El DTR destaca la importancia que revisten los recursos naturales para el crecimiento de determinadas regiones. Tal como se expusiera anteriormente, en lo siguiente se esbozarán los principales aspectos sobre los que se basa la teoría del crecimiento económico a partir de los productos procedentes del sector primario, destacando la relevancia que la misma tiene en los países que poseen relativamente una mayor cantidad de recursos naturales. Es en este sentido que se expone esta teoría, en la que queda reflejado el rol fundamental que tienen los recursos naturales de un territorio para alcanzar un mayor grado de desarrollo (cabe aclarar que, si bien por sí solos no aseguran el desarrollo, constituyen una forma de capital con potencialidad a ser explotado).

La misma surge para explicar el desarrollo económico de Canadá a partir de las exportaciones de bienes provenientes del sector primario o de recursos naturales, tales como los productos procedentes de las actividades

pesquera, forestal, minera, agrícola-ganadera y demás actividades conectadas con estas cadenas productivas. Por otra parte, coexisten actividades secundarias vinculadas a la provisión de insumos y bienes requeridos por el recurso natural, las cuales a su vez están conectadas con empresas satélites para el mantenimiento y la puesta en marcha de obras de infraestructura. "Así, cada auge exportador da lugar a una ola de inversiones de primer, segundo y tercer grado, que no sólo multiplica el efecto del impulso exportador inicial, sino que genera actividades económicas cada vez menos dependientes del impulso inicial" (Ramos, 1998: 109).

The Staple Theory of Economic Growth -también conocida como *The Staple Thesis*- fue desarrollada originariamente por William Mackintosh en 1923 y perfeccionada por Harold Innis en 1933, para poder explicar el proceso de cambio económico en las regiones de colonización reciente de Canadá, con una relativamente pequeña base poblacional pero con una gran superficie de tierra y otros recursos naturales. Mackintosh postuló que el tipo de actividad económica desarrollada en una región particular está determinada por la disponibilidad de recursos que permiten la producción de un *commodity* con gran potencial de exportación (Cristiano et al, 2011). Innis consideraba que la evolución económica de Canadá y otros países similares no podía ser explicada por las teorías vigentes en esa época (1920 a 1930).

Esta tesis se basa en que el desarrollo de muchos países y regiones ha sido liderado por la expansión del sector exportador, principalmente a partir de la exportación de *commodities* o de recursos naturales. El supuesto fundamental de esta teoría subyace en el hecho de que, en ausencia de estas exportaciones de bienes primarios, una región sería significativamente más pobre en términos del producto bruto per cápita (Altman, 2003). Siguiendo a este autor es posible decir que esta teoría también hace referencia a la existencia de una relación causal positiva entre la infraestructura económica y social de una región y el crecimiento del producto; en la medida en que ello contribuya a incrementar las exportaciones de bienes de primera necesidad, esto afectará el PBI real per cápita. La evolución del mismo es una medida importante que refleja el

resultado de una determinada política pública. Por lo tanto, esta evolución dependerá del lado de la oferta de la economía.

En 1923, Mackintosh reconoció la importancia de incorporar a la teoría económica las dimensiones geográfica e histórica, considerándolas a ambas fundamentales para el desarrollo económico de Canadá y de Estados Unidos, ya que eran mercados con un fuerte peso relativo en productos de primera necesidad, con énfasis en la producción de materias primas (Ramos, 1998). En estos mercados, los productores supieron aprovechar los factores geográficos para producir competitivamente y llevar los alimentos básicos hacia ellos. En este caso, las exportaciones de materias primas han sido el motor para conducir el proceso de desarrollo, tanto en términos del crecimiento intensivo como extensivo.

Por otra parte, Innis argumentó que desde los inicios de los asentamientos europeos, la economía canadiense y la sociedad se han visto profundamente afectados a la producción de bacalao, cueros, madera, trigo, níquel y energía hidroeléctrica, debido a las ventajas económicas que se obtenían a partir de este tipo de exportaciones (Innis, 1933). Inicialmente, estas tenían a Europa como destino final, lo que a su vez implicaba un beneficio para los inmigrantes de los asentamientos coloniales, ya que el intercambio de productos primarios por productos industrializados del viejo continente proporcionaba un mayor nivel de bienestar a las colonias canadienses. A su vez, Innis (op. cit.) suponía implícitamente que si los factores de producción hubieran sido reasignados a la producción de productos no básicos, el producto per cápita habría sido menor del que realmente era. Además, fue el potencial de rentabilidad de los productos primarios lo que atrajo a los inmigrantes y, por lo tanto, sus exportaciones estuvieron fuertemente relacionadas con el proceso de crecimiento extensivo de la economía y con el crecimiento de la producción total.

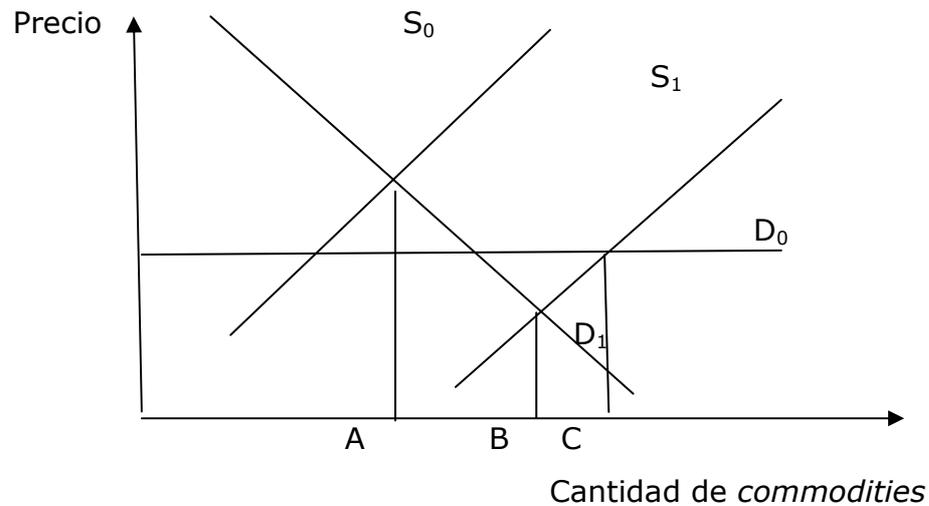
En la búsqueda de producciones primarias rentables, los colonos se habían dedicado a la producción de nuevos productos, pero igualmente siguieron abocados en la reducción de sus costos productivos. En particular, trataron de modificar y mejorar los sistemas de transporte tanto de los bienes de

exportación como de los de importación. Por esta razón, la importancia del transporte en la evolución de la economía canadiense no debería subestimarse. Los esfuerzos para reducir los costos de producción involucraron agentes económicos, tanto a nivel de firma (granjas) como de gobierno.

Esta teoría es, en gran medida, una teoría del desarrollo económico proveniente del lado de la oferta, mediante la cual la posibilidad de crecimiento de un país está determinada por la capacidad de las firmas de producir *commodities* competitivamente con bajos costos para los mercados sobre los que tienen poco o ningún control sobre el precio. En este caso, cuando la demanda está determinada exógenamente, los productores pueden incidir sobre los costos de producción –tales como los costos de transporte- y por lo tanto incrementar la oferta de sus productos.

Independientemente de que la elasticidad precio de la demanda sea perfectamente elástica o inelástica, los productores pueden afectar el curso de la economía incrementando o disminuyendo la oferta de productos, provocando variaciones tanto en el precio como en la cantidad. En el Gráfico I se ilustra esta situación, en el cual se exponen dos funciones de demanda: D_0 , que es perfectamente elástica, y D_1 , que es elástica. Dada la curva de oferta S_0 , los productos no pueden ser vendidos; sin embargo, con costos de producción más bajos, es posible incrementar la producción y encontrar una nueva función de oferta, S_1 . En este caso, un mayor volumen de *commodities* puede ser comercializado, y a un menor precio.

Gráfico I: Variaciones de la oferta de productos



Fuente: Ramos 1998.

Así, los sucesivos incrementos de oferta originarán nuevos aumentos de las exportaciones de bienes primarios. El lado de la demanda es también de importancia, ya que la elasticidad de la demanda afecta a la cantidad que pueden ser vendidos los *commodities*. Sin embargo, los cambios que puedan producirse en la función de demanda no son una condición necesaria para el crecimiento.

En concordancia con *The Staple Thesis* es relevante mencionar la teoría del crecimiento desequilibrado de Albert Hirschman (Hirschman, 1964) y su vinculación con los encadenamientos productivos que se generan a partir de las conexiones entre distintos sectores de la economía. El hecho de seleccionar y fomentar el desarrollo de un determinado sector de la economía considerado clave (que bien podría ser el sector rico en recursos naturales) y, en tanto y en cuanto se produzcan conexiones o encadenamientos con el resto de los sectores, el mercado por sí solo reaccionará a esa situación de desequilibrio, realizando en forma espontánea las inversiones restantes. "Si se quiere que la economía siga creciendo, la tarea de la política de desarrollo es mantener las tensiones, desproporciones y desequilibrios" (op. cit.: 74). Esta teoría, que a diferencia de la anterior es una teoría del lado de la demanda, hace referencia al conjunto de fuerzas que generan inversiones y se accionan cuando la

capacidad productiva de los sectores que producen insumos para otros, o que utilizan los productos, es escasa o inexistente.

Los adelantos discontinuos que pudiesen llevarse a cabo en un sector específico estimulan a otros sectores. Por esta razón es importante seleccionar qué sectores son considerados líderes. Para esto hay que evaluar ciertos indicadores de desempeño vinculados a la cantidad de eslabonamientos que a partir de ellos se generan, la fortaleza que éstos tienen y la rentabilidad que producen. Los eslabonamientos, al vincularse con las cuestiones tecnológicas y productivas, tienen significancia económica ya que, ante efectos positivos, incentivan la inversión y el crecimiento, fortaleciendo de esta forma la producción. Según Hirschman, "(...) la agricultura en general y la agricultura de subsistencia en particular se caracterizan por una escasez de efectos de eslabonamientos" (op. cit.: 114).

Por tal razón resulta necesario industrializar la producción primaria. El sector agroindustrial tiene un carácter multisectorial dinámico, que genera fuertes encadenamientos con el resto de la economía. Estos son particularmente importantes para lograr un acercamiento integral al desarrollo de un país o región. En países con abundancia de recursos naturales la agroindustria se ha considerado con frecuencia esencial para el desarrollo económico (Cristiano et al, 2011).

I.II LA ECONOMIA AMBIENTAL Y EL TRATAMIENTO DE LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS EN LA PRODUCCION

"La toma de conciencia generalizada sobre las repercusiones ambientales de la actividad económica ha puesto de manifiesto la necesidad de incluir, en el marco de la toma de decisiones económicas, toda la problemática derivada de las íntimas relaciones entre economía y ecología, que la economía estándar ha reducido al estrecho corsé de las externalidades" (Aguilera Klink y Alcántara, 2011:6).

En este apartado se expondrán los lineamientos centrales que vinculan la problemática ambiental y la economía desde la teoría neoclásica. Los estudios de índole económica sobre los recursos naturales y el medio ambiente, los que han cobrado importancia en los últimos tiempos, suelen considerar tres ejes relevantes al momento de efectuar un análisis en relación a los mismos: la contaminación ambiental, la extracción de recursos –sean renovables o no- y la valoración ambiental (Aguilera Klink y Alcántara, 2011). En este sentido cabe preguntarse qué se entiende por “medio ambiente”.

El medio ambiente constituye ese espacio dual en el que los individuos realizan todas sus actividades productivas, y toman de él los recursos necesarios para transformarlos en productos finales con mayor o menor grado de valor agregado. Pero, por otro lado, ese mismo ambiente es el que recibe todos los residuos que generan tanto los productores como los consumidores. Surge entonces la economía ambiental, la cual tiene sus raíces en la teoría neoclásica. Uno de los temas centrales de la economía ambiental es el tratamiento de las externalidades (en el que se analiza la valoración monetaria de los beneficios y costos ambientales) y el estudio relacionado a la problemática del agotamiento de los recursos no renovables vinculado a la cuestión de la asignación óptima intergeneracional (op. cit.).

Cuando los precios de mercado no manifiestan completamente los costos (ó beneficios) asociados a las actividades que realizan los productores o consumidores y aparecen las llamadas “fallas de mercado”. Es posible decir entonces que existe una externalidad cuando una determinada actividad, ya sea de producción o de consumo, produce un efecto indirecto sobre otras actividades de producción o consumo que no se refleja a través del sistema de precios de mercado. Estos precios aparecen distorsionados, ya que no incluyen todos los costos o beneficios reales para la sociedad, lo que conduce a una inadecuada asignación de recursos. En presencia de externalidades el mercado falla y se genera una pérdida de bienestar porque se tiende a producir en una mayor o menor cuantía de lo que resultaría óptimo (Mas Colell et al, 1995).

Varios son los ejemplos que se citan para mostrar estos efectos, particularmente aquellos negativos relacionados a la producción. Uno de los más comunes hace referencia a una firma que vierte sus residuos en un río, lo cual hace que ese lugar ya no sea apto para realizar una actividad pesquera o de esparcimiento. El hecho de que el río tenga aguas contaminadas afectaría la calidad de vida de sus habitantes y, en términos de la renta percibida por los propietarios, esta disminuiría a raíz de las malas condiciones medioambientales del entorno. Las externalidades negativas en la producción se originan a raíz del deterioro o del mal uso de los recursos naturales. La causa de ello radica en " (...) una inadecuada delimitación de los derechos de propiedad y en la ausencia de un marco institucional que permita la compensación por externalidades, otorgando incentivos a los agentes económicos para alcanzar un óptimo uso de los recursos" (Vazquez Manzanares, 2014).

Arthur Pigou (1920) es considerado el precursor de la Economía del Bienestar y el principal pionero del movimiento ambiental. Distinguió los costos privados de los sociales, como así también los beneficios privados y sociales, planteando al problema de las externalidades desde una óptica unilateral; esto implica que un agente –productor o consumidor- causa un perjuicio o beneficio a otro y por esta razón debe ser compensado o penalizado. El actor capacitado para resolver estas externalidades según Pigou es el Estado, el cual (dado un determinado marco legal), a través del cobro de impuestos o del otorgamiento subsidios puede prohibir/disminuir o incentivar la producción o el consumo de los bienes en cuestión. A modo de ejemplo cabe mencionar que el Estado podría sancionar a una empresa que contamina por medio de la aplicación de un impuesto, de modo de obligarla a internalizar esa externalidad negativa.

Estos impuestos que permiten corregir esos efectos negativos se conocen como impuestos pigouvianos. Esta sería una forma de incluir, mediante el impuesto, el costo externo provocado a la sociedad en la función de costo privado que posee la firma. Esta propuesta no necesariamente eliminaría por completo la externalidad (sí podría hablarse de un nivel óptimo de producción). Por otra parte, habría que plantearse que, si se anulase por

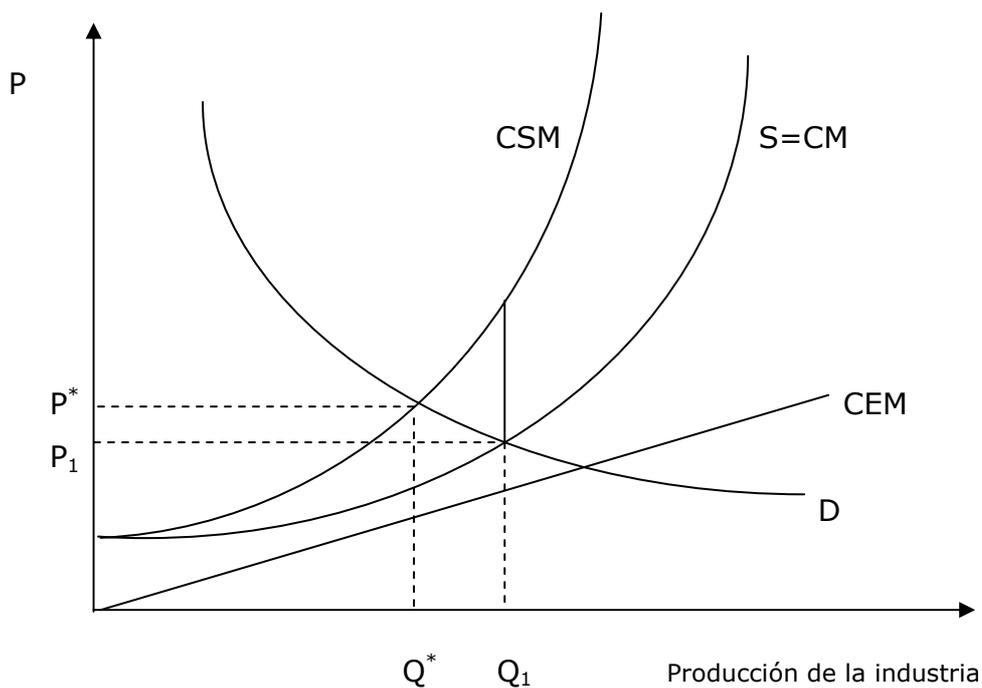
completo ese efecto externo (contaminación), no existiría la producción de ese bien, razón por la cual habría que analizar a posteriori qué tan beneficiosa es esta nueva situación para la sociedad en su conjunto (Pigou, en Aguilera Klink y Alcántara, 2011).

Esta situación se ilustra en el Gráfico II. La curva CM (costo marginal) representa la curva de oferta de una determinada actividad industrial que genera un efecto externo negativo. El costo externo marginal (CEM) es la sumatoria del costo marginal de todas las personas afectadas correspondiente a cada nivel de producción. La curva CSM representa el costo social marginal, y es la suma del costo marginal privado de producción y el costo externo marginal. Esto es:

$$CSM = CM + CEM$$

Como puede observarse, el nivel de producción de la industria es $(P_1; Q_1)$, donde se igualan la oferta (S) ó costo marginal privado (CM) con la demanda (D) ó beneficio marginal. Sin embargo, cada unidad de producción genera cierta cantidad de residuos, provocando efectos externos negativos. Este es un nivel de producción ineficiente. El precio de mercado, P_1 , es demasiado bajo, y sólo refleja el costo marginal privado de producción de las empresas (CM), pero no el costo social marginal (CSM).

Gráfico II- Externalidad negativa en la producción



Fuente: Pindyck, Rubinfeld y Becker 2000.

De acuerdo a lo propuesto por Pigou, el Estado interviene y regula la actividad cobrando un impuesto a la empresa que origina la externalidad negativa, elevando su costo al internalizar el efecto externo provocado al producir Q_1 . Este hecho hace que la empresa, al enfrentar costos más altos, se vea obligada a reducir su nivel de producción hasta Q^* . Por lo tanto, luego del impuesto, la asignación eficiente bajo esta externalidad negativa será $(P^*; Q^*)$.

La otra aproximación general a las posibles soluciones al problema de las externalidades se deriva de la propuesta general enunciada por Ronald Coase (1960), popularizada posteriormente por George Stigler bajo el nombre de Teorema de Coase. Esta postula que siempre será posible obtener –bajo ciertas condiciones–, a través de la negociación, un equilibrio óptimo entre las necesidades de la sociedad y las inevitables externalidades que se generan en la producción –consumo–, indispensables para satisfacerlas. Coase (1960) avanza en el análisis y, a diferencia a Pigou, considera que el problema de las externalidades puede llegar a ser un

problema recíproco, donde ambas partes estén involucradas (Coase, 1960, en Aguilera Klink y Alcántara, 2011).

Coase plantea que el problema de los beneficios y de los costos externos no radica específicamente en el hecho de que sean externos, sino en los derechos de propiedad - que en este caso son imprecisos e indeterminados- y en los costos de transacción, que son elevados. Si estos derechos de propiedad estuvieran claramente definidos, si el número de partes involucradas fuera reducido y los costos de transacción fueran bajos, podría concluirse que las transacciones son eficientes (op. cit.). De este modo, quedarían internalizadas las externalidades.

En este caso, el mercado puede ser eficiente incluso cuando existieran externalidades. Por lo tanto, las negociaciones privadas asegurarían un equilibrio de mercado eficiente. Sin embargo, las condiciones para que el Teorema de Coase pueda cumplirse son bastante difíciles de que ocurran. Es por esta razón que a partir de él se desprende un enfoque alternativo para dar solución al problema de las externalidades: la creación de nuevos mercados.

A modo de ejemplo, y siguiendo a Eskeland y Jiménez (Eskeland y Jiménez, 1992) puede decirse que, cuando la contaminación se dispersa uniformemente, es posible mejorar o proteger la calidad del medio ambiente controlando las emisiones. Un adecuado marco institucional contribuiría a mitigar las emisiones y no permitiría que las partes intervinientes negociaran el derecho a contaminar. Por otro lado, cuando existen estímulos basados en el mercado, tales como los permisos negociables, los subsidios a la reducción de contaminación y los impuestos a las emisiones, se generan señales para todas las fuentes contaminantes al incrementarse los costos de producción. Todos estos instrumentos permiten que el mercado distribuya la reducción de la contaminación donde sea menos costosa.

En relación a lo anteriormente expuesto, pareciera ser que existe una disyuntiva entre los mecanismos de dirección y control y los estímulos

basados en el mercado. Generalmente, las políticas de dirección y control llevadas a cabo por un ente regulador no suelen ser muy efectivas cuando existen muchos contaminadores heterogéneos, un amplio sector productivo informal y una administración pública débil, características que son propias de los países en vías de desarrollo.

Puede decirse entonces que la teoría económica neoclásica resuelve la problemática vinculada a las externalidades negativas de producción por medio de:

- 1-la aplicación de impuestos
- 2-la asignación de derechos de propiedad
- 3-el mercado (por medio de la comercialización de permisos negociables)

CONCLUSIÓN

A modo de síntesis de esta primera parte, cabe mencionar que el enfoque del DTR constituye un esquema de análisis de los territorios, cuyo objetivo final es lograr el crecimiento y desarrollo sostenible de los mismos. En él se consideran cuatro dimensiones estratégicas clave para su estudio: la económica-productiva, la sociocultural, la política-institucional y la ambiental.

Luego de presentar este enfoque se hace referencia, en términos generales, a cuestiones involucradas en estas dimensiones –con excepción de la sociocultural-, a los efectos de posicionar al lector sobre algunos temas que son considerados por el DTR al momento de evaluar a un territorio. Es así que se describen, sin pretender hacer un análisis exhaustivo, aspectos referidos a las instituciones y a los recursos naturales, dado que estos últimos pueden formar parte del capital que posee un territorio y de esa forma potenciarlo, desarrollando complejos productivos en torno a los mismos.

Posteriormente se presentan, desde la teoría neoclásica, los puntos centrales sobre los que se basa la economía ambiental, para luego considerar las externalidades negativas en la producción (ya que en este

enfoque del DTR se prioriza el desarrollo sustentable de los territorios, aunque no se da un tratamiento especial a las externalidades), lo cual hace necesario considerar el estudio de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

Acemoglu, D. y Robinson, J. (2008). The role of institutions in growth and development. Commission on Growth and Development. Working paper N° 10.

Aguilera Klink, F. y Alcántara, V. (2011). De la economía ambiental a la economía ecológica. CIP-Ecosocial. Barcelona.

Altman, M. (2003). Staple Theory and export led growth: constructing differential growth. Australian Economic History Review. Vol 43, N°3.

Cristiano, G., Elías, S. y Fernández, C. (2011). El rol de las agroindustrias y el turismo en un modelo de desarrollo. Revista Anuario Turismo y Sociedad. Nro. XII. Universidad Externado de Colombia. Facultad de Empresas Turísticas y Hoteleras.

Chang, H. J. y Evans, P. (2007). Instituciones y desarrollo en la era de la globalización neoliberal. Colección En Clave de Sur. 1ª Edición. ILSA. Bogotá, Colombia.

Eskeland, G. y Jiménez, E. (1992). Policy instruments for pollution control in developing countries. The World Bank research observer. Vol. 7, N° 2, pp. 145-169.

Esser, K., Hillebrand, W., Messne, D. y Meyer-Stamer, J. (1996). Competitividad Sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política, Revista de la CEPAL N° 59.

Gorenstein, S. (2007). Diagnóstico y Propuestas para la elaboración de la Estrategia de Desarrollo Rural de la Provincia de Buenos Aires. PROINDER. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos Ministerio de Asuntos Agrarios Provincia de Buenos Aires.

Hirschman, A.O. (1964). La estrategia del desarrollo económico. Fondo de Cultura Económica. México.

INTA (2007). Enfoque de Desarrollo Territorial Rural. Programa Nacional de Apoyo a los Territorios. Ediciones INTA.

Innis, H. (1933). Problems of staple production in Canada. Toronto. University of Toronto press.

London, S. (1999). Evolución económica. Un análisis basado en el cambio institucional. Tesis doctoral. Departamento de Economía. Universidad Nacional del Sur.

Manzanal, M. (1999). "La cuestión regional en la Argentina de fin de siglo", Realidad Económica 166. IADE, Buenos Aires.

Manzanal, M., Arqueros, M. y Nussbaumer, B. (2007). Territorios en construcción. Actores, tramas y gobiernos: entre la cooperación y el conflicto. Edit. CICCUS. Buenos Aires.

Manzanal, M. (2006). Regiones, territorios e institucionalidad del desarrollo rural, en: Manzanal, M., Neiman, G. y Lattuada, M. (comp.). Desarrollo Rural. Organizaciones, instituciones y territorio. Ed. CICCUS. Bs. As.

Mas Collel, A., Whinston, M. and Green. J. (1995). Microeconomic Theory. Oxford University Press. New York.

North, D. (1990). Instituciones, cambio institucional y desempeño económico. Ed. Fondo de Cultura Económica. México.

North, D., Wallis, J. y Weingast, B. (2009). *Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History*. Cambridge University Press. Reino Unido.

Picardi, M. S., Tedesco, L. y Cristiano, G. (2001). Sector agropecuario argentino en los '90: una aplicación del enfoque sistémico. Trabajo presentado en la Asociación Argentina de Economía Agraria. (AAEA).

Pindyck, R., Rubinfeld, D. y Becker, V. (2000). *Microeconomía*. Prentice Hall. Buenos Aires.

Ramos, J. (1998). Una estrategia de desarrollo a partir de complejos productivos en torno a los recursos naturales. *Revista de la CEPAL* N° 66.

Schejtman, A. y Berdegú, J. (2004). Desarrollo territorial rural. División América Latina y el Caribe del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y el Departamento de Desarrollo Sustentable del Banco Interamericano de Desarrollo. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

Shejtman, A. y Berdegú, J. (2006). Desarrollo territorial rural. En: *Territorios Rurales, Movimientos Sociales y Desarrollo Territorial Rural*. RIMISP. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

Suñol, S. (2006). Aspectos teóricos de la competitividad. *Ciencia y Sociedad*. Vol. XXXI, N° 2, abril-junio. Instituto Tecnológico de Santo Domingo Santo Domingo, República Dominicana.

Tort, M. I. (2009). Innovaciones que promueven los programas del INTA y priorizan las unidades de extensión: relevamiento de experiencias de innovación 2007 a nivel nacional. Buenos Aires. Ediciones INTA. Documento de trabajo N° 6. Programa Nacional de Apoyo al Desarrollo de los Territorios.

Vázquez Manzanares, V. M (2014). Externalidades y medioambiente. *Revista Iberoamericana de Organización de Empresas y Marketing*, N° 2.

PARTE II- UN ABORDAJE PARA MITIGAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL MEDIO AMBIENTE

II.I- LA EMPRESA MULTIPRODUCTO

En el mundo moderno gran parte de las empresas producen más de un producto. Por otro lado, en muchos casos, la producción de un producto genera inevitablemente otro subproducto que tiene un valor económico para la empresa (como por ejemplo, la producción de carne vacuna y cuero). En este caso particular, ambos pueden producirse en proporciones fijas mediante un proceso de producción simple, donde $x_1 / x_2 = k$ y k es una constante. Entonces, bien podría realizarse el análisis como si se tratara de la producción de un único producto (Henderson y Quandt, 1958). Para ello es necesario definir una unidad compuesta de producto como k unidades de X_1 y 1 unidad de X_2 con un precio de $(kp_1 + p_2)$ y resolverlo como un único producto (op. cit.).

Partiendo del análisis realizado por Henderson y Quandt (op. cit.), a los efectos de estudiar el comportamiento de la empresa multiproducto se considerará un caso simple, en el que se emplea un único insumo (Q) para la producción de dos bienes (X_1 y X_2). Como se mencionara anteriormente, ambas funciones de producción son de coeficientes fijos. En este caso, no resulta posible sustituir un factor por otro, dado que para cada nivel de producción se requiere una determinada cantidad de insumos. Sólo es posible acceder a niveles de producción más altos incrementando ambos factores en una proporción determinada.

La función de producción implícita viene dada por:

$$(1) \quad H(x_1, x_2, q) = 0$$

donde x_1 , x_2 y q son las cantidades respectivas de X_1 , X_2 y Q . La ecuación (1) puede resolverse explícitamente para q :

$$(2) \quad q = h(x_1, x_2)$$

El costo de producción en términos del único insumo empleado (Q) está en función de ambos productos.

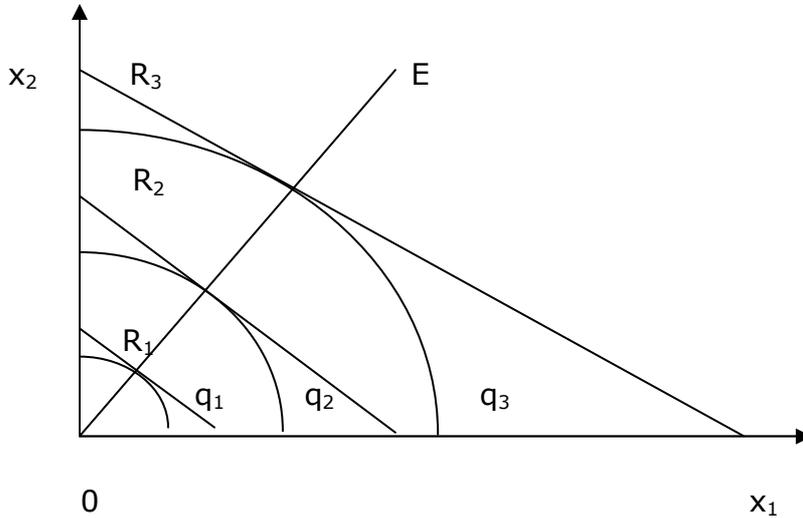
Por lo tanto, ante este planteo, la firma debe decidir qué cantidad producir de cada producto. Una forma de poder analizar esta situación es a través de la curva de transformación del producto, que indica las distintas combinaciones de productos que pueden obtenerse a partir de un determinado insumo Q :

$$(3) \quad Q^0 = h(x_1, x_2)$$

Particularmente, esta curva tiene pendiente negativa, ya que si la empresa desea obtener una mayor cantidad de un producto (X_1), necesariamente deberá renunciar a alguna cantidad a producir del otro (X_2). Por otro lado, la curva de transformación es cóncava hacia el origen debido a que la producción conjunta generalmente tiene ventajas que permiten a una firma producir una mayor cantidad de ambos productos con la misma cantidad de recursos que dos firmas que produjeran cada producto por separado (Panzar y Willig, 1984). Estas ventajas de producción implican la utilización conjunta de los factores o instalaciones productivas, a programas conjuntos de marketing, o al ahorro de costos por poseer una administración común.

En el Gráfico III se muestran tres curvas de transformación de producto. A medida que las curvas se alejan del origen, se requiere una mayor cantidad del input Q . Así, $q_3 > q_2 > q_1$.

Gráfico III: Curvas de transformación de producto



Fuente: Henderson y Quandt 1958.

Al respecto cabe hacer algunas consideraciones sobre las curvas de transformación del producto. La pendiente de la tangente en un punto de la curva de transformación es la tasa a la que debe resignarse Q_2 para obtener mayor cantidad de Q_1 . La pendiente negativa de la curva de transformación de producto, definida como Tasa de Transformación del Producto (TTP) viene dada por (en valor absoluto):

$$(4) \quad TTP = -\frac{dx_2}{dx_1}$$

Diferenciando (2) se tiene que:

$$dq = h_1 dx_1 + h_2 dx_2$$

Dado que $dq = 0$ para cualquier movimiento a lo largo de la curva de transformación del producto se tiene que:

$$(5) \quad TTP = -\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

La TTP en un punto sobre la curva de transformación del producto es igual al cociente entre el costo marginal de producir X_1 y X_2 en términos del insumo Q en ese punto. Alternativamente, la TTP puede expresarse en término de los productos marginales (PMg_s). En este caso es posible aplicar la regla de la función inversa:

(6)

$$\frac{dx_1}{dq} = 1/h_1$$

$$\frac{dx_2}{dq} = 1/h_2$$

Sustituyendo (6) en (5):

$$TTP = -\frac{dx_2}{dx_1} = \frac{dx_2/dq}{dx_1/dq}$$

Así, la TTP se iguala al cociente de PMg_s de X_1 y X_2 .

Por otro lado, bajo ciertas circunstancias, cuando se lleva a cabo la multiproducción, es posible que la empresa tenga *economías de alcance*. Se dice que existen economías de alcance cuando la producción conjunta de una única empresa es mayor que la producción que podrían obtener dos empresas diferentes que produjeran cada una un único producto, con factores productivos similares distribuidos entre las empresas (Panzar y Willig, 1981). Si ocurriese lo contrario, existirían *deseconomías de alcance*. Cabe aclarar que no existe una relación directa entre los conceptos "economías de alcance" y "economías de escala". Podría darse la situación en que se produjeran únicamente dos productos y para ello se necesita una pequeña escala; entonces, se tendrían economías de alcance y *deseconomías de escala*.

Las economías de alcance se relacionan con los costos de producción. La reducción en el costo medio de producción está dada por la diversificación

de productos que se basan en el uso común de un activo fijo ya disponible o del *know how* que posee la firma. Si efectivamente existieran economías de alcance en una firma, a la empresa le costaría menos producir dos productos que lo que le costaría a dos empresas diferentes producir cada una un solo producto. La siguiente ecuación (7) indica el grado de economías de alcance que mide este ahorro en costos:

(7)

$$EA = \frac{C(x1) + C(x2) - C(x1,x2)}{C(x1,x2)}$$

Cuando existen economías de alcance, $EA > 0$, dado que $C(x1,x2) < C(x1) + C(x2)$. Cuando hay deseconomías de alcance, $EA < 0$. Generalizando, puede decirse que, cuanto mayor es el valor de EA, mayores son las economías de alcance.

II.I.I- EL CASO PARTICULAR DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS QUE GENERAN RESIDUOS ORGÁNICOS

En esta tesis se propone otra forma para abordar el tratamiento de los efectos externos provenientes de ciertas actividades productivas. En particular, cuando los mismos se generan a partir de residuos orgánicos, las externalidades negativas de producción podrían ser morigeradas reconvirtiendo a la empresa monoprodutora en multiprodutora. Aquí se plantea el modelo considerando que se realiza el tratamiento a la totalidad del residuo, considerando que se trata de funciones de producción de coeficientes fijos. En este caso, la cantidad a producir del subproducto está condicionada a la cantidad producida por el producto base por tratarse no sólo de una cuestión de producción conjunta sino de producciones complementarias. Así, sólo deberá definirse qué cantidad producirá de su producto principal, dado que la producción de los subproductos queda automáticamente definida.

Como puede apreciarse, en este modelo se incorpora una nueva actividad productiva en la que se emplea como *input* el residuo que se genera a partir del producto base, obteniéndose un nuevo *output*. Es de esperar que ambas producciones, al compartir instalaciones fijas y generarse un ahorro en términos de costos fijos -como así también de transporte y logística de insumos requeridos por el nuevo producto-, la empresa obtenga economías de *scope* (Panzar y Willig, 1981).

En el presente caso se propone estudiar formalmente el proceso productivo y sus alternativas de la siguiente forma: en primer término, se realiza la descripción formal del proceso monoproducción, que caracteriza la situación tradicional de los establecimientos que sufren la problemática vinculada a la acumulación de residuos. En segundo lugar, se describe la formalización correspondiente al proceso multiproducción.

I. Proceso monoproducción

El proceso monoproducción está caracterizado por la siguiente función de producción

$$f_G: (Y_G, Y_E) \mapsto (X_G, e)$$

donde los vectores Y_G y Y_E indican insumos que intervienen en el proceso productivo (por ejemplo, Y_E podría contener residuos que si bien no entran directamente dentro del proceso productivo generan un costo directo -en términos de remoción y tratamiento- dentro de la función de beneficio). Por otro lado, el producto final X_G es generado conjuntamente con un vector de elementos de descarte e que generan una externalidad hacia la sociedad.

Si se considera que el productor tiene como guía de decisión el planteo de intentar lograr un resultado económico lo más favorablemente posible, es posible interpretar formalmente su accionar mediante la política de maximización del beneficio. El agente intentará asignar los recursos y

procesos de producción de forma tal de obtener el máximo beneficio considerando las restricciones del caso.

Este comportamiento se describe mediante el siguiente proceso de optimización:

$$\max B = \max P_{X_G} \cdot X_G - r_{Y_G} \cdot Y_G - r_{Y_E} \cdot Y_E$$

considerando la función de producción f_G y los niveles de precios dados por P_{X_G} y los vectores r_{Y_G} y r_{Y_E} . Se recuerda que el factor de externalidad e no entra directamente en la función de optimización del productor, aunque sí debería ser considerado desde el enfoque del bienestar de la sociedad en su conjunto.

Si se asume que el agente elige la mejor alternativa posible, es posible hallar la oferta de producto final $X_G(P_{X_G}, r_{Y_G}, r_{Y_E})$ y las demandas derivadas de insumos $Y_G(\cdot)$, $Y_E(\cdot)$. Nótese que en este último caso, se estaría hablando más específicamente de un desecho que implica costos para el agente, más que propiamente una demanda pura de un insumo, como ya se ha explicado más arriba. Si bien desde un punto de vista general se puede describir la oferta de producto y las demandas derivadas de forma independiente, en la práctica en muchas aplicaciones económicas éstas están altamente relacionadas, y es razonable admitir que gran parte de los procesos productivos está caracterizada por relaciones de coeficientes constantes o fijos (por ejemplo, piénsese en la cantidad de excretas diarias generadas por un bovino promedio, las raciones diarias para alimentación animal, los rindes por hectárea en base a una determinada cantidad de agroquímicos, entre otros tantos ejemplos).

Una vez incorporada la información parcial correspondiente a las demandas derivadas, es viable expresar el objetivo a maximizar como:

$$\max B = \max P_{X_G} X_G - CV_G(X_G) - CF - CV_E(X_G)$$

donde CF denota el costo fijo de la producción. Los costos variables contemplan, por un lado, el costo variable asociado a los insumos directos [$CV_G(X_G)$] y por otro, el costo variable asociado a los costos sucedáneos de eliminación de residuos dados por $CV_E(X_G)$.

La condición de primer orden que indica al productor la cantidad óptima de producto que debe producir para obtener el máximo beneficio posible está dada por:

$$P_{X_G} - CMg(X_G) = 0$$

en la que $CMg(X_G) = CV'_G(X_G) + CV'_E(X_G)$ indica el incremento en el costo (directo e indirecto) producido por la unidad marginal. De esta ecuación surge X_{G1}^* , el nivel de producto que maximiza el monto de ganancias en la empresa monoprodutora.

Si bien la condición marginal indica al productor la mejor opción de producción si perdura en el negocio, el margen de beneficio resalta de importancia en primer término para conocer si efectivamente conviene la permanencia en el negocio (si los beneficios dados por $P_{X_G} X_{G1}^* - CV_G(X_{G1}^*) - CF - CV_E(X_{G1}^*)$ son positivos, descontado todo costo de oportunidad), y en segundo término, para analizar la conveniencia de otro régimen comparativo, como se verá más adelante.

Se denominará $B_1 = P_{X_G} X_{G1}^* - CV_G(X_{G1}^*) - CF - CV_E(X_{G1}^*)$ al monto máximo de beneficio obtenido en la actividad monoproduto.

Si bien la elección de producción se centra en la visión económica percibida por el productor (por ende, en su beneficio percibido), se hace notar que la actividad productiva genera en términos sociales costos asociados al monto de elementos e que generan una externalidad negativa (en términos de contaminación, emisión de gases de efecto invernadero, etc.) que no son directamente observados en el balance de la actividad productiva. El

término correspondiente puede expresarse como $c_e(e(X_G^*))$, que depende del nivel de producción elegido.

II. Proceso multiproductivo

Si se supone que el proceso cuenta con la posibilidad de lograr la producción de productos adicionales al primario, obtenidos por la reconversión de los residuos que causan la externalidad, en tal caso se puede asumir un proceso multiproducto.

La función de producción característica en este caso está dada por:

$$f_{G,S}: Y_G \mapsto (X_G, X_S)$$

donde el vector Y_G indica magnitudes de insumos totales involucrados en la producción tanto de productos como de subproductos; por otro lado, el producto final X_G es complementado por un vector de subproductos X_S obtenidos mediante un proceso conjunto de reaprovechamiento de los residuos generados que tiene un rédito económico¹. Se puede pensar en el proceso principal intermedio auxiliar $g_{G,S}: Y_S \mapsto (X_G, e)$ que genera producto principal y residuos, y un proceso de reaprovechamiento de los residuos que los emplea para producir subproductos de rédito económico.

Si la función $h_{G,S}: (X_G, e) \mapsto (X_G, X_S)$ condensa el resultado conjunto de la actividad principal y la reutilización marcada, entonces $f_{G,S}(Y_G) = h_{G,S}(g_{G,S}(Y_G))$ sintetiza los dos procesos en una única función de producción.

¹ Por simplicidad y claridad se supone aquí que todos los residuos que causan externalidad [e] son reciclados, por lo que la externalidad desaparece completamente. La variante general sería considerar un proceso $f_{G,S}: Y_G \mapsto (X_G, X_S, e_{RES})$ donde e_{RES} es el monto residual final no aprovechado que seguiría causando externalidad (en un nivel esperado menor).

Nuevamente, es posible formalizar el accionar del agente que busca el máximo beneficio posible mediante la maximización del beneficio derivado de la multiproducción:

$$\max B = \max P_{X_G} X_G + P_S \cdot X_S - r_{Y_G} \cdot Y_G - C_R(X_S)$$

donde se considera el costo productivo de la reutilización de los residuos e para la producción de los subproductos X_S . Si bien la formulación del beneficio parece depender de más de una variable de elección, se recuerda que existe una relación directa entre las variables X_G , e y X_S vinculadas por una restricción productiva (como se explicara arriba, las funciones $g_{G,S}$ y $h_{G,S}$ implican una relación entre X_G , e y X_S). En el caso más simple, esta relación podrá tomar la forma de coeficientes fijos. En definitiva, el mejor resultado económico dependerá en exclusiva de una única decisión. Esta queda más directamente representada si es expresada en función de la variable productiva principal X_G . Se denota por $\tilde{X}_S(X_G)$ la variable vectorial que relaciona los montos de subproductos con la producción principal, y $\tilde{X}'_S(X_G)$ el vector de derivadas parciales respectivas en relación a X_G .

Así, encontrada la oferta de producto final $X_G (P_{X_G}, P_S, r_{Y_G}, C_R(\cdot))$, pueden hallarse luego la oferta de subproductos X_S , las demandas derivadas de insumos Y_G y el vector de residuos e que se producirán a partir del proceso principal y que deben reciclarse para la obtención de los correspondientes subproductos.

Una vez incorporada la información parcial correspondiente a las demandas derivadas, sería viable expresar el objetivo a maximizar como:

$$\max B = \max P_{X_G} \cdot X_G + P_S \cdot \tilde{X}_S(X_G) - CV_G(X_G) - CV_R(\tilde{X}_S(X_G)) - CF_{G,S}$$

donde $CF_{G,S}$ denota el costo fijo de esta producción conjunta.

La condición de primer orden que indica al productor la cantidad óptima de producto que debe producir para obtener el mejor rédito posible está dada por:

$$P_{X_G} + P_S \cdot \dot{X}_S' - CMg(X_G) = 0$$

en la que $CMg(X_G) = CV_G'(X_G) + CV_R'(\dot{X}_S(X_G)) \cdot \dot{X}_S'(X_G)$ indica el incremento en el costo producido por la unidad marginal, tanto en gasto por mayor necesidad de insumos como por los costos de reciclado adicional. De esta ecuación surge $X_{G_2}^*$, el nivel de producto que maximiza el nivel de beneficio de la empresa multiproductora.

Nótese que $X_{G_2}^*$ surge del balance entre el ingreso marginal y costo marginal relativo al incremento de una unidad principal de producción. Estos ingresos y costos contemplan los ingresos por venta o aprovechamiento de los pertinentes subproductos empleados y los costos correspondientes a la obtención de tales sucedáneos. Dado el carácter de proceso secundario que posee el reaprovechamiento de los desechos, es probable que los citados efectos, aunque importantes a nivel, no afecten en gran medida el balance marginal, por lo que $X_{G_2}^*$ no diferiría en tal caso sustancialmente de $X_{G_1}^*$.

El nivel de beneficio obtenido en el proceso multiproductivo se denota por:

$$B_2 = P_{X_G} \cdot X_{G_2}^* + P_S \cdot \dot{X}_S(X_{G_2}^*) - CV_G(X_{G_2}^*) - C_R(\dot{X}_S(X_{G_2}^*)) - CF_{GS}.$$

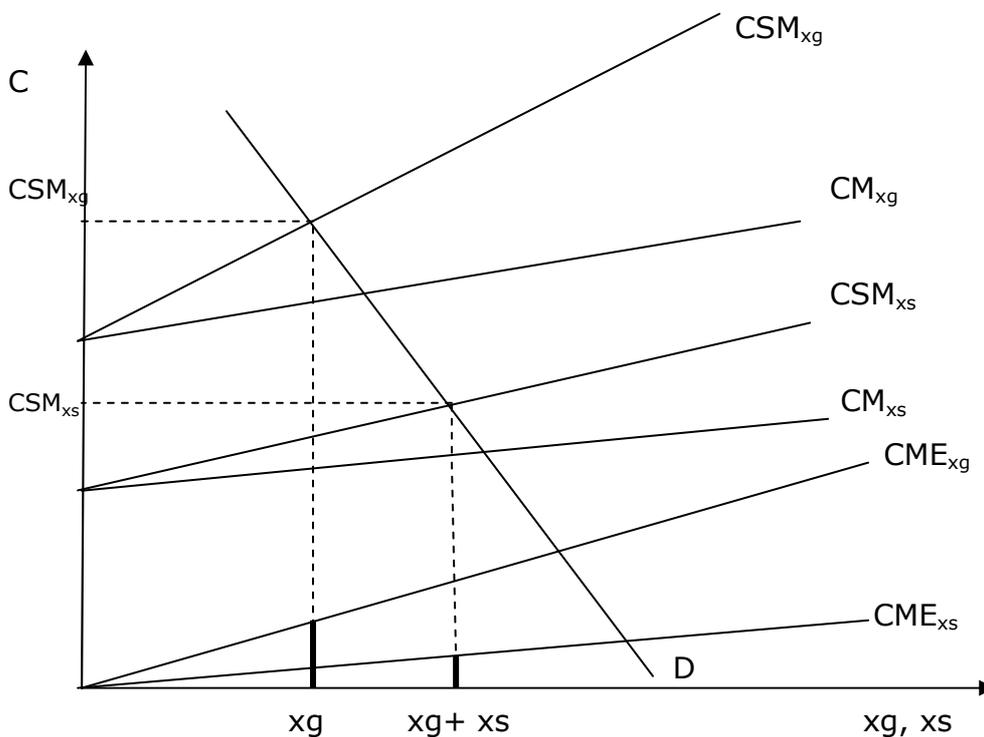
Si (como es de esperar) $B_2 > B_1$, esto indica que existen beneficios económicos provenientes del proceso de reutilización de los residuos. Esto es, las economías de alcance permiten que la producción conjunta de los productos X_G y X_S sea económicamente rentable, en especial al cambiar los gastos de eliminación de residuos en costos de la reutilización que se compensan con los beneficios adicionales de la venta o utilización de los subproductos reaprovechados X_S .

El modelo indica que, en la medida en que existan economías de alcance, o la posibilidad de efectuar un aprovechamiento económico de los residuos ganaderos, existe un incentivo para que los productores efectúen una reutilización de los desechos. Se obtiene entonces una solución a la problemática de la externalidad generada que apuntaría en el presente caso a una solución privada a la problemática de la externalidad, por la vía del aprovechamiento de las economías de alcance productivas. La efectividad de tal solución depende de diversas condiciones, entre ellas cuestiones vinculadas a la escala, tecnología y precios.

Si la firma realiza el tratamiento de los residuos y modifica el proceso productivo, pasando de monoprodutora a multiprodutora, disminuye significativamente la externalidad. Esto puede verse en el Gráfico IV. Las curvas que se detallan en las siguientes líneas corresponden a la empresa monoprodutora que se dedica a la producción de carne proveniente de ganado vacuno (x_g). La curva CM_{x_g} representa la curva de costo marginal. CME_{x_g} representa el costo marginal externo y la curva CSM_{x_g} indica cuál es el costo para la sociedad que representa cada nivel de producción llevado a cabo por la firma. Como se mencionara anteriormente, el costo social marginal es la suma del costo marginal privado y el costo externo. D es la curva de demanda (ó beneficio marginal).

Si la empresa se reconvierte a multiprodutora, y produce otros subproductos (x_s), las curva de costo marginal privado, costo marginal externo y costo social marginal serían CM_{x_s} , CME_{x_s} y CSM_{x_s} respectivamente.

Gráfico IV: Efectos externos causados por empresas monoproductoras y multiproductoras



Fuente: Elaboración propia

Los niveles de producción correspondientes a la firma son x_g y x_g+x_s en caso de ser una firma monoproducción o multiproducción respectivamente. Como puede apreciarse, el efecto externo negativo es menor en el último caso, señalado por la línea gruesa vertical. El costo social marginal también es menor en caso de que la empresa sea multiproductora.

Desde el punto de vista social, el pasaje de producción simple a la multiproducción acarrea la disminución del costo social de la externalidad (que representa una mejora del beneficio de la sociedad en su conjunto no percibida por el agente).

Bajo el supuesto de que aquí se reutiliza todo el residuo de la producción, esta disminución de costo social está dada por $C_e(e(X_{E1}^*))$; podría decirse entonces que el costo social disminuiría significativamente a partir del tratamiento de estos residuos.

A tal efecto cabe mencionar que sería deseable contar con el accionar conjunto de diversos actores sociales (sector productivo, organismos científicos-tecnológicos y Estado) para poner en marcha este tipo de emprendimientos que contribuyen no sólo a mitigar los impactos negativos sobre el medioambiente, sino también porque incrementarían el valor agregado de las empresas agropecuarias (y por ende, de la región en la que se localizan) por medio del tratamiento de residuos. El Estado debería fomentar este tipo de actividades conducentes a disminuir los impactos nocivos al medio ambiente por medio de políticas de promoción, en las que se contemplen líneas de financiamiento promoviendo el uso de bioenergías - entre otras-, tendientes a lograr sinergias regionales.

II.I.II- ALGUNAS PARTICULARIDADES VINCULADAS A LAS FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

En el caso de las producciones de índole agropecuaria, con frecuencia se está frente a una función de producción de coeficientes fijos. Por otra parte, considerando el caso planteado anteriormente, puede decirse que existe una relación fija entre la cantidad del producto principal a producir y las cantidades de subproductos que pueden obtenerse a partir del proceso productivo conjunto. Considerando el caso particular de estudio de este trabajo, podría pensarse en una función de producción de Leontief para representar la modalidad de producción intensiva de carne bajo un sistema tipo *feedlot*.

En este sentido, la producción (medida en cantidad de kilogramos de carne) requiere de: Tierra, expresada en metros cuadrados por animal, y Alimento (expresado en Kg). Se supone entonces que la tecnología de producción es de coeficientes fijos; esto implica que existe una única forma de producir una determinada cantidad de kilogramos de carne vacuna empleando una cierta cantidad fija de metros cuadrados de tierra y de alimento; no es posible utilizar menos tierra y más alimento o viceversa. Esta forma funcional propuesta que establece una tecnología productiva de coeficientes fijos posee una elasticidad de sustitución nula.

Entonces, la forma funcional puede expresarse como:

$$Xg = \text{Mín} \left(\frac{T}{a} ; \frac{A}{b} \right)$$

Donde X_G = cantidad de kilogramos por cabeza obtenidos en un ciclo de engorde

T= Tierra, expresado en metros cuadrados por animal

A= Alimento, expresado en kilogramos de granos por animal por período de engorde.

Así, se tiene:

$$T/a = Xg$$

$$A/b = Xg$$

Cabe mencionar que la cantidad de tierra destinada a cada animal está íntimamente relacionada con el stock de animales con el que se decidirá producir. Es decir, cuando se define el tamaño del *feedlot* automáticamente queda establecida la escala del establecimiento con el que trabajará el productor. Así, las variables Tierra y Cantidad de Cabezas pueden ser utilizadas indistintamente.

Por otra parte, la función de producción de bioenergía (que es uno de los subproductos principales obtenidos) también se supone que posee coeficientes fijos y, a su vez, está vinculada con la producción de carne, ya que su insumo principal proviene de esa actividad. La forma funcional de este subproducto puede expresarse como sigue:

$$Xs = \text{Mín} \left(\frac{R}{c} ; \frac{K}{d} \right)$$

Donde:

X_s = cantidad de biogás/energía producido por cada m³ de residuo orgánico

R= cantidad de residuo por cabeza, expresado en Kg por animal

K= capital necesario por cada m³ de biogás producido (ó por cada MW generado)

Entonces se tiene que:

$$R/c = X_s$$

$$K/d = X_s$$

Por lo tanto:

$$R = cX_s$$

$$K = dX_s$$

Este caso particular, ambas funciones de producción son de coeficientes fijos. Es decir, tanto la vinculada a la producción del producto principal como a la producción de subproductos. Los factores, al ser complementarios entre sí, su grado de sustitución es nulo. Por ello, el productor deberá disponer siempre de una determinada combinación de insumos para cada nivel de producción. Este tipo de funciones representan situaciones en las que los métodos de producción que disponen las firmas son limitados.

II.II- EL IMPACTO AMBIENTAL

La preocupación por el medio ambiente a nivel mundial se remonta hacia fines de los años '60. Puntualmente, el 1º de enero de 1970 Estados Unidos promulga la "Ley Nacional sobre Política Medioambiental" (*National Environmental Policy Act - NEPA*) (De la Maza, 2007). Por lo tanto, evaluar el impacto ambiental que genera el sector productor se convierte en una necesidad para evitar o mitigar los efectos negativos que de él se desprenden.

Las actividades llevadas a cabo por el hombre, fundamentalmente las de carácter productivo o aquellas relacionadas con la construcción y mantenimiento de la infraestructura vigente, actúan sobre el medio

ambiente. De este modo, se afectan las interrelaciones y equilibrios entre la sociedad y la naturaleza. Cuando una actividad o determinada acción produce alguna alteración en el medio –ya sea favorable o no- se dice que hay impacto ambiental, y puede recaer sobre algunos de los siguientes sistemas, lo cuales están interrelacionados (Conesa, 1997): a) sistema o ambiente físico, b) sistema o ambiente socioeconómico y cultural.

Según la literatura, existen varios métodos que han sido propuestos y son a menudo empleados para evaluar el impacto ambiental que produce una determinada actividad o proyecto. Pero cabe destacar que ninguno de ellos por sí sólo es capaz de contemplar la diversidad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto. Por eso es clave seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para satisfacer las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Uno de los métodos cualitativos más frecuentemente empleados para medir impactos ambientales es la Matriz de Leopold, la cual fue esbozada en 1971. Se emplea para identificar los impactos que origina un proyecto sobre un entorno natural; para ello se consideran diversas variables, y cada una de ellas tiene su correspondiente ponderador en términos de la magnitud e importancia de los efectos ocasionados al medioambiente (Coria, 2008). En las columnas de la matriz se consideran las acciones del hombre que pueden alterar el ambiente y en las filas las características del medio o factores ambientales.

Otro método de evaluación ambiental similar al anterior es la Matriz de Battelle-Columbus, el cual fuera inicialmente desarrollado para evaluar los impactos de proyectos vinculados al recurso hídrico (Dee et al, 1973). Este método permite evaluar el impacto ambiental comparando situaciones con y sin proyecto.

Finalmente, la Matriz de Conesa considera los distintos impactos ambientales que pueden presentarse con la ejecución de un determinado proyecto (en el que se consideran todas y cada una de sus etapas), y a

cada uno de esos impactos se le asigna un nivel de importancia (I) (Conesa, 1997).

II.II.I- EFECTOS EXTERNOS QUE AFECTAN NEGATIVAMENTE LOS RECURSOS NATURALES

Como se mencionó en párrafos anteriores, la actividad ganadera intensiva genera una externalidad (e) que tiene impacto negativo en el medioambiente. Esta puede desagregarse, teniéndose, por un lado, e_1 , que abarca las emisiones de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O). En el caso específico de la producción intensiva de carne vacuna, el gas más preocupante es el metano, ya que su efecto negativo es 21 veces superior al dióxido de carbono. Según estudios realizados en el campo experimental del INTA Balcarce, se determinó que un novillo en pastoreo produce en promedio unos 210 gramos diarios de gas metano (INTA, 2016), lo que equivaldría a casi 77 Kg. anuales de metano. Así, en caso de que el estiércol sea tratado, puede observarse el ahorro en términos de emisiones de toneladas de carbono equivalentes anuales, que en este caso sería aproximadamente 1,62 Tn/cabeza.

Los institutos meteorológicos estudian las consecuencias del cambio climático por medio de modelos en los que se proyectan las emisiones de GEI, destacándose como hecho principal el incremento de la temperatura. Ello ocasionará la disminución de la superficie de hielos y nieve como así también de las lluvias y los recursos hídricos. Estos dos últimos hechos repercutirán negativamente en la productividad agrícola y ganadera.

Entonces, esta externalidad negativa que afecta al aire puede sintetizarse de la siguiente forma:

$$e_{AI} = e_{\text{CH}_4} + e_{\text{CO}_2} + e_{\text{N}_2\text{O}}$$

De acuerdo a la bibliografía consultada, resulta bastante difícil estimar a nivel general el valor económico de la pérdida de productividad ocasionada en el sector agropecuario vinculada exclusivamente a los GEI (dado que, al estimar la productividad de un determinado cultivo, por

ejemplo, interviene una serie de variables, entre ellas las climáticas, que no necesariamente podrían estar relacionadas a los GEI). Para ello es necesario realizar minuciosos estudios de caso que aborden problemáticas puntuales, dado que este método es una forma esencial de investigación en las ciencias sociales (Yin, 2008).

Por otra parte, a esta externalidad se le debe sumar la que este tipo de actividad genera sobre el suelo y el agua, ya que las excretas producen desbalances en el movimiento de los nutrientes dentro y entre los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema (Glessi et al, 2012).

Por un lado, el estiércol (materia fecal más orina) aporta nutrientes al suelo, dado que el ganado bovino absorbe en término relativos una escasa proporción de los mismos en función de lo que ingiere. Así, excreta entre un 60 y 80% de N y P al ambiente (Andriulo et al, 2003), perjudicando agua y suelo por exceso de nutrientes. Sin embargo, estudios realizados en Argentina a lo largo de 11 años (op. cit.) han arrojado que el mayor impacto fue la salinización del suelo en los primeros 30 centímetros como consecuencia de la excesiva acumulación de materia orgánica.

Lo anteriormente mencionado impactaría sobre la productividad de los mismos, como así también en el valor futuro de la tierra. Una alternativa para la recuperación de suelos salinos es mediante el uso de enmiendas cálcicas a través de la aplicación de yeso, con el fin de modificar las propiedades químicas de los mismos; este proceso contribuiría a una mejora en la productividad de los cultivos, pero reviste un elevado costo, fundamentalmente de transporte (Bandera, 2004; Castellanos, 2000). También es posible recuperar suelos salinos por medio de la implantación de especies vegetales.

Paralelamente se evidenció que la contaminación de suelos y aguas se ha debido a la presencia de algunas formas químicas del N, poniendo de manifiesto la contaminación de ambos recursos: N total sobre el perfil del suelo, amonio en las aguas superficiales y nitratos en el agua subterránea. "El principal impacto sobre el suelo fue la salinización del perfil. El N fue el

elemento más afectado, como Nt en el perfil del suelo, como N-NO₃ en el agua subterránea y como N-NH₄ en las aguas superficiales" (Andriulo et al, 2003: 27).

Por otra parte, estudios realizados por el INTA en General Villegas mostraron una disminución de P en los suelos en el largo plazo. "Resultados de evaluaciones del estado de fertilidad de los suelos en los modelos intensivos de producción demostrativos de la EEA INTA Gral. Villegas muestran que luego de 20 años de prácticas de producción de carne puras sobre pasturas los contenidos de fósforo disponible son significativamente inferiores a los observados en condiciones de producción mixta ganadero-agrícola" (Díaz Zorita, 2002: 9).

Asimismo, otros estudios indican qué otros efectos se producen a raíz de la intensificación de la ganadería. "(...) en Argentina se ha detectado una acumulación en suelos de más de 220 Kg/ha de nitratos, de 2500 ppm de fósforo y de 261 kg/ha de cinc. Es frecuente que en el agua subterránea se detecte un exceso de nitratos (180 ppm) y contaminación microbiológica. De manera reciente también se registró fósforo (7 ppm) y hasta 90 ppb de cobre. En aguas superficiales, el escurrido de corrales ha incrementado los sedimentos casi 29 veces y también se registró resistencia a varios antibióticos (5 a 95% de cepas de *Escherichia coli*), y otros problemas emergentes como la emisión de gases de efecto invernadero (371 kg/ha de metano)" (Herrero y Gil, 2008: 273).

El exceso de nutrientes conlleva a la eutrofización del agua, que no es más que una de las consecuencias de los procesos de contaminación provocados principalmente por los excesos de N y P. Estos nutrientes facilitan la proliferación de organismos vegetales que agotan el oxígeno del agua, provocando la ausencia de vida en ella y el posterior mal olor y su mala calidad.

Por lo tanto, habría que considerar otras dos externalidades vinculadas a la afectación de suelos y aguas. Así, el efecto externo producido por esta actividad podría resumirse en:

$$e = e_{AI} + e_S + e_A$$

donde:

e_{AI} = efecto externo sobre el aire

e_S = efecto externo sobre el suelo

e_A = efecto externo sobre el agua

De acuerdo a un informe publicado por la Fundación Labein en Junio de 2005, la ecuación teórica para el cálculo de emisiones de metano no controladas a la atmósfera viene dada por:

$$QCH_4 = LR (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Donde:

QCH_4 = ratio de generación de metano en el tiempo t

L = potencial de generación de metano (m^3 de CH_4 / Tn de residuo)

R = promedio anual de residuos generados (Tn de residuos/año)

k = ratio de generación de metano (1/año)

c = tiempo desde la clausura del vertedero (en años). En el caso del presente trabajo, esta variable adaptada sería "tiempo desde el inicio del tratamiento de los residuos"

t = tiempo transcurrido desde la primera deposición de residuos (años)

La vulnerabilidad del ambiente a la contaminación o degradación ambiental depende de numerosos factores (Pordomingo, 2014). En el caso del suelo y napas subterráneas es mucho más complejo establecer una ecuación general para cuantificar la contaminación. Aspectos vinculados a su producción, propagación, asentamiento e intensidad varían de acuerdo a las características y ubicación de la fuente contaminante, y fundamentalmente de las características inherentes a las propiedades del agua (gradiente hidráulico, velocidad de flujo) y de los suelos (arcillosos, limosos), como así

también de las condiciones atmosféricas (humedad, temperatura) (Auge, 2004; Pordomingo, 2014).

El tratamiento de esos residuos orgánicos disminuiría significativamente e_{AI} al capturar la mayor parte de los GEI (principalmente CH_4) dentro del biodigestor. Por otra parte, se eliminarían e_s y e_A , dado que se recomienda que las instalaciones sobre las que se emplacen los animales sean de cemento (el estiércol llega libre de tierra y de residuos al biodigestor, lo cual incrementa la efectividad del factor de conversión estiércol/biogás), evitando así que las excretas entren en contacto con el suelo y las napas de agua subterránea.

II.II.II- INDICE PARA MEDIR LOS EFECTOS EXTERNOS DERIVADOS DE ACTIVIDADES GENERADORAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Como se mencionara anteriormente, un aspecto importante a considerar en términos de los efectos externos es la vulnerabilidad que presenta el espacio en que se localiza el emprendimiento con respecto a la contaminación o degradación ambiental que éste podría ocasionar (Pordomingo, 2014). Los valores de referencia se exponen en la Tabla I.

Tabla I: Vulnerabilidad del sitio a la contaminación o degradación ambiental

VARIABLES	RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Profundidad de freática	> 2m	1 a 2 m	< 1m
Ubicación topográfica	área alta	pendientes	depresión
Proximidad a recursos hídricos	> 2 km	1 a 2 km	< 1 km
Pendientes	>1% o < 4%	4 al 6 %	<0.25 o > 6%
Probabilidad anegamiento	< a 1c/50 años	1 c/20 a 50	> a 1 c/20
Tipo de suelos	Arcilloso-limoso, profundidad con perfil petrocálcico	Franco arenoso, con perfil petrocálcico	Arenoso, sin perfil petrocálcico
Precipitación anual	< 600 mm	entre 600 y 1200 mm	< 1200 mm
Temperaturas	Templadas	Tropicales	altas
Proximidad a áreas urbanas o culturales	> a 8 Km	5 a 8 Km	< a 5 Km
Dirección de los vientos predominantes	Opuesto a la población	Cambiante	En dirección a la población

Fuente: Pordomingo 2014.

Siguiendo a Pordomingo (op. cit.) se expone la Tabla II, en la que se explicitan las variables más relevantes que deben ser consideradas en actividades productivas generadoras de residuos orgánicos. Se agrupó a las mismas por categoría de recurso, vinculándolas con el tipo de afectación.

Tabla II: Recursos afectados por actividad productiva según características del entorno

POTENCIAL RECURSO AFECTADO	VARIABLES DEL ENTORNO	GRADO DE AFECTACIÓN			
		Nulo (0)	Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)
AGUA (0,5)	profundidad freática	A_{pf0}	A_{pf1}	A_{pf2}	A_{pf3}
	Precipitaciones	A_{pr0}	A_{pr1}	A_{pr2}	A_{pr3}
	proximidad al recurso hídrico	A_{rh0}	A_{rh1}	A_{rh2}	A_{rh3}
	Pendiente	A_{p0}	A_{p1}	A_{p2}	A_{p3}
SUELO (0,3)	Ubicación	S_{u0}	S_{u1}	S_{u2}	S_{u3}
	Precipitaciones	S_{pr0}	S_{pr1}	S_{pr2}	S_{pr3}
	tipo de suelo	S_{ts0}	S_{ts1}	S_{ts2}	S_{ts3}
	Pendiente	S_{p0}	S_{p1}	S_{p2}	S_{p3}
	probabilidad de anegamiento	S_{pa0}	S_{pa1}	S_{pa2}	S_{pa3}
AIRE (0,2)	Temperatura	AI_{t0}	AI_{t1}	AI_{t2}	AI_{t3}
	Precipitaciones	AI_{p0}	AI_{p1}	AI_{p2}	AI_{p3}
	proximidad a áreas urbanas	AI_{pu0}	AI_{pu1}	AI_{pu2}	AI_{pu3}
	proximidad a rutas	AI_{pr0}	AI_{pr1}	AI_{pr2}	AI_{pr3}
	dirección de los vientos	AI_{dv0}	AI_{dv1}	AI_{dv2}	AI_{dv3}

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso consiste en proponer un índice a los efectos de que las diferentes actividades productivas tengan en cuenta los distintos grados de afectación que ocasionarán sobre estos tres recursos naturales. Para la elaboración del índice se sugieren los siguientes ponderadores en base a la importancia de la afectación del recurso y a las posibilidades de su remediación vía tratamientos alternativos.

El valor más alto corresponde al recurso agua (0,5), justificándose en el hecho de que recibe efectos externos negativos que impactan directa o indirectamente sobre él. Un ejemplo de afectación indirecta tiene que ver con la incidencia del aire contaminado, ya que en primer lugar ejercerá

impacto negativo por medio de las lluvias que recaen sobre el recurso suelo (Azqueta Oyarzún, 2007), afectando luego en mayor o menor medida (dependiendo de las características del mismo y del ambiente) al recurso hídrico (fuentes de agua, napas subterráneas). Por otra parte, cabe aclarar que las medidas de remediación del mismo son complejas y costosas (Andriulo et al, 2003; Herrero y Gil, 2008).

El suelo tiene ponderador 0,3. Además de los efectos directos que pudieran recaer sobre él, como se mencionara anteriormente, recibe además un impacto indirecto a través del aire. Su recuperación es menos compleja que en el caso del agua y, dependiendo de las circunstancias, menos costosa (Andriulo et al, 2003).

Finalmente, el recurso aire fue ponderado con 0,2. Cualquier afectación que sufra por medio de un agente contaminante de algún modo se traducirá en un efecto externo negativo que recaerá también sobre el recurso suelo e incluso agua a través de las precipitaciones.

Por lo tanto, los ponderadores son los siguientes, a continuación, cuya sumatoria es igual a 1:

AGUA= 0,5

SUELO= 0,3

AIRE= 0,2

Dependiendo de la actividad que se realice, el grado de afectación variará desde 0 a 13,5, donde 0 equivale a decir que la actividad no genera ningún tipo de impacto negativo sobre el recurso en base a las características del medio donde se emplazará, en tanto que 13,5 es el máximo valor.

Así, el índice de efectos externos (IEEx) puede ser expresado como la suma ponderada de los valores (V) correspondientes a los diferentes grados de afectación que la actividad, en base a las variables del entorno, originará sobre los diferentes recursos:

$$IEEx = \sum (R_1 (VA_{pf} + VA_{pr} + VA_{rh} + VA_p) + R_2 (VS_u + VS_{pr} + VS_{ts} + VS_p + VS_{pa}) + R_3 (VAI_t + VAI_p + VAI_{pu} + VAI_{pr} + VAI_{dv}))$$

Donde R_1 , R_2 , R_3 son los ponderadores asociados a cada recurso, siendo sus valores: $R_1= 0,5$; $R_2=0,3$; $R_3 = 0,2$.

De este modo, puede concluirse que: $0 < IEEEx < 13,5$

Es de esperar que el valor del IEEEx sea igual a cero en ausencia total de efectos externos negativos. En tanto que, si los valores de los grados de afectación fueran los más altos, el índice será igual a 13,5. Cabe mencionar que este índice, además de estimar los efectos externos negativos de una actividad, puede ser empleado para evaluar distintas alternativas de geolocalización para diferentes emprendimientos productivos.

CONCLUSIÓN

En esta parte se propone al modelo de la empresa multiproducto como una forma alternativa de dar tratamiento a las externalidades negativas que se originan en ciertas actividades productivas. Este modelo contribuye a dar un sustento teórico al objetivo principal de esta tesis, la cual tiene como propósito promover el desarrollo sostenible de un territorio basado en la explotación de recursos naturales. En este caso particular, los impactos negativos que se producen en el medioambiente como consecuencia de llevar a cabo la actividad ganadera intensiva bajo la modalidad productiva de *feedlot* pueden ser morigerados si la empresa da tratamiento a los residuos generados (estiércol). Es decir, el residuo pasa a ser un *input* para la producción de otros productos, los cuales serían comercializados en el mercado. Así, la firma pasaría de ser monoprodutora a multiprodutora, teniendo la posibilidad de incorporar de esta forma a las economías de *scope*. Para que esto pueda llevarse a cabo, es necesario contar con un adecuado marco institucional que acompañe el desarrollo sostenible del territorio, en el cual la presencia del Estado es fundamental para organizarlo mediante la promoción de políticas públicas.

BIBLIOGRAFIA

Andriulo, A., Sasal, C., Améndola, C. y Rimatori, F. (2003). Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua. Edic. INTA.

Auge, M.P. (2003). Hidrogeología ambiental. Disponible en <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/HidroGeoAmb.pdf>.

Recuperado el 18 de Septiembre de 2016.

Azqueta Oyarzún, D. (2007). Introducción a la economía ambiental. Ed. Mc Graw Hill. España.

Bandera, R. (2004). Rehabilitación de suelos salino-sódicos: evaluación de enmiendas y de especies forrajeras. Tesis de maestría. UBA. Disponible en <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2013banderaramiro.pdf>.

Recuperado el 23 de Marzo de 2017.

Castellanos, J.Z. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Intagri, S.C. Guanajuato. México.

Conesa Fernández-Vítora (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Coria, I.D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías.

Disponible en <http://www.redalyc.org/html/877/87702010/>. Recuperado el 18 de Marzo de 2016.

De la Maza, C.L. (2007). Evaluación de impactos ambientales. En: Manejo y conservación de recursos forestales. Editorial Universitaria, pp. 579-609. Chile.

Dee, N., Baker, J., Drobny, N., Duke, K., Whitman, I., & Fahringer, D. (1972). An environmental evaluation system for water resource planning. *Water Resources Research*, pp. 523–535. Disponible en <http://doi.org/10.1029/WR009i003p00523>. Recuperado el 10 de Abril de 2016.

Díaz Zorita (2002). *Ciclado de nutrientes en sistemas pastoriles*. Edic. INTA. INTA Gral. Villegas.

Glessi, W., Pose, N., Zamuner, E. (2012). Impacto ambiental de los contaminantes provenientes de aguas residuales de feed-lot sobre aguas subterráneas. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. Vol. 3. Nº 4, Octubre-Diciembre. pp. 81-87. Chile.

Guía metodológica para la medición, estimación y cálculo de las emisiones al aire (2005). Ed. IHOBE. España.

Henderson, J. y Quandt, R. *Microeconomic theory. A mathematical approach*. Ed. Mc. Graw Hill. London.

Herrero, M. y Gil, S. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. pp.273-289. *Ecología Austral*. Asociación Argentina de Ecología.

Hirschman, A. (1964). *La estrategia del desarrollo económico*. Fondo de Cultura Económica. México.

Panzar, J. y Willig, R. (1981). Economies of scope. *The American Economic Review*, Vol. 71, Nº. 2. *Papers and Proceedings of the Ninety-Third Annual Meeting of the American Economic Association*.

Pindyck, R., Rubinfeld, D. y Beker, V. (2000). *Microeconomía*. Prentice Hall. Buenos Aires.

Pordomingo, A. (2014). Efectos ambientales de la intensificación ganadera. Edic. INTA EEA Anguil. La Pampa.

Yin, R. (1994). Case study research. Design and methods. Sage Publications. London.

PARTE III- FUENTES DE ENERGIA, ASPECTOS LEGALES VINCULADOS A LOS AGROCOMBUSTIBLES Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

III.I- ENERGIAS NO RENOVABLES Y RENOVABLES: DEFINICION

La energía es considerada como el combustible de la economía. Por tal razón, es posible entender que su crecimiento es el principal factor que promueve la demanda energética. Los recursos energéticos se vinculan básicamente con tres pilares clave dentro de un país o región: la economía, el medio ambiente y el bienestar social. Es por esto menester asegurar un adecuado suministro energético para garantizar un equilibrio entre ellos (Elías Castells, 2012).

El concepto de **energía no renovable** se define de manera muy simplificada como aquella energía cuya tasa de renovación es menor a la tasa de extracción. Ejemplo de ello lo constituyen los residuos fósiles, los que darán origen al petróleo y al gas. El consumo de las energías no renovables ocasiona impactos negativos al medio ambiente, al igual que su proceso de extracción. Podría decirse entonces que todos los eslabones de la cadena productiva de energía no renovable son contaminantes. Algunos de los problemas ambientales que se originan a raíz del uso de este tipo de energías se vinculan con las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero y la contaminación de aguas y napas del suelo, entre otros (Montes Carmona, 2008).

Asimétricamente opuesta en cuanto a definición, la **energía renovable** es la que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Su uso contribuye al cuidado del medio ambiente y apunta a lograr un desarrollo sustentable. El concepto de desarrollo sustentable es amplio (multidimensional e intergeneracional) y su análisis es complejo. "Tal como lo plantea Olade/Cepal/Gtz (2003), el desarrollo sustentable implica la evolución coordinada de la dimensión económica, social, política y ambiental" (Recalde, 2012:188).

Se consideran energías renovables a la hídrica, solar, eólica, geotérmica, mareomotriz y undimotriz. Concretamente, dentro de las energías renovables, se encuentra la bioenergía, definida como aquella derivada del aprovechamiento y transformación de la biomasa en diferentes vectores aprovechables energéticamente.

Esta biomasa puede ser de origen vegetal (rastros, residuos forestales, cultivos energéticos como el sorgo o maíz, entre otros) o animal (estiércoles, purines, guano, etc) (Bragachini et al, 2014). En el primer caso está constituida por carbohidratos (azúcares, almidones, celulosa), aceites, grasas, lignina y proteínas. Los almidones y la celulosa necesitan someterse a un proceso de transformación para poder obtener sus azúcares. De esta forma, estos pueden ser empleados como biocombustibles líquidos o gaseosos, o como productos químicos sustitutos de otros productos derivados del petróleo.

También pueden considerarse los residuos agroindustriales y de la industria de la alimentación como fuente biomásica de energía. "Las energías renovables o verdes, además de ser limpias, constituyen actualmente el 15% de la matriz energética mundial. Un informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) estima que para 2050 las energías renovables podrán cubrir el 80% de la demanda energética mundial" (INTA, 2015).

III.II- LOS AGROCOMBUSTIBLES: BIODIESEL, BIOETANOL Y BIOGAS

Los **agrocombustibles** más extendidos en uso y también en producción son el **biodiesel** y el **bioetanol**. El biodiesel se obtiene a partir de aceites vegetales que pueden haberse usado o bien emplearse en estado virgen (granos oleaginosos). El bioetanol se obtiene a partir del proceso conocido como fermentación alcohólica de los azúcares que disponen diferentes plantas, tales como la caña de azúcar, los cereales o la remolacha (Di Paola, 2013).

A partir de las últimas décadas se ha vislumbrado, a nivel mundial, un agotamiento real de los recursos energéticos fósiles, coincidentemente con el acelerado crecimiento económico. Por ello, resulta imperioso proponer el uso de distintas fuentes alternativas de energías de carácter renovable para sostener tal crecimiento; este tipo de energías minimizan los impactos negativos al medio ambiente, dado que su combustión emite una menor cantidad de gases efecto invernadero en relación a los combustibles fósiles (Herrera et al, 2013).

La principal desventaja que se le atribuye a este tipo de combustibles es que para su producción es necesario hacer uso de cultivos comestibles (excepto cuando en su proceso de producción se emplean aceites usados). Esto implica una modificación en el uso de la tierra, teniendo que decidir si este factor se destina a la producción de alimentos o a la producción de oleaginosas para producir biocombustibles. "La política de biocombustibles debe articularse vinculada a cuatro sectores de importancia para la economía nacional: ambiental, agropecuario, energético y transporte" (op. cit.). Esto conlleva a considerar, a modo de ejemplo, el caso de la producción de biodiesel—cuyo insumo básico es el aceite de soja—, la cual genera externalidades negativas a partir de los costos derivados de la expansión del cultivo. Sin embargo, los beneficios asociados al empleo de este tipo de energía deberían ser necesariamente superiores a su costo para justificar su uso (Cristiano, 2006).

El biodiesel comienza a producirse en el mundo como consecuencia del elevado precio que comenzó a experimentar el barril de petróleo y la consecuente crisis energética. En 1982, tanto en Austria como en Alemania se llevaron a cabo las primeras pruebas técnicas sobre este combustible de origen vegetal. Finalmente, en 1985, en Austria se construyó la primera planta piloto productora de biodiesel a partir de semillas de colza (Cittadini, 2011).

En Argentina, el desarrollo del mercado de biodiesel y bioetanol presenta ventajas que hacen que se impulsen proyectos de producción de diversas

escalas en diferentes regiones del país. Entre las ventajas comparativas y competitivas que posee Argentina para la producción de agrocombustibles caben mencionar (Di Paola, 2013):

1. La importancia que reviste el complejo oleaginoso, liderado por la soja, la que cubre ampliamente la demanda que se necesita para la producción de granos, aceites y biocombustibles.
2. El tamaño del mercado interno -real y potencial- vinculado al consumo de combustible diesel.
3. El hecho de que el gasoil represente el 50,6% del consumo nacional de combustibles, lo que favorece el empleo de los biocombustibles, ya que éste permite el corte con combustibles fósiles y puede emplearse en forma combinada, como así también en forma pura.
4. El impacto ambiental favorable.

Luego de esta breve referencia, a continuación En los párrafos siguientes se hará una descripción acerca de los biocombustibles más comúnmente empleados, tales como el biodiesel y el bioetanol, para finalmente ahondar sobre las características del biogás.

El **biodiesel** es un combustible que puede ser de origen vegetal (aceites vegetales) o animal (grasas del sector pecuario). Se emplea puro o mezclado con gasoil en motores tipo diesel, sin que ello implique modificación o adaptación alguna de los motores. Se obtiene a partir del procesamiento del aceite contenido en semillas de plantas oleaginosas, como la soja, maíz y girasol, entre otros. En Argentina, la soja es el cultivo principal destinado a la producción de biodiesel. Para tener un orden de magnitud con respecto a la importancia que reviste esta oleaginosa, basta con mencionar que en la campaña 2015/2016 la superficie sembrada con soja representa el 52% del total de la superficie implantada con cultivos a nivel nacional (19,7 millones de ha sobre un total de 37,87) (BCPBB, 2016).

La historia del motor diesel, diseñado por Rudolf Diesel hace cien años atrás, cuenta que éste empleó aceite de maní para su funcionamiento, destacando de esta forma que este tipo de motores funcionaría a base de

aceites vegetales. Sin embargo, su empleo quedó relegado cuando el diesel proveniente de combustibles fósiles ingresó al mercado internacional a bajo precio, con un alto grado de eficiencia y disponibilidad. Fue recién a mediados de la década de los '70 cuando la escasez de combustible vislumbrada en los Estados Unidos promovió la inversión en tecnologías alternativas para diversificar los combustibles; a partir de allí se comenzó a pensar en los biocombustibles como un producto sustituto al diesel fabricado a partir del petróleo (Di Paola, 2013).

El **bioetanol** puede producirse a partir de la fermentación de ciertos azúcares que contienen algunas plantas o bien de cierto tipo de biomasa. Al finalizar este proceso es posible obtener un alcohol que contiene aproximadamente un 5% de agua, el que luego de ser deshidratado se puede utilizar como combustible. Para obtener bioetanol se pueden emplear los azúcares provenientes de la caña de azúcar -o de la remolacha azucarera-, algunos cereales (a través de la fermentación de los azúcares del almidón) o bien la biomasa obtenida a partir de la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa. Las plantas con mayor cantidad de compuestos lignocelulósicos son las que tienen mayor potencialidad para producir bioetanol. Las actividades productivas vinculadas a los sectores agrícola, silvícola y forestal generan residuos leñosos y herbáceos, como así también la agroindustria; estos pueden ser transformados y valorizados y contribuir, de esta forma, a mitigar el impacto ambiental negativo provocado por los derivados del petróleo (Cabrera, 2006).

La historia del bioetanol comienza en 1908, cuando Henry Ford diseña su primer vehículo, aconsejando para su uso el empleo de etanol. Hacia 1920, en Estados Unidos comenzaron a ingresar al mercado las naftas cortadas con un 25% de etanol; sin embargo, a causa del incremento del precio del maíz, los proyectos vinculados a la producción de bioetanol se vieron truncados. Posteriormente, hacia 1930, Ford construyó una planta de elaboración de etanol a partir del maíz, combustible que recibió la denominación de "gasohol". Sin embargo, en la década del '40, el alto costo de producción del etanol y, paralelamente, el bajo precio del petróleo,

fueron los acontecimientos principales que condujeron al cierre de dicha planta. Es así que se reemplazó el bioetanol por el combustible fósil (Di Paola, 2013).

Por último, cabe mencionar al **biogás**. Este gas combustible se produce en ambientes naturales o en construcciones específicas y es generado por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos que se desarrollan y actúan en un medio anaeróbico. El tratamiento de residuos biodegradables produce biogás y biol; este último es el sustrato digerido obtenido como resultado de este proceso; puede ser empleado en forma directa al suelo como abono sin efectos residuales nocivos (Cano y Mairosser, 2013). El aprovechamiento del biogás tiene su fundamento basado en su proceso de producción en el que se genera conjuntamente electricidad y calor, representando una atractiva oportunidad medioambiental y tecnológica. De esta forma, se crea una fuente energética alternativa que permite reducir el calentamiento global y el efecto invernadero, los cuales provocan drásticos cambios climáticos y en la mayoría de los casos son acompañados por importantes pérdidas económicas.

El biogás tiene un menor poder calorífico que el gas natural y, en aplicaciones específicas, como combustible de automoción, para mejorar su calidad, es necesario su tratamiento. "La bioenergía puede ser una solución inmediata al límite de crecimiento o desarrollo que tiene una gran región del país por falta de energía, ya sea aprovechando residuos pecuarios, urbanos o agroindustriales o generando cultivos energéticos para ese fin. (...). El acceso a la energía en las zonas rurales es fundamental para impulsar el desarrollo agrícola y regional" (INTA, 2015, sp.).

La historia del biogás se remonta al siglo XVIII, cuando Alessandro Volta, un físico de nacionalidad italiana, comprobó que el gas inflamable que emergía de las burbujas de los pantanos era metano. La primera instalación para obtener biogás de la que se tienen datos fehacientes se construyó en Bombay, en 1859 y, desde entonces, en India se ha promovido la construcción de pequeñas plantas a nivel familiar o local para el tratamiento de excretas con el objetivo de producir gas y fertilizante. Hacia 1925, el

científico alemán Karl Imhoff construyó el primer tanque digestor empleando el método de digestión anaerobia. Durante la Segunda Guerra Mundial diseñó el concepto de una planta agrícola de biogás para compensar la falta de combustible. Es así que en los años 50' se construyeron varias plantas agrícolas de biogás en Alemania. Pero durante las tres décadas siguientes esta tecnología no se extendió, reemplazándose la misma por el tratamiento anaerobio de depuración de aguas residuales.

En 1970, a raíz del incremento del precio del barril de petróleo, se comenzó a buscar fuentes alternativas de energía con el propósito de encontrar sustitutos cercanos a los combustibles fósiles; es así como el biogás aparece en la agenda de muchos países para contrarrestar la alta dependencia de los combustibles tradicionales. Sin embargo, unos años más tarde (independientemente de las oscilaciones del precio del petróleo), comienza a surgir un notable interés por el cuidado del medio ambiente y se pone énfasis en el proceso de generación de biogás debido a los beneficios ambientales que éste proporciona. Entre ellos cabe mencionar que no desprende dióxido de carbono a la atmósfera como los combustibles convencionales, a la vez que permite realizar una adecuada gestión de los residuos, dándoles un destino noble.

El tratamiento de aguas residuales a nivel mundial está ampliamente generalizado, ya sea que se trate de las que provienen del ámbito doméstico o bien de aquellas producidas a partir de actividades agropecuarias, como así también las que se generan en actividades vinculadas a la elaboración de alimentos. Estos tipos de aguas residuales suelen tener una alta carga orgánica y pueden ser tratados anaeróbicamente con eficacia antes de ser eliminadas directamente al medio ambiente. El biogás producido es generalmente aprovechado, en parte, para cubrir la necesidad energética que el mismo proceso demanda y, el resto, es utilizado para fines comerciales (Montes Carmona, 2008).

Hacia 1990 comenzó a visualizarse en Europa un crecimiento paulatino pero constante de plantas generadoras de biogás y biodigestores de menor envergadura. Particularmente en Alemania, con motivo de sancionarse la

Ley de Energías Renovables en el año 2000, la participación del biogás de origen agrícola en la matriz energética aumentó (Gruber et al, 2010). Por otra parte, Reino Unido logró crear un mercado de biogás cuyo tamaño, a lo largo de diez años y en términos de oferta, hizo posible que se redujera el costo del kw/h. A nivel internacional existe un gran número de pequeñas instalaciones localizadas en India, Taiwán, Corea, Tailandia, Kenya, Sudáfrica y China, donde se han contabilizado entre 5 y 6 millones de digestores en comunas y fábricas. Muchos de ellos son biodigestores rudimentarios en los que el gas producido no recibe ningún tipo de tratamiento. Sin embargo, en la actualidad, pueden encontrarse biodigestores de gran envergadura en Alemania, Italia, España y Francia, entre otros países, cuya misión es la de proveer energía eléctrica a partir del biogás. En Latinoamérica, Brasil es el que tiene la mayor cantidad de biodigestores de diversos tamaños. En Argentina, México, Perú, Bolivia, Colombia y Nicaragua, el producto final de los biodigestores es empleado como abono orgánico, para calefacción o para generar energía eléctrica. Costa Rica también cuenta con plantas de biometanización, cuya función principal es la de disminuir la contaminación ambiental.

III.III- ANTECEDENTES DE LOS AGROCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA

La historia de los agrocombustibles en Argentina comienza en 1928, cuando se llevó a cabo la primera experiencia práctica, utilizándose una mezcla carburante llamada "combustible Giacosa" por ser su inventor Luis Giacosa. La misma estaba compuesta por 15% de petróleo, 5% de metileno y 80% de alcohol, y su patentamiento fue llevado a cabo el 3 de octubre de 1927.

Hacia 1942, el Gobernador de Tucumán Miguel Critto empleó un vehículo accionado con un combustible que contenía un 30% de alcohol desnaturalizado y un 70% de nafta para recorrer varias provincias como una forma de mostrar los estudios que se estaban llevando a cabo para sustituir a la nafta. A partir de ese momento YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales) comenzó a realizar investigaciones y ensayos sobre este tema. Finalmente, en el año 1979 surgió en Tucumán el denominado "Plan

Alconafta”, cuya finalidad fue promover el empleo del alcohol etílico –o etanol- derivado de la caña de azúcar como combustible. A partir de ese momento se fueron sumando otras provincias al plan, llegando a un total de 12 hacia 1987. Años más tarde, las mermas en las zafras azucareras ocasionaron que no se pudiera cubrir el consumo interno de bioetanol. A ello se sumó el hecho de que el precio del azúcar se incrementara a nivel internacional, razón por la que dicho plan caducó (Herrera et al, 2006). Sin embargo, en los últimos años comenzó a promoverse nuevamente la producción y empleo de agrocombustibles. La presencia de tres leyes de carácter nacional avala e incentiva la inversión y consumo de los mismos.

Es así entonces que a partir de 2007 Argentina comienza a repuntar con un fuerte incremento en la producción de agrocombustibles. En principio, el motivo de ello no se debió al hecho de querer paliar una situación vinculada al desabastecimiento de combustibles fósiles, sino más bien como una forma de agregar valor dentro del complejo sojero. La totalidad de la producción nacional de agrocombustibles se realiza principalmente sobre la base de aceite de soja para producir biodiesel –en tanto que para la producción de bioetanol se emplea un 40% de caña de azúcar y un 60% de maíz (Di Paola, 2013).

El continuo avance de la frontera productiva agrícola basado en el cultivo de la soja (sustentado básicamente en el incremento de la demanda internacional y la suba sostenida del precio) ha impactado significativamente en varias cadenas productivas de diversos sectores, dando origen a un inusitado desarrollo de ciertas economías regionales vinculadas a la producción de biodiesel. A raíz de este fenómeno cabe mencionar que la actividad ganadera a nivel país ha visto reducir en más de un 15% el número de cabezas de ganado bovino entre 2006 y 2011 (Pacífico et al, 2011), aunque hace unos años comenzó a evidenciarse un constante proceso de recuperación.

El interés acerca de la producción de biodiesel a partir de la soja comienza a evidenciarse firmemente en esta última década, si bien en los años 90 podían encontrarse pequeñas plantas productoras trabajando con bajos

niveles de producción. "Pero la industria del biodiesel en Argentina tuvo un constante crecimiento desde el año 2006, cuando aumentó 24 veces su capacidad instalada, pasando de 130.000 a 3.084.000 toneladas para fines de 2011" (INTA, 2011).

Este hecho tuvo que ver porque, a partir de 2004, el abastecimiento energético en Argentina se vio discontinuado. Diversos motivos han contribuido a que se generara dicha situación, como la alta dependencia energética basada en los hidrocarburos y el agotamiento de las reservas de petróleo y gas. En Argentina, el gasoil representa el 40% del consumo del sector transporte y el 96% del sector agropecuario. Ambos sectores explican el 90% del destino del gasoil (Recalde, 2012).

En 2007 tuvieron lugar los primeros embarques de biodiesel y en 2009 Argentina ocupó el primer lugar como país exportador de biodiesel. A pesar de los sucesivos incrementos en los porcentajes de corte obligatorio implementados por el gobierno en 2010, se pudo continuar abasteciendo a ambos mercados, sin dejar de ser hasta 2012 el primer exportador (Herrera et al, 2013).

Durante los siguientes años esta posición sufrió algunos altibajos debidos principalmente a las retenciones y a las medidas tomadas por España, las cuales impedían las importaciones de biodiesel provenientes de nuestro país. Según datos estadísticos correspondientes a 2011, hay más de 30 plantas elaboradoras de biodiesel, de escala mediana y grande, localizadas en las inmediaciones de las terminales portuarias de Rosario. Sin embargo, cabe mencionar que también hay plantas productoras de biodiesel diseminadas por todo el país con el propósito de agregar valor a los granos e incrementar el nivel de empleo (op. cit.).

Resulta menester considerar el uso de los agrocombustibles como fuente energética, dado que por medio de ellos es posible reducir las emisiones de dióxido de carbono, desacelerar el agotamiento de los combustibles fósiles en términos de su elevado consumo y potenciar y posicionar a la agricultura como fuente energética viable. La producción de bioenergía es fundamental dado el actual contexto: un mercado externo que demanda

agrocombustibles, el potencial que tiene la agricultura argentina para producirlos y la necesidad de diversificar el mercado energético. Por otra parte, es necesario poner énfasis en la seguridad energética, entendiendo por ésta como la disponibilidad de oferta de energía (Cittadini, 2011).

A partir de Septiembre de 2016 se incrementó el porcentaje del corte de etanol en la nafta en un 2% hasta llegar al 12%, con el objetivo de generar inversiones en el sector de los agrocombustibles. El paulatino aumento en los cortes está estipulado en el programa nacional de agrocombustibles. Más allá de impulsar el empleo de los agrocombustibles como política ambiental, esto se sustenta en el hecho de evitar la suba en el precio de la nafta, de modo tal que no supere a la inflación. Se espera reducir el costo de producción con la incorporación del bioetanol a las naftas. Argentina contabilizaba en 2016 cinco plantas de bioetanol produciendo para agrocombustible y nueve plantas vinculadas con ingenios azucareros. Hacia 2010, año en que se implementa la política de corte en la nafta, el etanol provenía únicamente de la caña de azúcar. Es recién en 2012 cuando se incorpora al maíz para la producción de bioetanol, cuyo rendimiento en términos de etanol es menor que el de la caña de azúcar (Di Paola, 2013).

Los mecanismos de promoción de la bioenergía se iniciaron en el año 2001. Sin embargo, los primeros impulsos estaban orientados específicamente a la producción de biodiesel y bioetanol (Decreto 1396/2001, Resolución 1156/2004). Recién en el año 2006 se incluyó al biogás en los marcos de promoción de los biocombustibles a través de la Ley 26.093 del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, reglamentada en el año 2007 por el Decreto 109/2007 (Flexor et al, 2012). La ley establece que la Secretaría de Energía, (actualmente denominada Ministerio de Energía y Minería), será la Autoridad de Aplicación. Además, dicho organismo tendrá la facultad de fijar las normas de calidad y seguridad, de establecer y llevar un registro de productores y comercializadores y de aprobar proyectos que puedan ser favorecidos por el régimen promocional. Al mismo tiempo, se crea un régimen especial que favorece a los proyectos de producción de biocombustibles orientados al mercado interno (Chidiak y Stanley, 2009).

Los beneficios promocionales establecidos por esta ley consisten en la devolución anticipada del IVA o la amortización acelerada de bienes de uso, subsidios directos, exención del impuesto a la ganancia mínima presunta desde la puesta en marcha y hasta el tercer ejercicio inclusive, desgravación de los tributos específicos que gravan a los combustibles fósiles para el caso de los biocombustibles destinados al corte obligatorio y la creación de un registro de plantas productoras (op. cit.).

Asimismo se creó la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles para que asista a la Autoridad de Aplicación (Flexor et al, 2012). En el mismo año se aprobó la Ley 26.190 "Régimen Nacional Para el Uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica". Dicha ley preveía que las energías renovables alcanzasen una participación de 8% sobre el total de la electricidad consumida en un plazo de 10 años. Los tipos de fuentes renovables contempladas por la ley fueron: energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás. Como incentivo económico se estableció una remuneración de 0,9 \$/kWh para los generadores fotovoltaicos solares y una remuneración de 0,015 \$/kWh para el resto de las fuentes renovables mencionadas, las cuales constituirían un subsidio sobre el precio reconocido a dichos generadores en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Otro incentivo fue la posibilidad de diferir el pago del impuesto al valor agregado de las inversiones en capital y la exención del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta (Guzowski y Recalde, 2009).

En el año 2009, en el marco de la Ley 26.190, se lanzó el programa GENREN. Consistía en la licitación de 1.000 MW de generación eléctrica a partir de fuentes nuevas y renovables de energía (FNRE), en particular, 500MW para energía eólica, 150MW para biocombustibles, 120 para residuos sólidos, 200 para biomasa, 60 para pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, 30 para solar fotovoltaica y 20 para biogás (Recalde et al, 2015). Las ofertas que fueran a aceptarse debían tener como máximo módulos de potencia de 50 MW. A tal fin ENARSA (Energía Argentina S.A) convocó una licitación pública para comprar energía eléctrica proveniente de

FNRE a las empresas que hayan presentado y aprobado proyectos para luego venderla, a través de contratos de abastecimiento a 15 años y con precio garantizado a CAMMESA (Bondolich, 2012). Bajo este programa se instrumentó un mecanismo de promoción del tipo Feed-in Premium, ya que se estipulaba el pago de una prima por encima del precio de mercado. El valor de la prima es de 0,9 \$/kWh para los generadores fotovoltaicos solares y de 0,015 \$/kWh para el resto de las fuentes renovables alcanzadas por el programa. Las empresas que invertían en el GENREN podían obtener una rentabilidad considerable, ya que tenían asegurada la venta de la energía a largo plazo y a tarifas dolarizadas (Guzowski y Recalde, 2009).

En 2015 se promulgó la Ley 27.191 con el objeto de modificar algunos aspectos de la Ley 26.190. En efecto, la cuota de energías renovables en la generación eléctrica se determinó en un 8% a ser alcanzada en el año 2017. Al mismo tiempo, se estableció que la cuota deberá ser del 20% para el año 2025. Para aumentar dicha cuota se planteó un cronograma de sucesivos aumentos: 12% para el año 2019, 16% para el 2021 y 18% para el 2023 (Art. 8). Por otro lado, se creó un Fondo Fiduciario Público llamado "Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables" (FODER), que se conformará como un fideicomiso de administración y financiero. El FODER tiene por objeto la aplicación de los bienes fideicomitidos al otorgamiento de préstamos, la realización de aportes de capital y adquisición de todo otro instrumento financiero destinado a la ejecución y financiación de proyectos elegibles a fin de viabilizar la adquisición e instalación de bienes de capital o la fabricación de bienes u obras de infraestructura, en el marco de emprendimientos de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables (Art. 7). En el año 2016 se reglamentó la normativa a través del Decreto N° 531. Según esta disposición se destinarán doce mil millones de pesos del Tesoro Nacional al FODER.

Por otra parte, cabe mencionar específicamente el Proyecto para la Promoción de la Energía Derivada de Biomasa, PROBIOMASA. En el año 2011, los Ministros de Agricultura y de Planificación a través de las

Secretarías de Agricultura, Ganadería y Pesca y la Secretaría de Energía, junto al Representante de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en Argentina presentaron el proyecto. El objetivo principal era incrementar la producción de energía térmica y eléctrica derivada de biomasa a nivel local, provincial y nacional para asegurar un creciente suministro de energía limpia, confiable y competitiva y, a su vez, abrir nuevas oportunidades agroforestales, estimular el desarrollo regional y contribuir a mitigar el cambio climático (PROBIOMASA²). La misión principal era transformar a los residuos orgánicos de índole animal y vegetal en biogás a los efectos de lograr una mayor diversificación energética, y el mismo fue puesto en marcha en octubre de 2012. Según Cristian Lorenzo (Lorenzo, 2014) el programa contemplaba la descentralización de la producción de energía a partir de biomasa a distintas escalas y contaba con líneas de trabajo que apuntaban a la capacitación de recursos humanos y creación de infraestructura necesaria, al desarrollo de estrategias provinciales y a la comunicación dirigida a influir en la política bioenergética nacional. A su vez, el equipo de Energías Renovables del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), con el apoyo del Proyecto PROBIOMASA, llevó adelante el Relevamiento Nacional de Biodigestores con el objetivo principal de proporcionar una herramienta para planificar de manera estratégica el desarrollo de la biomasa en el territorio nacional. Según el diagnóstico inicial se estima que en Argentina existen más de 60 plantas de biodigestión de diferentes tamaños, tecnologías y usos. Actualmente, se registra la existencia de 40 plantas de generación de biogás, 49% corresponde a grandes instalaciones, 26% a instalaciones medias y 25% a pequeñas plantas (INTI³).

De acuerdo al informe de CAMMESA correspondiente a 2015, la energía eléctrica producida a partir de biogás en dicho año alcanzó los 84 GWh. Un cálculo aproximado sobre el potencial de energía biomásica, si se gestionaran los residuos del total de las existencias bovinas, rondaría entre los 23.000 MW y 30.000 MW por día. Extendiendo este mismo cálculo para el período de un año (365 días), se concluye que la generación efectiva (84

² <http://www.probiomasa.gob.ar/es/institucional.php>

³ <http://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/er52.php>

GW) de energía eléctrica a partir de biogás estaría entre el 1% y el 0,80% del total que se podría estar utilizando⁴. De cualquier manera, es esperable que este porcentaje diste de ser aprovechado en un 100%, ya que existen emprendimientos de biogás que utilizan este combustible para autoconsumo y no lo venden al mercado eléctrico mayorista. Por otra parte, existen modalidades de producción bovina extensivas en las que no es muy factible aprovechar el estiércol y, por otra, hay que considerar las producciones intensivas pero sin corrales de hormigón, donde el aprovechamiento del estiércol no es del todo eficiente.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) posiciona a la bioenergía dentro de su agenda de trabajo a través de sus Programas Nacionales. Desde varias décadas atrás este organismo viene desarrollando estudios vinculados a temas bioenergéticos, los cuales se desarrollaron en torno a la gestión de los residuos animales para poder obtener biogás. Así, surgen el Programa Nacional de Bionergía y la Red de Cooperación de Políticas Públicas Agropecuarias, ambos abocados al estudio de las políticas públicas en agroenergía que contribuyan al equilibrio medioambiental y a la mitigación de la pobreza. El programa apunta a impulsar emprendimientos que puedan asegurar un suministro energético basado en fuentes renovables, de modo de incrementar la participación de la bioenergía dentro de la matriz energética nacional. El programa se vincula con diversos organismos, ya sean nacionales o del exterior, lo cual contribuye a abordar de modo más eficiente los temas vinculados a la demanda energética (Hilbert, 2011).

El 24 de Enero de 2017 la provincia de Buenos Aires puso en marcha el Plan de Bioeconomía, el cual contempla, entre otros aspectos, la concreción de acuerdos vinculados a inversiones en energías renovables. El cambio de rumbo propuesto en la forma de producir implicó el involucramiento de las distintas cadenas productivas, asociaciones y empresas, en un marco en el que comenzó a ser posible producir en forma sustentable. Dentro de este contexto, fue importante contar con un marco institucional que posibilitó la articulación sobre un eje común a las diferentes organizaciones sobre las

⁴ 84 GWh anuales equivalen a 86.016 MWh anuales. Por otro lado, 23.000 MWh y 30.000 MWh por día equivalen a 8.950.000 MWh y 10.950.000 MWh anuales.

que se sustenta la actividad agropecuaria nacional, tales como el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), CIC (Comisión de Investigaciones Científicas), UUNN (Universidades Nacionales) y otras entidades vinculadas a la agroindustria. El objetivo central del mencionado plan tuvo que ver con la transformación de los residuos que generan impactos negativos al medio ambiente, y a partir de un adecuado tratamiento se contribuiría a paliar el déficit energético actual que tiene el país. También tuvo otros objetivos, tales como la producción de biocombustibles renovables y de alimentos funcionales, el desarrollo de biomateriales y la bio-remediación de suelos y aguas, el desarrollo de la industria genética, la identificación de cuencas bioenergéticas y la generación de un sistema provincial de información sobre bioeconomía.

En relación al plan mencionado en el párrafo anterior, las áreas temáticas que están basadas en producciones agropecuarias sustentables e industrialización inteligente son las siguientes: 1- ovinos de carne y leche, 2- complejo forestal, 3- producción de colza, 4- piscicultura continental y de mar, 5- hortifruticultura y riego, entre otras. Las chacras experimentales ubicadas en los distintos puntos de la provincia de Buenos Aires, que totalizan unas 4800 hectáreas, estaban disponibles para realizar actividades que contemplaran la concreción de los diferentes ejes planteados en dichas áreas. Ello condujo a que se firmaran acuerdos para realizar ensayos con el propósito de producir syngas a partir del empleo de biomasa; en este proyecto participaron un establecimiento educativo y la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa (AAPRESID). Por otra parte, el Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires ha firmado un convenio con un grupo empresario a los efectos de realizar ensayos tendientes a producir energía con el objetivo de reciclar los residuos de la agroindustria.

Por último, es menester destacar que el INTA, en el marco del programa antes mencionado, preside la Comisión de Agricultura de la Iniciativa Global del Metano (Global Methane Initiative), que es una asociación mixta

pública-privada. La meta propuesta es, a través de la generación de proyectos diversos, lograr reducir la cantidad de metano emitido al medioambiente, dado que éste es uno de los gases más importantes responsables del efecto invernadero. Esta organización está compuesta por 36 países, los cuales son responsables de más del 65 % de las emisiones globales. La asociación se ha centrado en el desarrollo de proyectos provenientes de cuatro fuentes: agricultura, rellenos sanitarios, minas de carbón y sector petrolero y gas (Hilbert, 2011).

III.IV- LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS. EL CASO PARTICULAR DE LOS RESIDUOS ORGANICOS AGROPECUARIOS EN ARGENTINA Y LA POSIBILIDAD DE GENERAR BIOENERGIA Y BIOFERTILIZANTES

A modo de introducción, es de destacar que la preocupación por el medio ambiente surge recién en los años '70, y se cristaliza hacia 1972 con la creación del Proyecto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En particular, la problemática vinculada a la gestión integral de los residuos sólidos está siendo considerada en muchos países del mundo, encontrándose Argentina entre uno de ellos; sin embargo, este tema recién cobra relevancia en la década de 1990. La Agencia Europea de Medio Ambiente, la OCDE y la CEPAL han elaborado numerosos informes vinculados a este tema (AEMA, 2015; OCDE, 2001; CEPAL 2013). A modo de ejemplo, cabe destacar que España posee un Plan Nacional Integral de Residuos 2008-2015 (PNIR), en el marco de la producción y consumo sostenible y residuos agrarios. Asimismo, el proyecto TRAMA (Solé y Flotats, 2004), también de origen español, tiene como objetivo diseñar, validar y difundir sistemas de gestión medioambiental orientados al modelo de ecogestión y auditorías específicas para las actividades agroalimentarias.

En 2012, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó a ese año como el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos mediante la resolución 65/151 a los efectos de poner en la agenda este tema y profundizar acerca de la importancia que reviste el acceso sostenible a la energía, la eficiencia energética y la energía renovable en el ámbito local, nacional, regional e internacional.

Paralelamente, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC) afirma que el sector de la agricultura, la silvicultura y otros sectores que hacen uso de la tierra son los responsables de un cuarto de las emisiones de GEI en el mundo, en concordancia con lo confirmado por FAO. En particular, las emisiones provenientes del estiércol aumentaron en 1,1% en promedio entre 1961 y 2010.

Si bien las concentraciones de metano atmosférico han ido en aumento desde hace dos décadas, particularmente desde 2014 esta problemática se ha intensificado. Aunque las causas sobre esta situación no son claras, nuevos estudios manifiestan que este acelerado crecimiento es predominantemente biogénico, es decir, que es producido por organismos vivos o procesos biológicos (Saunois et al, 2016).

Al mismo tiempo, las emisiones provenientes del uso de fertilizantes sintéticos aumentaron un 3,9% en promedio entre 1961 y 2010 a nivel internacional. El 70% de estas emisiones es explicado por los países en desarrollo y el 80%, por las emisiones provenientes del estiércol bovino (Smith et al, 2014).

Por otra parte, cabe mencionar que Argentina participó en el Proyecto Global-Bio-Pact, el cual formó parte del Programa Marco 7 de la Unión Europea, y finalizó el 31 de Enero de 2013. Su objetivo era estudiar, desarrollar y homogeneizar los sistemas de certificación de producción de biomasa y de conversión, como así también los reglamentos de comercio a los efectos de prevenir impactos socioeconómicos y ambientales negativos, intentando de este modo avanzar en los aspectos normativos.

En nuestro país, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación ha promulgado para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las distintas provincias la normativa concerniente al tratamiento de los residuos sólidos urbanos, peligrosos, biocontaminantes, líquidos residuales, PCB's (Poly Chlorinated Biphenyls ó Bifenilos Policlorados), derivados de agroquímicos y radioactivos. Por otro lado, existen leyes nacionales que

establecen como requisito que uno de los servicios adicionales que deberían contratar las empresas es la realización de estudios y evaluaciones de impacto ambiental; entre ellas cabe mencionar la Ley General del Ambiente 25.675/2002 (Art. 8, Inc. 2 y 5).

III.IV.I- CLASIFICACION DE RESIDUOS. LA BIOMASA GENERADA POR LOS FEEDLOTS

La preocupación por el incremento en la cantidad de residuos generados condujo a que se pusiera énfasis en realizar una clasificación de los mismos a los fines de poder realizar los correspondientes tratamientos específicos. En los casos en que fuera posible, a partir de estos tratamientos es factible contar con nuevos subproductos. Los diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, etc., juegan un papel importante en la percepción de quien los clasifica, evidenciándose por esta razón algunas discrepancias entre una u otra clasificación. En las siguientes líneas se presenta una de las clasificaciones tentativas, la cual comprende dos grandes grupos (Elías Castells, 2012):

1-RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS: aquí se incluyen los materiales residuales que en algún momento fueron seres vivos, formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles.

1.1-Putrescibles: a este grupo pertenecen los residuos que provienen de la producción o utilización de materiales naturales sin transformación estructural significativa. Por ello y por su grado de humedad mantienen un índice alto de biodegradabilidad, tales como los residuos forestales y de jardín, los residuos animales, residuos de comida, heces animales, residuos agropecuarios y agroindustriales, entre otros.

1.2-No putrescibles: son residuos cuyas características biológicas han sido modificadas de modo tal que en determinadas condiciones pierden su biodegradabilidad. Pertenecen mayoritariamente a este grupo los combustibles.

1.2.1- Naturales: en este tipo de residuos, la condición determinante de la pérdida de biodegradabilidad es la falta de humedad, tal como puede apreciarse en papel, cartón, textiles de fibras naturales y madera, entre otros.

1.2.2- Sintéticos: son residuos no biodegradables altamente combustibles, provenientes de procesos de síntesis petroquímica, tales como plásticos y fibras sintéticas, entre otros.

2-RESIDUOS SÓLIDOS INERTES: estos residuos no son biodegradables ni combustibles; provienen generalmente de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos minerales: vidrio, metales, residuos de construcción y demolición de edificios, tierras y escombros, entre otros.

Según sea la fuente generadora, estos pueden clasificarse en:

- 1-Residuos Sólidos Urbanos
- 2-Residuos de Construcción (residuos sólidos inertes)
- 3-Residuos Agropecuarios
- 4-Residuos Clínicos o Sanitarios
- 5-Residuos Sólidos de Depuradoras de Agua (lodos)
- 6-Residuos de Incineración
- 7-Residuos Industriales

En los siguientes puntos se detallan las características de algunos de ellos:

1-RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: los residuos sólidos urbanos, los cuales se producen en los núcleos de población, constituyen un problema para el hombre desde el momento en que su generación alcanza importantes volúmenes y, como consecuencia, empiezan a invadir su espacio vital o de esparcimiento. Según sea la procedencia y la naturaleza se pueden clasificar en:

1.1-Los residuos domiciliarios: son residuos sólidos procedentes de la actividad doméstica, como residuos de la cocina, restos de comida,

desperdicios de la calefacción, papeles, vidrios, material de embalaje y demás bienes de consumo, adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales normales. Se incluyen los residuos de domicilios colectivos, tales como cuarteles, residencias, asilos, etc.

1.2-Los residuos voluminosos son residuos de origen doméstico, tales como grandes embalajes, muebles, etc., y que debido a sus dimensiones no son adecuados para su recolección por los servicios municipales normales, pero que pueden ser eliminados junto con los residuos domiciliarios.

1.3-Los residuos comerciales y de servicios: dentro de esta categoría se encuentran los residuos generados en las distintas actividades comerciales (tiendas, mercados, almacenes, centros comerciales, etc.) y los del sector de servicios (bancos, oficinas, centros de enseñanza, etc.). Por sus características específicas, no están incluidos aquí los residuos procedentes de la actividad sanitaria, ni los generados en los mataderos.

1.4-Los residuos de limpieza de vías y áreas públicas: son los procedentes de las actividades de limpieza de calles y paseos y de arreglo de parques y jardines (hierba cortada, hojarasca, troncos y ramas de hasta un metro de longitud, etc.).

2-RESIDUOS AGROPECUARIOS: los residuos agropecuarios son considerados en general de naturaleza orgánica. Como tales, comparten características similares con otros residuos de origen agroindustrial y con la parte orgánica de los residuos sólidos urbanos. A diferencia de los residuos agroindustriales, estos se producen en su entorno natural, mientras que los otros son generados en procesos de transformación de productos agrícolas, mientras que los urbanos se generan en el proceso de consumo, junto con otros no orgánicos. Los residuos agropecuarios, a su vez, pueden clasificarse en:

2.1- Residuos agrícolas

2.2-Residuos forestales

2.3-Residuos ganaderos

2.4-Residuos de industrias agropecuarias

Los residuos agropecuarios presentan algunas propiedades favorables que pueden dar origen a su aprovechamiento en los sectores energético, agrícola, ganadero e industrial. Entre esas propiedades se hallan el poder calorífico, la riqueza en materia orgánica y el potencial de aprovechamiento como materia prima en procesos industriales. En cuanto al valor energético, puede decirse que la propiedad energética más importante es el poder calorífico, cuyo valor, para algunos residuos agropecuarios, oscila entre 2,000 y 5,000 kcal/kg (residuos de sarmiento y residuos de pino, respectivamente) (Cabrera, 2006). El valor energético varía dependiendo de la naturaleza del residuo. Por otra parte, hay que destacar el valor agrícola que poseen los residuos agropecuarios, ya que presentan elementos favorables para su incorporación al suelo agrícola, como son: 1- riqueza en materia orgánica, 2- nutrientes (de gran interés no sólo por poseer nitrógeno, fósforo y potasio, sino también por ser ricos en oligoelementos para controlar diversos procesos fisiológicos necesarios para los cultivos), 3- abundancia de agua y 4- microorganismos necesarios para el suelo.

Para lograr el aprovechamiento agrícola de los residuos se exigen procesos de fermentación, necesarios para la obtención de un producto equilibrado con una materia orgánica estable que al llegar al suelo pueda mineralizarse y mejorar las propiedades del mismo (Bragachini, 2015).

En relación al aporte al sector ganadero cabe mencionar que, tradicionalmente, los residuos de naturaleza fibrosa han sido aprovechados por la ganadería como complemento a una dieta alimenticia (pajas, residuos de huerta, residuos de frutos, etc.). En la actualidad, la ganadería consume múltiples subproductos y residuos derivados de procesos industriales (como primera elaboración de productos agrícolas) que se comercializan con el nombre de bagazos, tortas, pulpas, etc., los cuales presentan una composición química favorable. Por otra parte, la digestibilidad de estos productos por el ganado es muy reducida o casi nula.

En particular, el término "biomasa" hace referencia a la materia orgánica, ya sea de origen animal o vegetal, la cual incluye a su vez los residuos provenientes de su transformación natural ó artificial. Su gran heterogeneidad en cuanto a origen, composición, recolección, tratamiento y distribución geográfica, le otorga un sello distintivo cuando es comparada con otros recursos energéticos primarios, menos complejos. Es posible identificar tres tipos de biomasa: 1- la biomasa natural, la cual es producida en la naturaleza, sin considerar la intervención del hombre, 2- la biomasa residual, la cual es generada a partir de la actividad humana –tal como residuos domiciliarios o aguas residuales-, o bien resultante de actividades económicas provenientes del sector agrícola, ganadero, silvícolo-forestal o agroindustrial y 3- la biomasa producida, que es aquella que se cultiva con el propósito de obtener combustible, como es el caso del cultivo de la caña de azúcar o del maíz para la obtención de etanol (Di Paola, 2013).

La Secretaría de Energía, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación y el INTA, con la colaboración de otros organismos, ha realizado un estudio para evaluar la cantidad de biomasa natural de nuestro país, empleando la metodología desarrollada por la FAO, denominada WISDOM (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) (FAO, 2003). Esta es una herramienta de planificación, la cual consta de cinco pasos:

1. Definición de la unidad administrativa/espacial mínima de análisis
1. Desarrollo del módulo de demanda
3. Desarrollo del módulo de oferta
4. Desarrollo del módulo integración
5. Selección de las áreas prioritarias o puntos fundamentales de biomasa bajo diferentes escenarios

En este estudio hubo factores clave que se tuvieron en cuenta, tales como la sostenibilidad económica, ambiental y social, lo que a su vez conllevó a considerar los siguientes aspectos:

- Uso sostenible
- Sostenibilidad medioambiental
- Sostenibilidad social
- Dimensión espacial
- Dimensión temporal

De acuerdo al informe provisto por el estudio en Junio de 2008, es posible afirmar que la cantidad de biomasa total (sumando la accesible y la potencial estimada por el modelo empleado), es mayor a 148 millones de toneladas. Por otra parte, la denominada "biomasa comercial" accesible y potencialmente disponible superó las 124 millones de toneladas. A fin de acotar el potencial disponible, la Secretaría de Energía ha realizado un relevamiento de Proyectos Identificados destinados a la generación de electricidad con biomasa, cuantificado mediante estudios de campo. Ese relevamiento indicó un potencial de casi 422 MW (INTI, 2008). "La potencialidad de producción de bioenergía en la Argentina es de extrema importancia dada la característica de su actual matriz energética, y por las ventajas comparativas que presenta para la producción de vectores biológicos energéticos de diversas fuentes. Sin embargo, existen restricciones relacionadas tanto desde la generación de biomasa, como desde la ingeniería de procesos, ya que debería lograrse una tecnología local madura de alta confiabilidad y bajo costo aplicable a diferentes escalas" (INTI, op. cit.)

Como se expuso en párrafos anteriores, dentro de la amplia gama de residuos que se originan en las distintas actividades productivas se encuentran los residuos orgánicos agropecuarios, los cuales son generados en las explotaciones agrícolas, ganaderas o silvícolas. Generalmente, estos residuos son empleados en los mismos establecimientos en los que se producen, siendo en muchos casos materia prima que se destina a los suelos en forma de abono o a la alimentación animal.

Las producciones agropecuarias de origen animal y de carácter intensivo (tales como los *feedlots*⁵, tambos, criaderos de aves, cerdos y conejos) dan origen a una gran cantidad de excretas diarias (biomasa) que causan impactos negativos significativos al medio ambiente si es que no se realiza un tratamiento adecuado. Según un informe publicado por la FAO en 2006, se afirma **que la actividad ganadera, a través de las excretas, genera más gases efecto invernadero que el sector transporte**, medido en su equivalente en dióxido de carbono (CO₂), siendo también una de las principales causas de la degradación del suelo y de los recursos hídricos. El tratamiento del estiércol implicaría una mejora en los indicadores de productividad y rentabilidad del establecimiento agropecuario, otorgando la posibilidad de generar biogás y biol (que es un fertilizante natural apto para los cultivos), productos que bien podrían ser comercializados en el mercado (Cristiano et al, 2016). Desde el punto de vista medioambiental, se contribuiría con una reducción sensible en la emisión de los GEI.

Según un informe publicado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en 2015, en nuestro país el sector de la agricultura y la ganadería generó el 28% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2012. Durante los últimos años, la expansión de la agricultura ha opacado el crecimiento de la actividad ganadera. Esto se debió, por un lado, a los elevados precios internacionales de los granos que incentivaron incrementar la superficie implantada y, por otro, al paulatino deterioro que enfrentaba el sector ganadero en términos de bajos precios, sequía y pérdida de stock. Esto conllevó a la reducción del número de hectáreas destinadas a la ganadería, extendiéndose la modalidad ganadera productiva de tipo intensivo, como los *feedlots*.

Dada esta nueva situación, los establecimientos se encontraron ante la problemática vinculada al elevado volumen de estiércol que se generaba diariamente. Muchos de ellos hallaron una alternativa válida para darles un destino a las deposiciones bovinas, la que no sólo contribuyó a solucionar el

⁵ El *feedlot* es un sistema intensivo de producción de carne en donde los animales se encuentran en corrales, bajo un estricto control sanitario y nutricional (dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad). El objetivo de esta modalidad de producción consiste en producir la mayor cantidad de carne en el menor tiempo y al menor costo posible (UNCPBA, 2008).

problema de base. Mediante el tratamiento de las mismas en los biodigestores se logró disminuir los efectos negativos provocados por las emisiones de metano y dióxido de carbono al medio ambiente, como así también obtener biogás y biol, que es un fertilizante sin efectos residuales.

A partir de 2011, el número de establecimientos con *feedlots* ha ido en aumento (IPCVA, sf.). Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, se estima que la cantidad de residuos que se generan en todas las cadenas productivas del país podría ser reutilizada para producir fertilizantes y electricidad (INTA, 2014). De esta forma, los desechos se convierten en insumos estratégicos dando paso a una nueva configuración productiva que conserve el medio ambiente, en la que cobran importancia las actividades de generación de energías renovables a partir de la utilización de la biomasa. Este tipo de fuente renovable de energía está adquiriendo desde hace unos años un papel cada vez más relevante en la agenda pública del mundo y en particular de Argentina. Los factores que explican esta tendencia son, por un lado, la preocupación por aumentar la oferta interna de energía, es decir, por la seguridad energética y el autoabastecimiento, y por otro lado, la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático, reduciendo las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En este contexto, la incorporación de la bioenergía en la matriz energética nacional adquiere especial relevancia.

Es importante mencionar que hasta Noviembre de 2016 Buenos Aires no contaba con una legislación que regulara la actividad ganadera bajo la modalidad de *feedlots*, siendo ésta la provincia que mayor cantidad de establecimientos hoteleros declarados posee según la Cámara Argentina de Feedlots (Tabla III), entendiéndose por éstos a los espacios que pueden albergar animales destinados al engorde durante cierto período y por el que se cobra un determinado alquiler durante su estancia hasta que alcancen el peso pactado para su posterior venta. A ello habría que sumarle los establecimientos agropecuarios ganaderos que producen carne en forma intensiva bajo esta modalidad.

Tabla III: Establecimientos hoteleros y capacidad instalada

PROVINCIA	TOTAL CAPACIDAD INSTALADA (en número de cabezas)
BUENOS AIRES	126.700
SANTA FE	21.000
ENTRE RÍOS	16.000
SAN LUIS	15.000
SANTIAGO DEL ESTERO	10.000
CORDOBA	9.700

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cámara Argentina de *Feedlots*.

Hasta el momento solamente se contaba con la resolución N° 17/2013 de ADA (Autoridad del Agua) de la provincia de Buenos Aires, la cual hacía referencia al manejo de efluentes, reconociendo a las producciones intensivas de bovinos y porcinos como tales y las separaba del resto de las industrias, suponiendo esto un avance en relación a los requisitos a presentar para la obtención de permisos de vuelco de efluentes. Es importante destacar que otras provincias ya tenían antecedentes en términos regulatorios de la actividad, con resoluciones o leyes sancionadas a tales efectos. A continuación se presenta el Tabla IV, en el que se detalla tal información:

TABLA IV: Leyes y resoluciones sobre la normativa de los sistemas intensivos de producción y/o engorde animal y regulación de *feedlots*

CÓRDOBA	Ley N° 23906. Sancionada el 5/7/06.
ENTRE RÍOS	Resolución N° 6491 (3/11/06). Ley N° 10233. Promulgada el 29/08/13.
SAN LUIS	Resolución N° 4. Vigente desde el 16/7/08.
SANTA FE	Resolución N° 23. Vigente desde el 11/3/09.
MENDOZA	Ley N° 8461. Sancionada el 22/10/12.
BUENOS AIRES	Ley 14867. Sancionada el 30/11/16.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando el caso de la reciente Ley 14867 sancionada el 30 de Noviembre de 2016 por la legislatura de la provincia de Buenos Aires, puede decirse que la misma tiene su fundamento en los cambios ocurridos en los distintos sistemas de producción ganadera a los efectos de incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos y lograr mayores índices de productividad. El engorde intensivo a corral comenzó a evidenciarse a comienzos de 1990, cuyo propósito fue incrementar la oferta de carne y seguir la modalidad productiva que se estaba dando a nivel mundial, ya que este método de producción otorgaba importantes ventajas, tales como: disponibilidad de animales para faena a lo largo de todo el año y regularidad en la calidad de la carne, contando con cortes de mayor terneza. Esto conllevó, además, a un cambio importante en el sistema de comercialización, dado que los consumidores comenzaron a exigir cortes cárnicos de mayor uniformidad y terneza, evidenciándose de esta forma una demanda creciente de ciertas categorías vacunas, como ser: terneras, vaquillonas y novillitos. Es así cómo el sistema de engorde intensivo a corral se posiciona en nuestro país a principios y mediados de la década del '90, el cual se consolida en la actualidad con encierres que abarcan más de 2.000.000 de animales.

III.IV.II- EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y BIOL. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

En Argentina existen numerosos proyectos que promueven la producción de biogás. Los sectores agropecuario y agroindustrial tienen un peso significativo en la economía nacional y podrían dar un tratamiento adecuado a sus residuos con miras a la producción de bioenergía. Estas actividades generan una gran cantidad y diversidad de residuos y subproductos que pueden constituirse en insumos de otros nuevos productos (Gruber et al, 2010). El potencial que poseen los residuos ganaderos para generar biogás por sí solos no es alto, ya que estos contienen demasiado nitrógeno y, además, porque son excesivamente líquidos. Sin embargo, es posible incrementar su eficiencia mediante el proceso de codigestión, en el que intervienen otro tipo de residuos (Tobares, 2013). Según el Informe del

Relevamiento de Proyectos Bioenergéticos en Argentina, el principal motor para la implementación de los proyectos que incluyen producción de biogás está vinculado al hecho de brindar una solución a la generación de residuos (Grassi, 2012).

La producción de biogás y de su subproducto -el biol o biofertilizante- a partir de estiércol surge como una oportunidad para mejorar el desarrollo económico en el sector agropecuario. Además de reducir el impacto ambiental, la generación de biogás contribuiría con el desarrollo del sector. Por un lado, esto se vería a través del incremento del valor agregado en las cadenas productivas por medio del tratamiento del estiércol, lo cual da origen a nuevos productos. Por otro, los establecimientos agropecuarios podrían contar con ese biogás, ya que en muchas actividades ganaderas existen etapas de producción que requieren de combustibles fósiles para generar calor y controlar ciertos procesos industriales, con lo cual se podría reemplazar dichas fuentes energéticas por este agrocombustible (Bragachini, 2015).

El biogás puede ser empleado en el proceso productivo de los establecimientos agropecuarios. A diferencia de otras fuentes renovables de energía (tales como la energía eólica y solar), el biogás puede generar electricidad durante las 24 horas del día (Gruber et al, 2010). Además, el uso del biol incorpora un valor ecológico a los productos y permite aumentar los ingresos y la producción agropecuaria entre un 30 y un 50%, lo que repercute directamente en los ingresos obtenidos por las familias productoras (Martí Herrero, s.f).

La otra forma en que el biogás puede contribuir con el grado de desarrollo del sector es que permite expandir los servicios energéticos de las comunidades rurales y de esta manera promover el desarrollo rural. La biomasa tradicional, la leña, sigue siendo una fuente energética con alta participación en el consumo energético de la población rural (IAE, 2012). El uso de estas fuentes energéticas de baja calidad y el uso de artefactos ineficientes para la cocción y la calefacción implican altos niveles de contaminación y serios problemas de salud para la población. Los sistemas eficientes de bioenergía, en particular las estufas que funcionan con biogás,

implican múltiples beneficios, tales como la reducción de la presión sobre la forestación y la biodiversidad, disminución de las enfermedades relacionadas con la inhalación de humo, reducción del trabajo forzoso de recolectar leña, el ahorro de dinero que hubiese sido utilizado para comprar combustibles, entre otros (Smith et al, 2014).

Para comprender cómo se origina la producción de biogás, es necesario describir el proceso de digestión anaeróbica que se produce en los rumiantes. El metano producido se genera principalmente por los procesos fermentativos del alimento que ingresa al rumen del animal. Las bacterias anaerobias metanógenas son las que llevan adelante el proceso de producción de metano, las cuales emplean para su generación, entre otros gases, el hidrógeno y el dióxido de carbono. Los rumiantes, a través de sus excretas, liberan gases a la atmósfera –entre ellos gas carbónico y metano-, los cuales deterioran la capa de ozono y contribuyen calentamiento global. “La digestión anaerobia es el proceso biológico por el cual se descompone la materia orgánica para dar lugar a un gas combustible (biogás), mayoritariamente formado por metano (CH₄) en un 55- 70% y dióxido de carbono (CO₂)” (Flotats, 2010:23).

TABLA V: Componentes básicos del biogás (valores promedio)

□

COMPONENTES	PORCENTAJES
Metano (CH ₄)	50 – 75 %
Dióxido de carbono (CO ₂)	□ 25 – 50 %
Agua (H ₂ O)	2 – 7 %
Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	20 – 20.000 p.p.m.
Nitrógeno (N ₂)	□ < 2 %
Hidrógeno (H ₂)	□ < 1 %
□ Oxígeno (O ₂)	< 1 %
Valor calorífico: Aprox. 6,4 kWh/Nm ³ vs gas natural aprox. 10 kWh/Nm ³	

Fuente: PROSAP 2009.

El proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica, el cual se realiza en ausencia total de oxígeno o nitratos, produce un gas combustible que está compuesto de un elevado porcentaje de gas metano (Tabla V), el

cual es variable dependiendo del tipo de sustrato empleado para la fermentación. En este tipo de procesos se producen conjuntamente la transformación y depuración de la materia orgánica, la cual conlleva a la generación de este gas. Esto puede llevarse a cabo en instalaciones cerradas especialmente diseñadas para optimizar este proceso denominadas biodigestores. Esta técnica simple permite abastecer parcial o totalmente la demanda energética en las zonas rurales, contribuye a disminuir la deforestación que se origina a partir de la tala indiscriminada con el propósito de obtener leña y permite reciclar los desechos de las actividades agropecuarias. Teniendo en cuenta estudios realizados en la producción aviar,

“...los cambios en el manejo de las deyecciones en una granja, con tratamiento de éstas, se tradujeron en una mejora de la calidad del aire de las naves, una reducción de la mortalidad en un 57%, un incremento en el aumento diario de peso en un 11%, unas tasas de conversión incrementadas en un 5,4% y un aumento de las ventas de peso vivo en un 5,6%” (Flotats, 2010:25).

De acuerdo a Xavier Flotats (Flotats, 2010), el tratamiento de las excretas de origen animal, luego de un proceso de digestión anaerobia, contribuye a:

1-Reducir los malos olores. Esto es debido a la descomposición de compuestos orgánicos volátiles que se transforman en metano y dióxido de carbono durante la digestión anaeróbica controlada; caso contrario, serían emitidos a la atmósfera. Estos gases pueden emplearse para obtener gas y electricidad.

2-Reducir el contenido de huevos y larvas de insectos, semillas de malezas y microorganismos patógenos que suelen encontrarse en los excrementos.

3-Disminuir la viscosidad y tamaño de las partículas. Este efecto tiene una incidencia positiva en la infiltración de los digestatos (residuos obtenidos a partir de la digestión anaerobia) en el suelo, ya que reduce la pérdida por volatilización de nitrógeno amoniacal durante la aplicación agrícola. Esto hace que estas deyecciones digeridas sean aptas para la fertilización, sin

efectos nocivos posteriores (si es que se lo compara con el empleo de las deyecciones sin tratamiento previo). Cabe mencionar que esto es posible a raíz de que, en el proceso de digestión anaerobia, el nitrógeno gaseoso se transforma en amoníaco y, luego de ser disuelto en agua, queda a disposición de las plantas como nutriente. Los efluentes líquidos son más ricos en nitrógeno que en potasio, mientras que los más densos, como los obtenidos de paja y pasto fermentado, son relativamente más ricos en fósforo.

En base a María Estela Montes Carmona (Carmona, 2008) se expondrá una serie de variables clave al momento de considerar la prefactibilidad de instalar un biodigestor, las cuales tienen que ver con el proceso de digestión anaeróbica. A tales efectos cabe mencionar que las diversas poblaciones bacterianas poseen parámetros de evaluación que difieren entre sí, lo cual conduce a rendimientos energéticos muy distintos: si el rendimiento energético es débil, la producción de biomasa también lo es y por lo tanto su medición se complica. La biomasa es posible medirla a través de los SSV (sólidos suspendidos volátiles), que representan sólo del 20 al 50%. Para calcular la producción biomásica se debe tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$P = Y * R - bB$$

Siendo

$$P = B/\theta_c$$

$$R = \Delta s/\theta t$$

$$\frac{P}{B} = \frac{1}{\theta_c} = \frac{1}{\mu} - b$$

Donde:

P = Tasa de producción de fangos (g/l .día)

R = Tasa de utilización del sustrato (g/l .día)

B = Concentración de la biomasa (g/l)

θ_c = Edad del fango (días)

θ_t = Tiempo de retención del líquido (días)

t = Tiempo (días)

Y = Rendimiento de conversión del substrato en biomasa (g/g)

b = Coeficiente global de eliminación (1/t)

μ = Tasa de crecimiento máximo de biomasa (1/t)

Por otra parte, la evolución de los fangos viene dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{dS}{dt} = k_B * \frac{S}{K_s} - S$$

donde:

S = Concentración del substrato (g/l)

K_s = Constante de saturación (g/l)

K = Velocidad máxima de eliminación del substrato (g/g*día)

La tasa de crecimiento de la biomasa viene dada por:

$$\frac{1}{\theta_c} = \mu - b = Yk * S/K_s - b$$

Las ecuaciones anteriores son fundamentales para determinar la edad del fango, θ_c , lo que permitirá estimar el volumen del digester. Para ello es necesario conocer los valores de las constantes y la proporción de sólidos volátiles activos.

Desde el punto de vista microbiológico, puede decirse que la digestión anaeróbica es un proceso bioquímico complejo y se debe enteramente a la actividad de las bacterias anaeróbicas, las cuales pueden ser clasificadas en tres grupos: bacterias hidrolíticas, fermentativas y metanogénicas. Para que estas bacterias puedan actuar, es necesario mantener las condiciones óptimas que permitan la realización tanto de las reacciones químicas dentro

de la matriz líquida del reactor como las reacciones bioquímicas intracelulares que dan vida a los organismos involucrados en el proceso (op. cit.).

Dado que la digestión es un proceso tan lento, con frecuencia es necesario contar con una fuente calórica adicional para acelerar las reacciones bioquímicas implicadas. La mayoría de los digestores convencionales operan dentro de la gama mesofílica, es decir, entre 12° y 35° C, optimizándose el proceso entre los 29° y 33°C. Muchas de las poblaciones anaerobias mesofílicas son encontradas en la naturaleza, en los sedimentos inferiores de los lagos y zonas pantanosas o en los estómagos de animales herbívoros (Flotats, 2010). Si bien la temperatura es uno de los factores más importantes para la determinación del volumen de los digestores, otro de los aspectos a considerar al momento de evaluar el tamaño de un biodigestor es el tiempo necesario para la estabilización de los fangos, el cual está en función de la temperatura de digestión (Montes Carmona, 2008).

El poder calorífico del biogás dentro del biodigestor está determinado por la concentración de metano, pudiéndose aumentar eliminando todo o parte del CO₂ presente en el biogás. La producción total de biogás depende fundamentalmente de la actividad bacteriana, medida en la cantidad de sustrato eliminado durante el proceso. Dicho sustrato suele expresarse normalmente por la demanda química de oxígeno (DQO), y por los sólidos volátiles (SSV). En base al tipo de sustrato empleado variará la cantidad de biogás producido (op. cit.).

Teniendo en cuenta la heterogeneidad en la composición del sustrato, la cantidad de biogás que se puede producir será variable, como así también su composición química y valor energético (Tabla VI).

Tabla VI: Valores medios de composición del biogás en función del sustrato utilizado

Componentes del biogás en función del sustrato utilizado	Residuos agrícolas	Lodos de depuradora	Residuos industriales	Gas de vertedero
Metano	50-80%	50-80%	50-70%	46-65%
Dióxido de carbono	30-50%	20-50%	30-50%	34-55%
Agua	Saturado	Saturado	Saturado	Saturado
Hidrógeno	0-2%	0-5%	0-2%	0-1%
Sulfuro de hidrógeno	100-700 ppm	0-1%	0-8%	0,5-100 ppm
Amoniaco	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Monóxido de carbono	0-1%	0-1%	0-1%	Trazas
Nitrógeno	0-1%	0-3%	0-1%	0-20%
Oxígeno	0-1%	0-1%	0-1%	0-5%
Compuestos orgánicos	Trazas	Trazas	Trazas	5 ppm (terpenos, esteros)

Fuente: Montes Carmona 2008.

En cuanto a las características y modo de funcionamiento de los biodigestores, en términos generales puede decirse que los mismos constan de un contenedor cerrado, hermético e impermeable, denominado reactor, en el que se deposita el material orgánico a fermentar con un cierto porcentaje de agua (Cristiano, 2016). A través de la fermentación anaerobia se obtiene gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. De esta forma, se disminuye el potencial contaminante de los excrementos y se da paso a la generación de un tipo de energía limpia y renovable, como lo es el biogás.

El estiércol debe ser recolectado e introducido en los digestores con el menor contenido de carga inorgánica posible, como por ejemplo tierra u otro contaminante. En consecuencia, para el uso de los biodigestores son preferibles los sistemas intensivos de producción animal, tales como el *feedlot* con corrales de concreto (Bragachini et al, 2014). Los biodigestores pueden funcionar con un único sustrato o con la combinación de distintos sustratos. En este último caso el proceso se conoce como co-digestión. Por ejemplo, el proceso de digestión anaeróbica en base a silaje de maíz no es apropiado, dado que no se generan las condiciones ideales para la degradación por parte las bacterias. En cambio, si se agregan otros elementos que reduzcan el porcentaje de sólidos y aporten inóculo de

bacterias, como por ejemplo estiércol, mejora la capacidad de producción de biogás (Mathier et al, s.f.).

De acuerdo a estudios realizados por Marcos Bragachini (Bragachini, 2015), del INTA Manfredi de Córdoba, la cantidad de estiércol que producen diariamente 500 novillos en engorde a corral (*feedlots*), con un peso promedio de 350 Kg, es de aproximadamente 10 toneladas. Suponiendo que ese estiércol contiene un 20% de materia seca (MS) se obtienen 2.000 Kg/MS/día. Esto equivale, en términos de biofertilizante, a 174 kg de urea, 1.694 Kg de materia orgánica y 47 Kg de súper fosfato triple (SPT), representando sólo en Nitrógeno y Fósforo un ahorro de alrededor de U\$S 41.200 anuales para el productor. "A esto habría que sumarle el valor de 1,5 Mw/día de energía producido, debido a que la potencia instalada de la planta es de 65 KW/h. Teniendo en cuenta las tarifas para la generación de energía mediante biogás en Europa, las cuales se acomodan a la escala productiva (a menor potencia mayor tarifa) y llegan hasta 280 €/MW, se puede pensar un valor de referencia (real y alcanzable) de 180 U\$S/MW para el productor, lo que significaría un ingreso anual de U\$S 98.550" (Bragachini, 2015:03).

En la Tabla VII se presentan los potenciales residuos a ser tratados en un biodigestor. Cada uno de ellos tiene un poder calórico diferente, el cual se mide en metros cúbicos de gas obtenido por cada tonelada de residuo.

Tabla VII: Cantidad de biogás producido según residuo empleado

Tipo de residuo	Sólidos volátiles (%)	Producción de biogás (m ³ /tonelada)
Intestinos + contenidos	15-20	50-70
Residuos matadero de aves	20-26	100-125
Lodos de flotación	13-18	90-130
Tierras filtrantes de aceites, con bentonita	40-45	350-450
Aceites de pescado	80-85	350-600
Suero de leche	7-10	40-55
Suero concentrado	18-22	100-130
Hidrolizados de carne y huesos	10-15	70-100
Harinas de carne	70-75	300-350
Mermeladas	50	300
Aceite de soja/margarinas	90	800-1000
Residuos de bebidas alcohólicas	40	240
Lodos residuales	3-4	17-22
Lodos residuales concentrados	15-20	85-110
Purines de cerdo	2-5	8-18
Purines de bovino	7-10	20-30
Residuos de cocina, restaurantes	8-18	80-180
FORM* separación mecánica	36-60	100-170
FORM separación en origen	25-50	190-325

* FORM: fracción orgánica de residuos municipales

Fuente: Flotats 2010.

Cabe mencionar que un metro cúbico de biogás, totalmente combustionado obtenido en un biodigestor a partir de residuos orgánicos puede generar, en promedio:

1-5000 KCal, equivalente a

2-1,3- 1,6 kw/h de electricidad, equivalente a

3-6 horas de luz, equivalente a una lámpara de 60 watts.

Tipos de biodigestores

En relación a los distintos tipos de biodigestores, puede decirse que los mismos se diferencian unos de otros por su forma de operación, materiales construidos y su frecuencia de carga (Varnero Moreno, 2011). En lo que respecta a la frecuencia de carga, estos varían según la disponibilidad de

material para ingresar al biodigestor para su descomposición. Al respecto existen 3 tipos: de flujo discontinuo, semi-continuo y continuo (op. cit.). En relación a la operación, entre los más utilizados se encuentran el dosel flotante (indio) y el domo fijo (chino). Muchos tipos han fracasado por sus altos costos de instalación y mantenimiento, sumado a la gran dificultad que provoca conseguir sus partes y repuestos. Cada uno de los sistemas que se describen a continuación pueden implementarse con diferentes tecnologías, dependiendo del volumen de residuo a tratar.

Biodigestor discontinuo (ó sistema batch): en este tipo de biodigestor, la carga de material a descomponer se realiza en su totalidad al comienzo del proceso y la descarga del efluente al finalizar. A partir de allí se vuelve a cargar material. Se utiliza cuando la disponibilidad de materia orgánica es limitada o intermitente. Tiene un solo orificio para la carga y descarga del material. La duración de la fermentación varía entre 2 y 4 meses, dependiendo del clima, ya que las temperaturas afectan directamente al proceso de reacción dentro de los mismos. Consiste en un tanque hermético con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás. Demanda una mayor cantidad de mano de obra y requiere un lugar para almacenar la materia prima si esta se produce más o menos en forma continua.

Biodigestor semi-continuo: este tipo de biodigestores son los más comúnmente empleados en las zonas rurales, dado que se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Se cargan o alimentan en forma diaria o cada 12 horas, con una carga relativamente pequeña en comparación a la cantidad que ya se encuentra en el biodigestor (al mismo tiempo que se saca de la cámara de descarga un volumen igual de líquido a los efectos de mantener el volumen constante). La producción de biogás es generalmente permanente, debido al constante suministro de nutrientes para las bacterias metanogénicas, responsables de generar el gas. El único factor limitante sería la disponibilidad de agua, ya que la carga entrante debe ser en promedio de 1/4 a 1/3 del total de biomasa ingresada. Estos sistemas permiten retirar sustrato ya fermentado por el canal de salida y añadir nueva materia orgánica por el canal de entrada (sin destapar la boca

central), que al descomponerse generará nuevo gas. Estos digestores se adaptan bien para tratar material blando, como estiércol de origen pecuario e inclusive humano, materia celulósica, etc.

Biodigestor continuo: este tipo de biodigestor se utiliza generalmente para explotaciones agropecuarias que generan grandes cantidades diarias de residuos, como tambos, criaderos de porcinos, granjas de gallinas ponedoras en jaulas y *feedlots*. Es comúnmente empleado por pequeñas comunas que desean estabilizar y neutralizar los residuos orgánicos municipales antes de verterlos al medio ambiente. Requiere el manejo de mayor tecnología para el calentamiento del sustrato, control de la calidad del gas resultante, plantas enteras de desulfuración, grandes compresoras, cadenas de distribución, plantas de almacenamiento, antorcha de desfogue, etc. (así como un suministro muy constante de materia orgánica). Esta característica lo hace útil en el procesamiento y aprovechamiento de residuos y materiales que requieran un tratamiento prolongado (Montes Carmona, 2008).

El INTA afirma que en los últimos 50 años la producción mundial de carnes –bovina, porcina, aviar, caprina y ovina– aumentó un 421%, y se prevé que para el año 2050 esta tendencia continúe (INTA, 2014). Desechar los residuos sin un tratamiento previo provoca la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua y del suelo y la proliferación de plagas. “Agregarle valor a la biomasa residual para generar en principio biogás constituye una oportunidad económica, ambiental y socialmente viable por tratarse de un insumo disponible localmente” (op. cit.) Un informe publicado conjuntamente por OCDE y FAO en 2016 postula que las perspectivas que reviste el mercado mundial de carne proyectadas hacia 2025 son favorables. Se espera una estabilización del sector cárnico, ya que “operaba con costos de alimentación particularmente elevados y volátiles en la mayor parte de la década pasada” (OCDE-FAO, 2016). Asimismo, está previsto que la producción mundial de carne sea un 16% mayor en 2025, comparado con el período base de análisis 2013-2015. Es de esperar que el incremento en la producción sea liderado por los países en desarrollo, que

son los que actualmente emplean la harina proteica en las raciones de forrajes (OCDE-FAO, 2016).

En nuestro país existen numerosos ejemplos de carácter productivo vinculados a la producción de biogás, tanto de índole pública como privada. Generalmente los emprendimientos públicos están relacionados al aprovechamiento de los residuos orgánicos que se obtienen a partir de la recolección domiciliaria y a la depuración de lodos cloacales con el propósito de obtener biogás. En algunos casos, se han instalado biodigestores en escuelas rurales para la obtención de gas, entre otros ejemplos.

De acuerdo a la revisión bibliográfica empírica relevada hasta 2014, en los siguientes puntos se mencionan algunos de los emprendimientos productivos a nivel nacional que tienen como objetivo producir biogás, electricidad y biofertilizantes a partir del tratamiento de residuos orgánicos (Bragachini, 2014):

1- El establecimiento ganadero "La Micaela", situado en la provincia de Buenos Aires, en el partido de Carlos Tejedor, posee 500 cabezas de ganado vacuno bajo un sistema de producción de *feedlot*, las que generan diariamente 13,5 toneladas de materia húmeda o estiércol. A esta actividad productiva vinculada a la producción de carne le ha sumado la de generar biogás y electricidad a partir de los residuos líquidos y sólidos que genera el rodeo, el cual se encuentra confinado en cuatro corrales que poseen piso de cemento; los mismos están interconectados mediante canales que envían los desechos sólidos y líquidos a un depósito denominado biodigestor, el cual se encuentra impermeabilizado.

El biogás obtenido (aproximadamente 800 metros cúbicos diarios) es transformado en energía eléctrica por medio de un grupo electrógeno, el que posteriormente es comercializado a través de la Cooperativa Eléctrica de Carlos Tejedor, abasteciendo así a la red de dicha localidad. Por otra parte, el remanente que queda luego de realizarse el proceso de digestión anaeróbica, el biol o biofertilizante orgánico, es empleado como abono en los potreros implantados con maíz, el que será destinado a alimentación

animal. El rodeo produce 1,5 toneladas de materia seca por día (equivalente a 1,27 toneladas de materia orgánica, 60 kilos de nitrógeno y 30 kilos de fósforo). Está previsto que en un futuro esa electricidad sea inyectada al sistema eléctrico nacional.

2- La planta de generación de biogás Yanquetruz se encuentra localizada en la provincia de San Luis, en la localidad de Juan Llerena y pertenece a la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA). Obtiene biogás a partir de la utilización del purín de cerdo (proveniente de 1300 madres) y del empleo de residuos de maíz o sorgo (co-digestión). Esto le permite autoabastecerse de energía térmica, la que utiliza para calefaccionar las instalaciones de producción porcina y para mantener al biodigestor. Por otro lado, parte del biogás obtenido es transformado en energía eléctrica que es consumida en su sistema de riego y en su planta de alimento balanceado; el resto de la energía sobrante es vendido a la red nacional.

3- El proyecto de tratamiento de residuos orgánicos de Huinca Renancó, en la provincia de Córdoba, tiene como misión el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (pertenecientes a 11 municipios) y los residuos de frutas y verduras provenientes del mercado concentrador; también incorpora los desechos de la industria frigorífica de bovinos y el silaje de sorgo para obtener electricidad (la cual será enviada al sistema interconectado nacional) y biofertilizantes. Se trata de un proyecto conjunto en el que intervienen la Federación de Cooperativas Federadas Limitadas y la Cooperativa Eléctrica de Huinca Renancó, con el asesoramiento técnico del INTA. Cabe mencionar que la nueva legislación de ambiente de Córdoba sostiene que cada uno de sus respectivos departamentos debe hacerse cargo de la gestión de sus residuos en un único lugar estratégicamente ubicado.

4- El proyecto de generación de biogás de Bioeléctrica S.A. localizado en la provincia de Córdoba, en Río Cuarto, tiene como objetivo la generación de energía eléctrica en base a silaje de maíz y estiércol animal. Integran este proyecto 29 socios, quienes venderán la energía térmica obtenida a la

planta de producción de etanol Bio4 y la energía eléctrica al sistema nacional.

5- El proyecto de gasificación llevado a cabo por Manfrey Cooperativa de Tamberos de Comercialización e Industrialización Ltda., localizado en Freyre, provincia de Córdoba, tiene como finalidad producir energía térmica para utilizarlo en su proceso productivo a partir de sorgo biomásico y chips de madera de aserradero.

6- La Aceitera General Deheza, localizada en Córdoba, sustituye el gas natural empleando biomasa para generar vapor y electricidad a partir de los residuos que la misma empresa genera en su proceso industrial, tales como cáscaras de maní y girasol.

7- La empresa Ledesma (líder en producción de azúcar, papel y etanol, entre otros productos) emplea la malhoja de la caña de azúcar y chips de madera como combustible para poner en funcionamiento sus calderas. De esta forma reduce sus costos energéticos y se asegura del aprovisionamiento continuo de gas en su proceso productivo, evitando realizar la quema de los restos de caña de azúcar a cielo abierto.

8- Finalmente, cabe mencionar que en las provincias de Entre Ríos y Misiones existen varios proyectos identificados que producen biogás a partir de los residuos forestoindustriales, con un potencial de generación que oscila entre los 7,5 y 25MW. En tanto, en la provincia de Mendoza, existen proyectos de similares características que emplean como materia prima los residuos provenientes de los aserraderos y de las industrias vitivinícolas y aceitera.

CONCLUSIÓN

El sector agropecuario argentino ocupa un rol fundamental en la economía del país, más aún considerando las distintas cadenas de valor agroindustriales que a partir de él se generan. Frente a este panorama resulta indispensable establecer medidas con miras a diseñar un marco que

contemple un desarrollo sustentable, dado que este sector tiene un desempeño clave en el sostenimiento y protección del medio ambiente.

Las nuevas modalidades de producción -tal como es el caso de la ganadería con los *feedlots*-, han conllevado a la necesidad de implementar tratamientos alternativos para mitigar los impactos negativos, dando origen a nuevos emprendimientos económicos que utilizan como insumo en su proceso productivo a los residuos para generar un nuevo producto: biogás. Este es un gas que se obtiene a partir del proceso de digestión anaeróbica de los residuos orgánicos, la cual tiene lugar en los biodigestores.

El biogás puede ser comercializado o bien transformado en energía eléctrica y ser a su vez inyectado a la red interconectada nacional. Por otra parte, el sustrato digerido o biofertilizante proveniente del mencionado proceso puede ser empleado como abono orgánico sobre el suelo, ya que es rico en macronutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. El tratamiento adecuado de los residuos contribuye a reducir o hasta en algunos casos eliminar las externalidades negativas que se originan en la producción, protegiendo de esta forma al medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

AEMA (2015). Agencia Europea de Medio Ambiente. El medio ambiente en Europa: Estado y perspectivas 2015 – Informe de síntesis. Copenhague.

Boletín Oficial del Estado Español (2009). Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf>. Recuperado el 10 de noviembre de 2016.

CEPAL (2013). Acceso a la información, participación y justicia en temas ambientales en América Latina y el Caribe. Situación actual, perspectivas y ejemplos de buenas prácticas.

Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCPP). Disponible en www.bcp.org.ar.

Bondolich, C. V. (2012). Un marco regulatorio integral como el principal desafío para el fomento y desarrollo de la industria de las energías renovables. En: Congreso de Valor Agregado en Origen.

Bragachini, M., Mathier, D., Sosa, N. y Bragachini, M. et al (2014). Las oportunidades de Argentina para generar bioenergía en origen. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/energias-renovables-las-oportunidades-de-argentina-para-generar-bioenergia-en-origen>. Recuperado el 15 de febrero de 2015.

Bragachini, M. et al (2015). Oportunidades de la bioenergía en el sector agropecuario: efluentes y cultivos energéticos. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/oportunidades-de-la-bioenergia-en-el-sector-agropecuario-efluentes-y-cultivos-energeticos>. Recuperado el 20 noviembre de 2015.

Cabrera, S. et al (2006). Biocombustibles a partir de residuos lignocelulósicos. Estudio económico del caso: bagazo de caña en México. Disponible en http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA_XIII/CARTEL/CXIII-2.pdf. Recuperado el 9 de septiembre de 2015.

Cano, F. y Mairosser, A. (2013). Producción de biogás con el residuo de la cebolla. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-biogas-con-el-residuo-de-la-cebolla>. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015.

Cittadini, M. (2011). Planta de biodiesel para el mercado interno. Tesis de maestría. UCEMA. Argentina.

Cristiano, G. (2006). El proceso de sojización en el sudoeste bonaerense: análisis de una década. En: Cuestiones políticas, socioculturales y

económicas del Sudoeste bonaerense: Actas de las IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense.

Cristiano, G. (2016). Tratamiento de los residuos orgánicos agropecuarios y generación de biogás en Argentina. En: Los Desafíos de la política energética argentina. Compiladoras: Guzowski, C., Ibañez Martín, M. y Rojas, M. Ed. Dunken, Buenos Aires.

Chidiak, M. y Stanley, L., (2009). Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en Argentina. CEPAL, Santiago de Chile.

Di Paola, M. (2013). La producción de biocombustibles en Argentina. Disponible en <https://www.google.com.ar/#q=la+produccion+de+biocombustibles+en+argentina>. Recuperado el 20 de agosto de 2016.

Elías Castells, X. (2012). Tratamiento y valorización energética de residuos. Ediciones Díaz de Santos, SA. Madrid.

FAO (2003). Metodología aplicada en el análisis de recursos biomásicos y de residuos para uso combustible. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i1708s/i1708s07.pdf>. Recuperado el 02 de febrero de 2017.

FAO (2006). Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>. Recuperado el 6 de agosto de 2016.

Flexor, G., Kato, M., Recalde, M. (2012). "Mercado de Biodiesel y las políticas públicas: Los casos de Argentina y Brasil en forma comparada", en *Revista de la CEPAL 108*.

Flotats, X. (2010). Biogás y gestión de deyecciones ganaderas. En *SUIS/IVIS*, (72), 22-29.

Grassi, L. (2012). Relevamiento de proyectos bioenergéticos en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, y Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaría de Energía. 30 de noviembre de 2012, Buenos Aires, Argentina.

Gruber, S., Hilbert, J. y Sheimberg, S. (2010). Estudio de caso preliminar de generación eléctrica de 1 MW con una planta de biogás de alta eficiencia. Edic. INTA.

Guzowski, C. y Recalde, M. (2009). Sistemas eléctricos y energías renovables en América Latina: los casos de Argentina y Chile. En Segundo Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN.

Herrera, L. et al (2013). Biocombustibles en Argentina. Impactos de la producción de soja sobre los humedales y el agua. Disponible en <http://observatoriosoja.org/wp-content/uploads/2015/01/Biocombustibles-en-Argentina.pdf>. Recuperado el 8 de diciembre de 2015.

Hilbert, A. et al (2011). Programa Nacional del INTA PNB 2011. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/programa-nacional-de-bioenergia-del-inta-pnb>. Recuperado el 17 de febrero de 2016.

IAE (2012). World Energy Outlook. Paris. France.

INTA (2011). Evolución del sistema productivo agropecuario argentino. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evolucion_sistema_prod_agrop_argentino.pdf. Recuperado el 10 de marzo de 2016.

INTA (2014). El tratamiento de los residuos, clave en la gestión ambiental. Disponible en <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=24508>, recuperado el 14 de febrero de 2016.

INTA (2015). Bioenergía: innovar a partir de los residuos. Disponible en <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=28974>, recuperado el 26 de febrero de 2016.

INTI (2008). Matriz de oferta y demanda de bioenergía. Situación actual y desarrollo potencial en Argentina. Taller de Bioenergía, CA de BsAs. Disponible en <http://www.inti.gob.ar/renova/erTO/pdf/TallerBioenergia.pdf>. Recuperado el 02 de febrero de 2017.

Ley General del Ambiente 25.675/2002. Disponible en <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>. Recuperado el 5 de marzo de 2015.

Ley N° 14867: Regulación de feedlots. Disponible en <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-14867.html>. Recuperado el 15 de diciembre de 2016.

Ley N° 26093: Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones. Disponible en <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>. Recuperado el 5 de marzo de 2015.

Ley N° 26190: Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Objeto. Alcance. Ambito de aplicación. Autoridad de aplicación. Políticas. Régimen de inversiones. Beneficiarios. Beneficios. Sanciones. Fondo Fiduciario de Energías Renovables. Disponible en

<http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/120000-124999/123565/norma.htm>. Recuperado el 5 de marzo de 2015.

Ley N° 27191: Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación. Disponible en <http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>. Recuperado el 5 de marzo de 2015.

Lorenzo, C. (2014). Bosques y Energía en la Organización de las Naciones Unidas. Sus proyecciones para Argentina, en *Brazilian Journal of International Relations*, 3(1), 70-94.

Martí Herrero J. (s.f.). Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos. IDEASS. América Latina. Innovación para el Desarrollo y Cooperación Sur-Sur.

Montes Carmona, M. E. (2008). Estudio técnico-económico de la digestión anaerobia conjunta de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y lodos de depuradora para la obtención de biogás. Tesis de doctorado. Universidad Veracruzana. México.

OCDE-FAO (2016). Perspectivas agrícolas 2016-2025. Enfoque especial: Africa subsahariana. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5778s.pdf>.

OECD (2001). Environmental Indicators 2001. Towards sustainable development. Disponible en www.oecd.org/site/worldforum/33703867.pdf

Pacífico, C., Gil, F. y Santangelo F. (2011). La recomposición de la ganadería argentina. Una visión por regiones. Disponible en http://publitec.com.ar/system/noticias.php?id_prod=167. Recuperado el 25 de septiembre de 2015.

Recalde, M. (2012). Una visión integrada del desarrollo del biodiesel en Argentina. En *Estudios, Sociedade e Agricultura*, (20), 188-216.

Recalde, M., Bouille, D. H. y Girardin, L. O. (2015). Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. *Problemas del Desarrollo*, 46(183), 89-115.

Saunois, M., Jackson, R.B., Bousquet, P., Poulter, B. y Canadell, J.G. (2016). The growing role of methane in anthropogenic climate change. *Environmental research letters*.

Sistema Integrado de Información Agrícola. Disponible en <http://www.siiia.gov.ar>.

Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E.A. Elsidig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N.H. Ravindranath, C.W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, and F. Tubiello, (2014). Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). En: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Solé, F. y Flotats, X. (2004). Guía de técnicas de gestión ambiental de residuos agrarios. Lérida. Ed. Fundació Catalana de Cooperació.

Tobares, L. (2013). La importancia y el futuro del biogás en la Argentina. En *Petrotecnia*, 68 -74.

UNCPBA. Universidad Nacional del Centro de La Provincia de Buenos Aires (2008). Evaluación, diagnóstico y propuestas de acción para la mejora de las problemáticas ambientales y mitigación de gases de efecto invernadero

vinculados a la producción porcina, avícola y bovina (*feedlots* y *tambos*). Estudio de Performance Ambiental desarrollado para el Fondo Argentino del Carbono. Contrato UNCPBA-Banco Mundial N° 7145486.

Varnero Moreno, M. T. (2011). Manual de biogás. Santiago de Chile. FAO.

PARTE IV: LA REGION DE CORFO-RIO COLORADO

IV.I- CARACTERIZACION DE LA ZONA

En esta parte se estudiará, siguiendo los lineamientos del enfoque del DTR, a una región productiva de carácter agropecuario y agroindustrial, que se encuentra muy próxima a la ciudad de Bahía Blanca y a la cual es posible definirla como una unidad territorial, con características propias que la distinguen. La misma tiene connotaciones particulares, ya que sus posibilidades de desarrollo giran en torno a un recurso natural: las aguas del Río Colorado, las cuales permitieron el cultivo de diversas hortícolas, convirtiendo así a esta región en la productora cebollera más importante a nivel nacional.

Sin embargo, cabe mencionar que, de acuerdo a las fuentes primarias consultadas, esta zona, a partir de 2009, comienza a transformar el mapa productivo que la caracteriza, y es en este sentido que cobra importancia la producción de carne en términos intensivos. Esto conlleva a repensar la problemática ambiental que trae aparejada esta actividad por la gran acumulación de estiércol que genera, con el agravante de constituirse en una potencial fuente contaminante de los cursos de agua empleados fundamentalmente para el riego. Es por ello que en esta parte se abordará el tema y se propondrá como una alternativa válida para las empresas agropecuarias el tratamiento de estos residuos, con posibilidades de generar subproductos con valor comercial.

La región del Valle Bonaerense del Río Colorado –denominada también región de CORFO Río Colorado (Corporación de Fomento del Río Colorado, CORFO RC)- está situada a 100 kilómetros de la ciudad de Bahía Blanca. Comprende los municipios de Villarino y Carmen de Patagones. Está conformada por cinco localidades (Juan Antonio Pradere y Villalonga, pertenecientes a Patagones, y Mayor Buratovich, Hilario Ascasubi y Pedro Luro, ubicadas en Villarino). Posee una población total cercana a los 35.000 habitantes. Marcelo Sili y Lorena Espasa (Sili y Espasa, 2015) incluyen a estas localidades que se encuentran en la zona de riego en la denominada

Microerregión D. "Pedro Luro cumple en la microrregión un rol de organización económica y territorial de importancia" (op. cit.: 181).

Siguiendo el análisis regional que Gorenstein hace sobre esta zona (Gorenstein et al, 2005), puede decirse que existen cuatro rasgos distintivos que permiten el análisis de la región de CORFO como una unidad territorial.

El primero de ellos tiene que ver con el hecho de pertenecer a una cuenca productiva de carácter agroalimentario, la cual se desarrolló en torno a un recurso natural específico e indispensable, como lo es el agua del Río Colorado; el segundo rasgo tiene que ver con el hecho de pertenecer a la región geográfica pampeana occidental, lindante hacia el sur con la región transicional. El tercer rasgo está relacionado al espacio que queda determinado a ambas márgenes del Río Colorado, en el que se pone de manifiesto el fenómeno en que se ven actuando conjuntamente varios factores de índole geográfica y socio-productiva. Por último, cabe mencionar que, como cuarto rasgo distintivo, la zona de CORFO contiene a dos municipios que poseen características similares en términos políticos e institucionales.

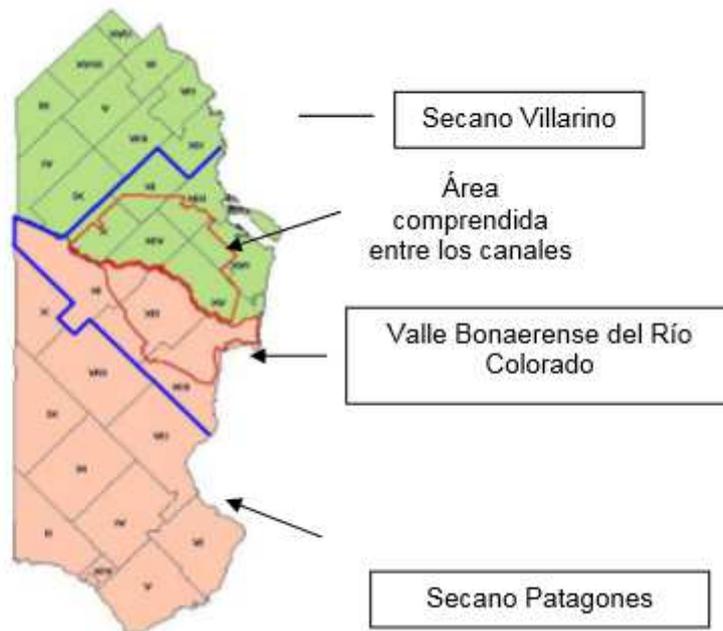
En términos generales, la región del Río Colorado, en la que se encuentra incluída la Microrregión D, evidencia "un grado de ocupación espacial muy bajo y un funcionamiento desarticulado con escasa integración entre las localidades que forman parte de ella, y que se caracteriza también por las grandes distancias entre centros urbanos" (Sili y Espasa, 2015: 179), observándose, asimismo, "sistemas productivos con grandes diferencias en su dinamismo y desarrollo" (op. cit.: 179).

El Valle Bonaerense del Río Colorado tiene un clima semiárido templado, con una temperatura media anual de 15°C. El promedio de lluvias es de 400 mm anuales. Estas no son uniformes durante el año, ya que se concentran principalmente entre los meses de abril y junio, por un lado, y septiembre y diciembre, por el otro. Ello conduce a un importante déficit hídrico que oscila entre los 300 y 500 mm anuales; de allí la importancia que reviste

contar con un adecuado sistema de riego, ya que algunas producciones dependen en su totalidad del mismo (Iurman, 2009). El valle presenta suelos muy variados con predominio de los suelos arenosos, que permiten el desarrollo de una amplia gama de cultivos (trigo, maíz, girasol y sorgo, alfalfa, trébol, cebolla, ajo, papa), requiriendo un buen sistema de drenaje para evitar los problemas de salinidad. El Río Colorado nace en la confluencia de los ríos cordilleranos Grande y Barranca; luego de recorrer 922 kilómetros y de atravesar cinco provincias, desemboca en las aguas del Océano Atlántico, siendo su caudal medio de 138,8 metros cúbicos por segundo.

La zona bajo riego comprende las áreas de los partidos de Villarino y Patagones, que se ubican sobre la margen izquierda y derecha, respectivamente, del Río Colorado (Figura I). Sin embargo, en la zona coexisten tanto campos mixtos de secano como campos bajo riego. "El principal sistema de riego que se utiliza es por gravedad. En hortícolas, maíz y girasol se riega por surco y en pasturas, trigo y sorgo se riega por manto" (Cantamutto y Ancía, 2010). En base a lo mencionado anteriormente, la actividad ganadera tiene amplias posibilidades de incrementar la productividad media por hectárea a través de un manejo intensivo bajo pasturas regadas y, a su vez, aumentar la carga animal en términos de EV (Equivalente Vaca).

Figura I: Valle Bonaerense del Río Colorado- Zona de CORFO



Fuente: Iurman 2010.

El agua de la zona de CORFO es un bien público de la provincia de Buenos Aires. Se le otorga al productor en calidad de concesión, y es la provincia la que tiene la autoridad para determinar su uso. De acuerdo a la información suministrada a través de entrevistas realizadas a informantes clave, durante la década del '60 se asignaron las concesiones de agua, otorgándose a todo aquel que la solicitara, dado que la oferta era mayor que la demanda. Esta situación se revirtió a partir del año 2002, fecha a partir de la cual la demanda del recurso hídrico comenzó a superar a la oferta. Así, se terminó concesionando la totalidad del agua derivada hacia la región.

Es importante señalar que la cantidad de agua necesariamente requerida para llevar a cabo la producción de los diversos cultivos difiere entre sí. De hecho, existen indicadores que permiten conocer cuál es el volumen óptimo de agua necesario para llevar adelante los diferentes cultivos de la zona. Sin embargo, este hecho no fue oportunamente tenido en cuenta para el otorgamiento de las concesiones (es decir, cada uno de los productores

tiene otorgada la concesión en base al pedido solicitado en su momento, independientemente del uso que haga con ese agua).

La región de CORFO Río Colorado conforma el sistema de mayor dimensión y desarrollo productivo dentro de la cuenca. Posee cuatro tomas controladas que derivan agua por gravedad hacia los diferentes establecimientos. Las tomas I, II y III alimentan sus respectivos canales matrices. Asimismo, existe una cuarta toma que es de menor dimensión y trabaja en forma complementaria. En condiciones normales el sistema capta hasta 1.900 Hm³ de agua por año, que corresponde al nivel máximo permitido en función del cupo asignado a la jurisdicción. Sólo mejorando la eficiencia de distribución y aplicación del agua podrá seguir creciendo. La cuenca se opera y mantiene a través de un equipo de gerenciamiento de carácter provincial que trabaja con los productores, todos ellos nucleados bajo la modalidad de consorcio.

El sistema de riego predominante es por gravedad, regándose aproximadamente unas 140.000 has. (74.200 has. corresponden a pasturas, 49.000 has. a cereales y 16.800 has. a hortalizas); sólo el 0,5% del área posee riego presurizado. Las hectáreas efectivamente regadas superan ligeramente en número a las efectivamente empadronadas. En términos generales, la producción agrícola de la zona se concentra en tres rubros principales: cereales, hortalizas y pasturas, todas ellas contando con sólidos canales de comercialización (Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública, 2013).

IV.I.I- EL ROL DE LA CORPORACION DE FOMENTO DEL RIO COLORADO (CORFO RC): ANTECEDENTES

La Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO Río Colorado) es un organismo autárquico con capacidad de derecho público y privado creado por la Ley Provincial 6245 el 3 de Febrero de 1960. En este marco institucional se establece que dicho organismo tiene jurisdicción sobre 530.419 has, correspondiéndole al partido de Patagones 211.031 has y al partido de Villarino 319.388 has (Gorenstein, 2005). Sobre este total,

137.565 has están empadronadas con concesión de riego, (50.570 has en el partido de Patagones y 86.995 has en el partido de Villarino), regándose en la actualidad el total de las hectáreas con concesión.

La historia de la zona de CORFO se inició con la llegada del ferrocarril a Carmen de Patagones en 1921, hecho que posibilitó el afincamiento de los primeros inmigrantes provenientes de Europa, quienes se instalaron en los establecimientos existentes o se radicaron en las cercanías de las estaciones ferroviarias, dando origen a las primeras localidades aledañas de la zona: Mayor Buratovich y Villalonga; recién años más tarde surgen las demás. Al mismo tiempo comenzó la apertura de los primeros canales de riego a cargo de particulares y colonos, conformándose posteriormente grupos de usuarios del agua con sus propios acuerdos, cuyos códigos y reglas no formales eran asumidos colectivamente (Testani y Guerreiro, 2015).

Hacia 1941 dio inicio un sostenido crecimiento de la actividad frutihortícola paralela a la extensión de la red de riego que, al no tener un plan previo y no contar con desagües adecuados, provocó la paulatina salinización de los suelos. La Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires, como organismo supremo en materia de acuíferos, tomó a su cargo la administración del riego y se encargó de su continuación. Recién en 1960 se creó CORFO Río Colorado, un organismo cuya función fue administrar y atender todo lo inherente a la administración de la cuenca acuífera del Río Colorado, así como fomentar el desarrollo de la zona bajo riego; este hecho impulsó el ordenamiento del sistema de riego y la planificación del desarrollo regional, marcando el comienzo de una dinámica institucional que consolidó los rasgos de funcionamiento territorial de una nueva región productiva (Pla, 2015).

El primero de los planes que se implementó desde CORFO se concentró en resolver el crítico problema de la salinización de los suelos de la región y la infraestructura de riego y drenaje (Pla, 2015). Una vez rehabilitada la infraestructura regional, se inició un importante programa de desarrollo agroindustrial con miras a la modernización y diversificación de la

producción regional. En esta etapa se contó con la asistencia técnica de organismos internacionales, tales como el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), el gobierno de Francia, de Israel y de Japón, entre otros consultores privados internacionales (Pla, 2015). Posteriormente se implementó un sistema de participación e integración del productor con el mercado denominado "Empresa Núcleo", en el cual se destacó uno de los procesos más exitosos: las empresas de empaque de cebolla para la exportación.

El 26 de octubre de 1976, los cinco gobernadores de las provincias que conforman la cuenca del Río Colorado (Mendoza, Río Negro, La Pampa, Buenos Aires y Neuquén) firmaron un acuerdo para la habilitación de áreas de riego y la distribución de caudales, además de definir las prioridades de los usos del agua. Para garantizar el cumplimiento de lo pactado, crearon el Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO), que además tiene la responsabilidad de trabajar en la adecuación del acuerdo, en función del conocimiento que se genere en la cuenca y su comportamiento hidrológico (Perl, 2015).

Al respecto cabe señalar que mediante dicho tratado se asignó un cupo de agua a cada provincia, otorgándosele a la zona de CORFO aproximadamente 1.900 Hm^3 . De acuerdo a informantes clave, si bien éste es un cupo importante, al momento de distribuir esa dotación entre la cantidad de regantes, la misma no resulta ser muy significativa, representando un $0,43 \text{ l/seg/ha}$, cuando el valor promedio asignado a zonas de riego es de 1 l/seg/ha . Esto se debe en parte a la infraestructura del sistema de riego que no resulta ser eficiente. La mayoría de los canales son de tierra, originándose una pérdida importante por infiltración (esta pérdida es mayor o menor dependiendo de la textura del suelo), el principal sistema de riego es gravitacional, lo que origina importantes pérdidas.

Esta situación se agrava en época de crisis hídrica, como la que viene produciéndose desde 2010. Así, se observa una disminución en la cantidad de Hm^3/seg , cuyos valores se ubican entre 1200 y $1400 \text{ Hm}^3/\text{seg}$. La disminución en el caudal evidenciada ya hace unos años hace necesario

repensar en revertir esta situación. Esto conlleva a: a) considerar inversiones en revestimientos e impermeabilización de canales (actualmente se estima que se pierde un 30% por infiltración, dado que es una zona con poca gravedad). A su vez, dado que el sistema de riego implementado en la zona es por gravedad, arroja una eficiencia del orden del 50%; b) brindar capacitación a los productores para hacer más eficiente el manejo del agua de riego y c) considerar la posibilidad de resistematizar los campos por medio de líneas de créditos accesibles y propicias para los productores. Es decir, este aspecto negativo podría revertirse con obras de revestimiento de canales y programas de capacitación para eficientizar el uso del agua de riego por parte de los productores.

Luego, en 1978, se creó el Centro de Capacitación, ubicado en la localidad de Hilario Ascasubi. Hacia la década del '80 el objetivo principal de CORFO fue el de sostener el equilibrio de los suelos promoviendo la implantación de pasturas, lo cual dio paso a la actividad ganadera, llegando a ocupar el 60% de las tierras productivas (Pla, 2015). Este hecho propició la creación del Campo Piloto Ganadero en 1989, con el objetivo de convalidar estudios de productividad dentro de la actividad ganadera y comprobar que era posible incrementar el rinde por hectárea (en términos de Kg/ha) a través de un manejo intensivo bajo pasturas regadas. Posteriormente se incorporaron a este campo piloto otras producciones, dando dinamismo a la generación y transferencia de tecnología y validando lo que se generaba en los organismos de investigación.

En la actualidad, CORFO RC es un organismo descentralizado que se encuentra dentro del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia Buenos Aires. Constituye un ejemplo que resalta la importancia de diseñar y planificar una gestión comunitaria de recursos hídricos, acompañada de una política pública integrada que ha contemplado los tres niveles de gobierno (municipal, provincial y nacional), la cual ha sido flexible y adaptable a los contextos culturales locales, ambientales y organizativos. Este hecho se vio acompañado y potenciado de dos ventajas comparativas clave: a) la disminución de los costos operativos del sistema hídrico y b) una mayor

eficiencia desde el punto de vista de la canalización de la gestión sostenible del sistema hídrico local dentro de una gestión pública participativa.

Las líneas de trabajo a seguir tienen que ver principalmente con:

- a) la mejora de la infraestructura de riego principal, como así también la de los campos de los productores.
- b) el fomento del desarrollo de implantación de pasturas perennes y de alternativas productivas.
- c) la creación de un ámbito propicio para la radicación de agroindustrias transformadoras.

Al respecto, cabe hacer mención a la Ley 13647 "Plan de Desarrollo del Sudoeste Bonaerense", promulgada el 21 de Marzo de 2007. Constituye el marco institucional propicio para llevar adelante políticas públicas dentro de 12 partidos de la provincia de Buenos Aires (Guaminí, Adolfo Alsina, Coronel Suárez, Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Saavedra, Tornquist, Puan, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Villarino y Patagones). Tanto el gobierno nacional como el provincial han mostrado su predisposición para realizar obras de infraestructura hídrica en forma conjunta destinadas al consumo de agua potable y a riego, dado que en esta región una de las preocupaciones más importante está referida al aprovechamiento de las aguas que provienen de dos cuencas: la del Río Negro y la del Río Colorado. Por tal razón cobra importancia diseñar obras de carácter regional que integren todas las alternativas locales factibles para lograr un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, el cual se constituye en un vector clave de desarrollo. El Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos Aires, a través de CORFO, es el organismo responsable de regular el agua destinada al riego de cultivos intensivos, protegiendo el cupo de agua que tiene asignado del Río Colorado. Las aguas del Río Colorado son derivadas al área de riego de CORFO por un sistema de tres tomas ubicadas agua arriba a ambos márgenes del río, y una aguas abajo. Dichas tomas abastecen cinco canales de riego principales, las cuales brindan agua a 1.238 productores regantes.

IV.I.II- DESCRIPCIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS EN LA REGION SEGÚN ESTRATOS. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS RELEVANTES

En la región de CORFO RC se localiza una gran cantidad de productores que, en general, presentan una pequeña y mediana escala, siendo el estrato que abarca el rango 10-100 ha el que incluye el mayor número de establecimientos. La mayoría de ellos basan su actividad en el cultivo de la cebolla (cuyo principal destino es la exportación), de la cual obtienen la mayor parte de sus ingresos (Iurman, 2010). A partir de esta base se incluye una amplia diversidad de otras producciones que enriquecen el sistema productivo, desarrollándose cultivos de carácter intensivo y extensivo, tales como girasol, semillas de alfalfa y zapallo, entre otros (op. cit.).

Dentro del sector agrícola, el subsector hortícola es determinante en la conformación del Producto Bruto Agrícola de la región. En la campaña 2015/2016 su aporte fue de 70,3% sobre el total, dentro del cual la producción de cebolla representó el 89,3%. En orden de importancia le siguió el subsector cerealero (19,1%), dentro del cual el maíz tuvo la mayor representatividad (52,2%). El otro subsector, el productor de semillas, aportó el 10,3%, destacándose la producción de semillas de alfalfa con una participación de 63,8%.

En tanto, el Producto Bruto Agropecuario de la región, en relación a la campaña anterior, evidenció un incremento de 7,9%, "motivado básicamente por aumentos de los subsectores "Cereales" (217,8%) y "Vacunos" (72,3%) y la disminución del subsector "Hortícolas" (-32,4%)" (Banco de datos socioeconómicos de CORFO Río Colorado, 2016).

En la Tabla VIII puede observarse que casi el 70% de los productores agropecuarios (69,74%) tiene menos de 200 ha. Esto muestra el predominio de sistemas de producción pequeños y medianos. El 22,49% de los establecimientos posee entre 200 y 999 ha. Ese porcentaje decrece a medida que se incrementa el número de hectáreas: los productores que

poseen entre 1000 y 5000 ha representan sólo el 6,81%, en tanto que aquellos que poseen más de 5000 ha tienen una representatividad inferior a 1% (0,95%).

TABLA VIII: Estratificación parcelaria de la zona de CORFO

Estratos	Sup. total	%	Superficie con concesión de riego	%	Nº de productores	%
hasta 39	7429	1,44	5648	4,12	411	30,11
40-89	13562	2,63	8365	6,10	253	18,53
90-119	14116	2,74	7022	5,12	144	10,55
120-159	11571	2,25	5359	3,91	84	6,15
160-199	10947	2,13	5211	3,80	60	4,40
200-499	63795	12,39	25519	18,62	207	15,16
500-999	69834	13,56	22575	16,47	100	7,33
1000-1999	94845	18,42	29913	21,83	68	4,98
2000-4999	72724	14,12	14052	10,25	25	1,83
+ de 5000	156088	30,31	13368	9,76	13	0,95
	100%	100%	137032	100%	1365	100%

Fuente: En base a Banco de datos socioeconómicos de CORFO Río Colorado 2013.

A continuación se expone una caracterización de los sistemas productivos de la zona, elaborada a partir de las realizadas por Gorenstein (Gorenstein, 2005) y Daniel Iurman (Iurman, 2010):

a-Sistema Hortícola Intensivo: en éste se encuentran los establecimientos que poseen hasta 70 ha. Se dedican principalmente a la producción de cebolla, a la que le siguen el cultivo de zapallo, tomate, pimiento y ajo. Este sistema depende exclusivamente del agua de riego para su producción, siendo su nivel de capitalización muy bajo. Es el de mayor peso relativo dentro de la región y constituye una actividad impulsora del desarrollo para los municipios de Patagones y Villarino, la que involucra a diversos actores sociales. Entre ellos cabe mencionar al grupo de productores, a la mano de obra tanto de la región como extra-región, a las entidades de apoyo a la producción, financieras y del sector científico-tecnológico.

b-Sistema Hortícola-Ganadero I: aquí se encuentran los establecimientos que poseen entre 70 y 200 ha. La actividad principal es el cultivo de cebolla

y entre las actividades secundarias se encuentran la ganadería (básicamente cría de terneros), la producción de semillas, de cereales y miel. El nivel de capitalización no es demasiado elevado.

c-Sistema Hortícola-Ganadero II: en él se encuentran las explotaciones agropecuarias que poseen entre 200 y 500 ha. A diferencia del anterior, si bien el cultivo de cebolla sigue siendo la actividad principal, la ganadería posee en este caso mayor importancia y magnitud. En este caso, el nivel de capitalización oscila entre mediano y alto, pudiéndose observar en este tipo de unidades económicas el cultivo de pasturas con alto nivel tecnológico para el engorde intensivo de bovinos. La producción ganadera de este sistema va desde la realización de ciclos completos (cría-recría e invernada) hasta sólo actividades de recría e invernada.

d-Sistema Ganadero-Hortícola III: este sistema representa a las explotaciones con más de 500 ha. La actividad principal es la ganadería, realizándose la cría, recría y engorde de la propia producción. La actividad secundaria más importante es el cultivo de cebolla, que por lo general se realiza mediante contratos de aparcería o arrendamientos. Otras actividades son la producción de semillas forrajeras, la producción de cereales y la realización de otros cultivos hortícolas como zapallo y pimiento.

e-Sistema Ganadero: cuenta con establecimientos que abarcan desde las 500 hasta las 1.000 ha, donde un 80% de la superficie es destinada a la ganadería de ciclo completo y el resto a la agricultura (se producen cereales y forrajeras para semilla). La ganadería se realiza sobre pastizales naturales, verdeos y pasturas en base a agropiro, algunas de las cuales se riegan pero no se manejan en forma intensiva. Los establecimientos que superan las 1000 ha se encuentran dentro del sistema ganadero-agrícola, en el que predomina el cultivo de cereales y oleaginosas (trigo, maíz y girasol).

f-Sistema Agrícola-Ganadero: este sistema se destaca por poseer establecimientos con más de 5000 ha, y en la mayoría de ellos se destaca la

producción agrícola (trigo y otros cereales). La producción ganadera reviste un carácter secundario.

Cabe mencionar que en la región bajo estudio las actividades productivas que contribuyen en mayor proporción a la conformación del Producto Bruto regional son:

1- Producción de cebolla

El área cultivada con cebolla dentro de la subregión bajo riego ha aumentado durante la última década, y es el principal cultivo de la zona; en la campaña 2015/2016 participó con el 89.3% dentro del Producto Bruto Agrícola de la región (Lucanera et al, 2016). Esto evidencia una alta dependencia del producto, cuya cadena productiva tiene varias dificultades. En relación a esto cabe mencionar la presencia de problemas vinculados a las pérdidas durante el almacenaje. Este hecho se ve reforzado por la ausencia de estrategias para diseñar un plan de producción en función de las tendencias y perspectivas de los mercados. Ello conlleva a que los productores se vean sujetos permanentemente a importantes variaciones anuales de precios, lo que potencia la inestabilidad de la oferta y por lo tanto del ingreso regional (Cristiano, 2000).

A pesar de la eficiencia productiva de la zona, se observan importantes inconvenientes cíclicos de superávit y déficit de oferta. Ello se debe a que la región trabaja casi exclusivamente en el mercado *spot*, sin mayores compromisos contractuales. Esta incertidumbre en la demanda deriva en importantes fluctuaciones de precios al productor, lo que potencia la inestabilidad de la oferta regional. A años de precios bajos suelen seguirles ofertas regionales escasas y viceversa, dado que no se tienen en cuenta las perspectivas o tendencias del mercado. A modo de ejemplo, vale señalar que esto lleva a situaciones tales como la de la campaña 1994/95, en la que el PBA regional cebollero aumentó 115% como resultado del fracaso de la producción brasileña; en tanto, en la campaña siguiente (1995/96), dado que se registró un aumento de la producción de aproximadamente 34%, debieron enfrentarse a precios de venta que en promedio no cubrieron los costos de producción (op. cit.).

Esta particular visión del mercado lleva a graves problemas financieros a los productores de la región, en la cual una parte de los pequeños y medianos productores tradicionales fueron desplazados por productores - especuladores, lo que agrava aún más la situación del mercado cebollero regional. Como resultado de ello la zona no tiene la estabilidad de oferta requerida para acceder y mantener mercados internacionales. Es por esta razón que resulta fundamental encontrar nuevas estrategias de comercialización que permitan estabilizar la oferta regional dentro de un rango razonable o repensar en nuevos agronegocios. Ello disminuiría fuertemente las características eminentemente volátiles de la región como abastecedor y permitiría el acceso y permanencia en mercados externos. Ese acceso y permanencia en mercados externos posibilitaría trazar horizontes de planificación a mediano y largo plazo. Esa planificación -a la cual la región no está habituada- debería basarse en la apertura de nuevos mercados, considerando la venta en fresco y con valor agregado industrial adicional al que posee (elaboración de productos deshidratados, desecados) o bien en la utilización de los residuos/pérdidas poscosecha generados por dicha actividad (op. cit.).

Por otra parte, la producción de cebolla reviste una característica especial: más del 50% es llevada a cabo por productores que no son los propietarios de la tierra. Existe la figura del migrante (sobre todo boliviano) que suele arrendar por una campaña algunas pocas parcelas de tierra para producir (Lorda y Gaído, 2003). Esta relación contractual contribuye a distribuir el riesgo para el propietario de la tierra, pero en muchos casos este tipo de sociedades productivas hace que el arrendatario no realice un manejo eficiente de los recursos de agua, suelo y residuos. En la zona se ponen de manifiesto los graves problemas de calidad y sanidad que recaen sobre el cultivo de cebolla. Las diferentes aplicaciones de tecnologías que hay entre los agricultores arrojan como resultado diferentes calidades en cada lote, perdiéndose en ciertos casos hasta un 40% de la producción debido a la mala calidad. Entre otros problemas que afectan a la producción suele destacarse la *bacteriosis*, enfermedad atribuible a varias especies de bacterias (IICA, 2012).

Los problemas vinculados a la calidad y sanidad mencionados constituyen barreras para arancelarias que suelen conducir a la pérdida del acceso a mercados más exigentes, como es el caso del europeo. Esto provoca que la mayor parte de la producción sea comercializada con Brasil, originando así una alta dependencia con el socio del Mercosur.

2- Producción de semillas

Esta actividad productiva ha comenzado a realizarse hace unos años atrás, aprovechando el potencial que reviste la zona en materia de diversificación de la producción. Se producen semillas de alfalfa, zanahoria y coliflor, pero, sobre todo, semilla híbrida de girasol, maíz y sorgo (Sili y Pazzi, 2015).

En el caso del girasol, se producen semillas híbridas bajo la modalidad de agricultura de contrato, en la que participan los grandes y medianos agricultores y las empresas semilleras, las cuales establecen las condiciones tecnológicas y demás requisitos de calidad con los que deben producirse los granos. "En cuanto a la producción del resto de las semillas, se destaca por su volumen la de alfalfa, cultivo que se complementa muy bien en cuanto a la demanda hídrica con los cultivos más demandantes de agua, ya que durante los meses de verano prácticamente no se la riega" (IICA, 2012).

3- Producción de leche

De acuerdo a la información provista por la dependencia de SENASA del partido de Villarino, en la zona hay ocho tambos según lo constatado en los registros de SENASA del año 2017. La lechería es una actividad que ha ido creciendo en los últimos años en la región. "Las condiciones agroecológicas y el sistema de riego en la región permiten realizar la producción láctea en forma muy eficiente sobre una base pastoril suplementada con silo y grano, dando un sistema muy flexible por su bajo costo y por la calidad de la leche obtenida, con la posibilidad de vender la leche líquida o transformarla en otros productos lácteos, como el queso" (IICA, 2012). El clima se constituye en un factor clave al momento de considerar a la zona como una futura cuenca lechera, a lo que se le suma un hecho por demás importante: se encuentra a poca distancia de los centros más importantes de consumo (Bahía Blanca, Patagones, Viedma). También cabe destacar que posee un

mercado externo en expansión, en el que existe una elevada demanda del producto y sus derivados. Esto conllevaría a repensar la cadena de valor, en la que se incluya el eslabón industrial, de modo de poder ofrecer productos con mayor valor agregado (Sili y Pazzi, 2015).

4- Producción de carne

La producción de carne es una actividad que se lleva a cabo tanto en la zona de riego (en la que predomina el engorde) como en la de secano (en la que se destaca la actividad de cría). "En el área de riego, la ganadería es costosa y no completamente justificada, ya que otros productos serían más rentables, pero en función del clima, el balance hídrico negativo en los meses de mayor demanda y la rotación de cultivos desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos y de control sanitario para las principales enfermedades de los cultivos hortícolas, la ganadería para carne o leche se convierte en una alternativa para la zona" (IICA, 2012). Podría decirse que ambas actividades (engorde y cría) radicadas en la zona de riego y de secano, respectivamente, son complementarias entre sí. En este sentido, el área de secano se convierte en la productora de terneros cuyo ciclo podría terminarse en la zona con pasturas bajo riego; por otra parte, el área bajo riego constituye una alternativa factible para proveer pasturas al área de secano, posibilitando de esta forma el aprovisionamiento del insumo que mayor peso tiene en la actividad ganadera (más aún si se consideran las épocas de sequía).

IV.I.III- VINCULACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS CON DIFERENTES ORGANISMOS DE LA REGIÓN

El crecimiento y desarrollo de una región se ven potenciados, entre otros aspectos, por las redes que logren desarrollar entre sí los actores sociales que en ella intervienen. En el caso particular del área bajo estudio, estos están representados por el sector productor y los organismos más relevantes de la zona, tales como: CORFO Río Colorado, FUNBAPA (Fundación de la Barrera Zoofitosanitaria Patagónica), CERZOS (Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida), INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y UNS (Universidad Nacional del Sur).

Por otra parte, también se analizó la situación vinculada al endeudamiento según los diferentes estratos.

La información fue procesada utilizando el software IBM SPSS Statistics v22 en base a la encuesta realizada sobre la base de un muestreo estadístico aleatorio estratificado, llevada a cabo por el Banco de Datos Socioeconómicos de CORFO Río Colorado en el segundo trimestre de 2012. En el citado estudio se entrevistaron 211 establecimientos (lo cual representa el 15,6% sobre un total de 1350 (TABLA IX)) correspondientes a las localidades de Mayor Buratovich, Pedro Luro (zona Norte y zona sur) y Villalonga. En el APENDICE se presentan las tablas y gráficos que se corresponden con lo que se describe a continuación.

TABLA IX: Porcentajes de empresas relevadas según estratos

MUESTRA	%
0 a 39	10,1%
40 a 79	12,0%
80 a 119	13,9%
120 a 159	17,4%
160 a 199	16,7%
200 a 499	12,8%
500 a 999	15,8%
1000 a 1999	19,7%
2000 a 4999	65,0%
Más de 5000	100,0%
Total	1350 EAP'S

Fuente: Banco de datos socioeconómicos de CORFO-Río Colorado. 2012.

Considerando el primer estrato, el que abarca hasta un máximo de 39 ha, más de la mitad de los productores (51,4%) no recibe asesoramiento, en tanto que el 20% de los mismos se vinculan solamente con el INTA; este porcentaje se eleva a 34,3% si se considera al INTA y a CORFO conjuntamente. Sólo un 11,4% mantiene una estrecha vinculación con CORFO.

Los productores que poseen entre 40 y 79 ha se diversifican más que los agrupados en el estrato anterior en términos de vinculación con los diferentes organismos de la zona. En este caso, el abanico se amplía, abarcando no sólo a CORFO y al INTA, sino, además, a FUNBAPA, CERZOS y

a la UNS; no obstante, se mantiene un porcentaje de EAP's (establecimientos agropecuarios) similar al caso anterior que no recibe asesoramiento alguno (51,6%).

En el estrato que va de 80 a 119 hectáreas, el porcentaje de productores que recibe asesoramiento y se vincula con los distintos organismos de apoyo de la región es de 71,4%. CORFO se encuentra en el primer lugar, con 28,6%. Un pequeño porcentaje de EAP'S (4,8%) recibe asesoramiento de todos los organismos tenidos en cuenta en la encuesta.

Al igual que en el caso anterior, en el segmento que va de 120 a 159 ha, la mayor vinculación de los EAP's se da con CORFO, pero con un mayor porcentaje (36,4%); por otra parte, el porcentaje que no recibe asesoramiento es similar y levemente inferior (27,3%). Es de destacar que los dos únicos organismos que son consultados en este estrato son CORFO y el INTA.

Considerando los EAP'S que poseen entre 160 y 199 ha, INTA y CORFO se posicionan en primer lugar (30,8%), seguidos por INTA, CORFO y UNS (15,4%) y CORFO, con igual porcentaje. En este caso también se observa que los productores se vinculan, aunque en diferentes magnitudes, con todos los organismos locales y de la región, manteniéndose un porcentaje similar al estrato anterior de establecimientos que no recibe asesoramiento alguno (23,1%).

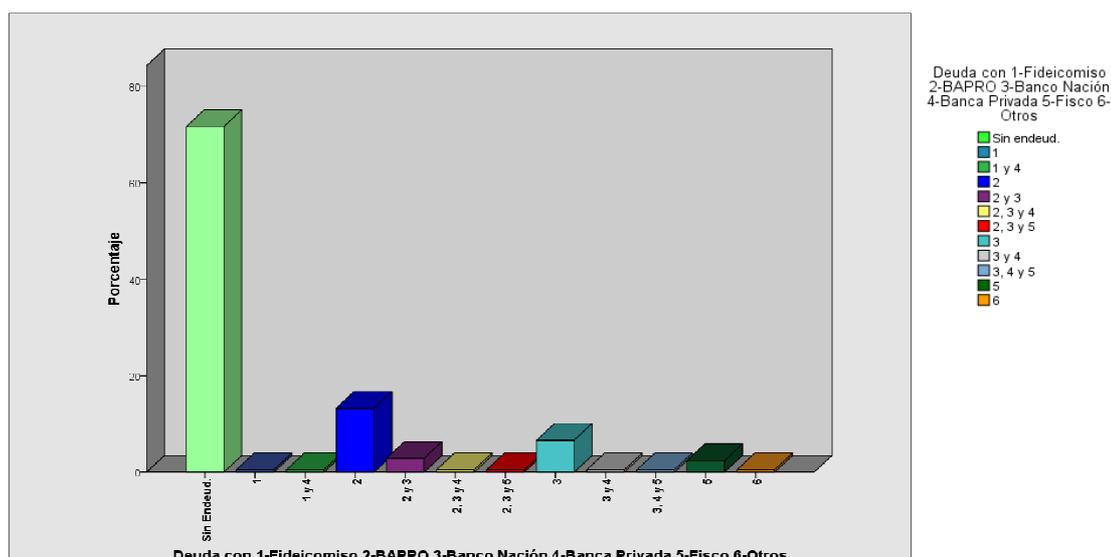
Los tres segmentos siguientes (desde 200 hasta las 499 hectáreas, 500 hasta 999 y desde 1000 hasta 1999) CORFO es el organismo que los lidera como fuente de asesoramiento (en algún caso en forma conjunta con el INTA), siendo el porcentaje de productores que no consulta a ningún organismo de 30% (28,9%).

La situación cambia en los dos últimos segmentos, en los que se encuentran los EAP'S con mayor número de hectáreas. Es llamativo el elevado porcentaje de establecimientos que no recibe asesoramiento (entre 50% y 41,7%), si bien el resto diversifica las fuentes con las que se vincula. En estos dos segmentos no aparece la UNS como fuente de asesoramiento. Es

probable que ello se deba a que en este tipo de empresas se contraten los servicios de profesionales en forma permanente como fuentes de asesoramiento externo.

Según los datos analizados sobre esta muestra de 211 productores, en el Gráfico IV se evidencia que un 71,6% no presenta endeudamiento. Sólo un 13,3% se endeudó con Banco Provincia y un 6,6% con Banco Nación, en tanto que sólo un 2,8% está endeudado con ambos bancos. Un bajo porcentaje (2,4%) del total de productores relevados tiene endeudamiento con el fisco.

GRAFICO IV: Endeudamiento. Análisis de frecuencias del total de la muestra de productores



Fuente. Elaboración propia en base a datos procesados de la encuesta realizada.

IV.II- ACTIVIDADES PRODUCTIVAS QUE GENERAN RESIDUOS DE ORIGEN ANIMAL Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE

Los *feedlots*, como así también los tambos, comenzaron a instalarse en la zona del valle inferior del Río Colorado hace poco más de una década atrás. Hay dos factores de relevancia que incidieron en este proceso de

emigración. Por un lado, en la zona núcleo tampera de Córdoba, la soja fue desplazando a los tambos dada la mayor rentabilidad relativa que ésta arrojaba; por otro, en Buenos Aires, a raíz del incremento en el valor inmobiliario de la tierra, los productores agropecuarios comenzaron a radicarse en otras regiones del país. Es así cómo comenzó a mirarse a esta zona como una alternativa factible en la que podría llevarse a cabo este tipo de actividades.

Paralelamente, puede decirse que la zona ofrece condiciones idóneas para realizar estas actividades productivas, dadas fundamentalmente por el sistema de riego, lo cual facilita el acceso a la producción de pasturas (aunque en los tres meses de invierno, donde el caudal del río es más bajo, igualmente se debe suplementar con grano). Por otra parte, climáticamente también tiene sus ventajas: las escasas lluvias dan origen a un clima seco, que a su vez permite producir el alimento, insumo clave en el que recae el mayor porcentaje de los costos en estos establecimientos.

En relación a los objetivos que persiguen los productores que adoptan como modalidad de producción el engorde a corral o *feedlot* caben mencionar: obtener una mayor productividad por animal (en términos de Kg/cabeza) y carne de calidad uniforme, como así también una elevada eficiencia de conversión (Kg de alimento / Kg de carne). A su vez, existen dos clases de *feedlots*: a- el *feedlot* en que el productor es el propietario de los animales y b- el *feedlot* tipo hotelería, que ofrece el servicio de engorde de animales a terceras personas que no pueden terminarlos hasta la venta. En este caso, el propietario alquila la estructura y el "know-how". Entre los demandantes de este servicio se encuentran: los productores que reordenan su planteo ganadero y prefieren delegar la etapa de terminación o engorde de los novillos a partir de los 330-350 kg de peso para llevarlos a peso final de 420-450 Kg, los productores que desean obtener terneras con un mayor valor comercial, los inversores que buscan en este sector rentas mayores a las financieras, los frigoríficos que desean tener un *stock* vivo de mayor peso para atender eventuales épocas de falta de ganado y los supermercados, ya que esta modalidad productiva les asegura calidad y uniformidad de la carne que demanda un público cada vez más exigente

(Laporta Pomi et al, 2011). Según las fuentes consultadas (INTA Ascasubi, SENASA y APROVIS -Asociación de Productores de Villarino Sur-), en la zona no se encuentran establecimientos hoteleros.

Siguiendo a las mismas fuentes antes mencionadas y a las entrevistas realizadas, en la región bajo riego de CORFO se encuentran diversas actividades agropecuarias de producción intensiva de carne. Entre ellas se hallan dos establecimientos productores de carne bajo la modalidad de *feedlot*, (uno de ellos posee 2.076 cabezas); 8 tambos, los que totalizan 8.321 vacas de ordeño; dos establecimientos de aves comerciales, los cuales poseen 70.000 y 50.000 ponedoras y 9 establecimientos comerciales productores de cerdo, con un total de 978 animales. La cantidad de excretas producidas (estiércol, purines y guano) en algunos casos llega a tener un mínimo tratamiento, el que consiste en la realización del proceso de compostaje para luego ser aplicado como abono; esta práctica no soluciona los aspectos inherentes a la contaminación del aire, y sólo atenúan levemente la contaminación sobre el suelo y el agua.

Por otra parte, de acuerdo a otras fuentes consultadas (INTA Ascasubi), el número de cabezas de ganado estimado para 2017 que se encuentra bajo la modalidad productiva en encierre es de 31.350 animales en el partido de Villarino: 24.350 cabezas en Villarino Sur (zona bajo riego) y 7.000 cabezas en Villarino Norte (zona de secano). En tanto, en Patagones, el total en el partido es de 13.700 cabezas, correspondiéndole 6.400 a Patagones Norte (zona bajo riego) y 7.300 a Patagones Sur (zona de secano). Entre ambos totalizan 45.050 cabezas (Tabla X).

Tabla X: Cantidad de cabezas de ganado bajo modalidad productiva tipo *feedlot*

VILLARINO	CABEZAS	PATAGONES	CABEZAS	TOTAL
ZONA NORTE (SECANO)	7.000	ZONA SUR (SECANO)	7.300	14.300
ZONA SUR (RIEGO)	24.350	ZONA NORTE (RIEGO)	6.400	30.750
TOTAL	31.350	TOTAL	13.700	45.050

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INTA Ascasubi 2017.

Las excretas provenientes de la actividad ganadera afectan básicamente el suelo, el agua y el aire. Si estos residuos se aplicaran en forma directa al suelo, éste puede verse seriamente comprometido cuando el estiércol posee elevadas concentraciones de nutrientes (tales como nitrógeno y potasio), microorganismos patógenos y antibióticos, entre otros (Herrero y Gil, 2008; Andriullo et al, 2003). La aplicación del estiércol en dosis elevadas es capaz de incrementar la salinidad de los suelos, elevar su pH y aumentar la concentración de nitrato, amonio y otros iones tóxicos. Adicionalmente, la aplicación directa de los mismos en forma continuada puede exceder la capacidad de captación de nutrientes por parte de los cultivos originando una sobrecarga, dando lugar a la infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas (Pinos Rodríguez et al, 2012). También hay que tener en cuenta que se puede originar una acumulación relativamente alta de sales, hecho que puede constituirse en un factor perjudicial para los cultivos, especialmente durante la germinación y la emergencia. "El mal manejo de los purines, en el marco de las actividades agropecuarias, representa uno de los procesos que provoca mayor deterioro ambiental. Por sus características físicas, químicas y biológicas son potencialmente contaminantes ya que afectan directamente los cursos de aguas subterráneas y superficiales, el suelo y el aire" (UNCPBA, 2008:110).

Estudios recientes realizados en el sudeste de la provincia de Buenos Aires sobre el impacto de los contaminantes de efluentes líquidos en aguas subterráneas generados por *feedlots* determinaron que los establecimientos con suelos llanos, anegables y con napas freáticas localizadas a escasa profundidad son los más vulnerables, factor al que se suma el número de cabezas de ganado (Glessi et al, 2012). "En la Provincia de Buenos Aires los efluentes descargados por las diversas actividades son reguladas mediante la Res. ADA/336/2003 de la Autoridad del Agua. Las estrategias de recuperación del agua contaminada son, en general, difíciles, costosas de implementar y requieren largo tiempo, por lo que es de fundamental importancia prevenir esta situación" (op. cit.:82).

Finalmente, entre los elementos más contaminantes liberados por el estiércol hacia la atmósfera se destaca el amoníaco, como así también otros

gases de efecto invernadero (GEI), los cuales incluyen metano y óxido nítrico. El metano es uno de los gases de efecto invernadero (GEI) más nocivo, 23 veces más potente que el CO₂. El estiércol contribuye con el 16 % de las emisiones globales (IPCC, 2006). En el caso de los *feedlots* cabe hacer una aclaración. Los vacunos, que naturalmente y en sistemas de producción extensivos se alimentan de hierbas, en sistemas de producción intensivos son alimentados con granos, básicamente maíz y soja. Los ruminantes, durante el proceso digestivo, emiten 120 m³ de gas metano por año (Carmona et al, 2005). Esta cantidad de metano emitida podría atenuarse si no fueran alimentados con granos. Dada esta situación, la eliminación de metano es aún más tóxica y nociva, llegando a asemejarse a los gases que expelen automóviles, aviones y trenes. Así, este gas permanece menos tiempo en la tropósfera que el CO₂ (12 años contra 100 años), por lo que es capaz de absorber 23 veces más calor que éste (op cit).

Como se ha señalado anteriormente, estos efectos negativos pueden ser notoriamente disminuidos cuando los residuos orgánicos capaces de producir biogás son tratados mediante la aplicación de la tecnología basada en el empleo de biodigestores. Para ello es necesario llevar adelante un proceso de reconversión dentro de los establecimientos productores de carne en forma intensiva que contemplen una serie de inversiones a partir de las cuales sería posible obtener otros productos, tales como biogás y biol o biofertilizante.

El biol, comparado con las excretas depositadas al aire libre, disminuye las pérdidas para el nitrógeno del 18% al 1% y del 33% al 7% para el carbono. Cabe destacar que el proceso de digestión anaeróbica no presenta pérdidas para el fósforo, potasio y calcio (Botero y Preston, 1987). Existen numerosos trabajos en los que se pone de manifiesto las ventajas que resultan de la aplicación del estiércol biodigerido en lugar de aplicar el estiércol sin tratar en términos de incrementos en la productividad (Botero y Preston, 1987; Solé y Flotats, 2004). Esto se debe a que la cantidad de nutrientes (Nitrógeno -N- y Fósforo -P-) como porcentaje de materia seca

(MS) es mayor. Sin embargo, esto no se refleja en el contenido de Potasio (K) (Tabla XI).

Tabla XI: Cantidad de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en estiércol fresco y biodigerido de bovino

Tipo de estiércol	N (% en MS)	P (% en MS)	K (% en MS)
Fresco	2.0 +/- 0.08	0.6 +/- 0.2	1.7
Biodigerido	2.6 +/- 0.10	1.4 +/- 0.2	1.0

Fuente: Adaptado de Botero y Preston 1987.

Sin embargo, para llevar adelante proyectos que aborden esta problemática de manera integral y multidisciplinaria, es necesario definir planes de acción que involucren a diversos organismos y actores sociales que fomenten el uso y aplicación de esta tecnología. Para ello, es menester lograr una adecuada coordinación institucional y establecer los mecanismos y los acuerdos necesarios para contribuir con el desarrollo de la región.

IV.II.I- LA RECONVERSIÓN DE LA EMPRESA AGROPECUARIA: DE MONOPRODUCTORA A MULTIPRODUCTORA. ESTUDIO DE CASO

A modo introductorio, es importante destacar que la ganadería intensiva comenzó a tener lugar en Argentina con un peso significativo hacia fines de la década del '90, coincidentemente con la expansión de la frontera agrícola dada por el cultivo de la soja RR. A partir de allí surgió una nueva forma de producir carne bajo la técnica del engorde a corral (*feedlot*).

De acuerdo a estudios realizados (Pampuro, 2015) y a la información proporcionada por informantes clave, la producción de carne a corral es rentable, arrojando valores promedio entre 15 y 22% de rentabilidad neta sobre ingresos en función de las numerosas alternativas existentes para llevar adelante esta modalidad, tales como: a) criar terneros propios ó comprarlos, b) realizar uno o más ciclos de engorde, c) evaluar qué categoría de animal comprar/vender, d) comprar el alimento ó producirlo, entre otras combinaciones. La escala productiva, como las variables precio de compra, costo de alimentación y precio de venta tienen una fuerte

incidencia sobre la rentabilidad de los establecimientos. En ese mismo estudio (op. cit.) se pone de manifiesto que esta actividad tiene que ser evaluada en un horizonte temporal no inferior a 2 años para poder amortizar las inversiones iniciales.

Posteriormente, este hecho trajo aparejado la instalación de los establecimientos hoteleros para *feedlots* y la consecuente acumulación de estiércol.

Dada la situación descripta anteriormente, y visto la necesidad de promover la generación de energía proveniente de fuentes renovables a raíz de la crisis energética que se viene evidenciando en nuestro país, a nivel gubernamental se están implementando planes que contemplan la producción de bioenergía sobre la base de la biomasa. El último de ellos, lanzado a principios de Octubre de 2017 (RenovAr Ronda 2, del Ministerio de Energía y Minería) prevé un precio de U\$S 160 por cada MW de energía generada a partir del biogás obtenido en reactores anaeróbicos ó biodigestores. Esta tecnología va acompañada de infraestructura básica, como lo es la instalación de los corrales con piso de hormigón en reemplazo de los de tierra, dado que otorga ventajas para recolectar el estiércol. Además, esto conduce a una mayor eficiencia en términos de conversión energía/estiércol (Flotats, 2012). Por otra parte, el piso de hormigón, si bien presenta una elevada inversión inicial, supera en ventajas al piso de tierra (Pampuro, 2015), lo cual puede apreciarse en la Tabla XII.

Tabla XII: Comparación entre pisos de corrales

VARIABLES	PISO DE MATERIAL	PISO DE TIERRA
COSTO INVERSION	ALTO	BAJO
SUPERFICIE POR ANIMAL	BAJA	ALTA
CONTAMINACION DE NAPA	NULA	MEDIA
CONFORT ANIMAL	MAYOR	MENOR
SANIDAD	MAYOR	MENOR
CONVERSION ALIMENTO /CARNE	MENOR	MAYOR
TIEMPO DE ENGORDE	MENOR	MAYOR

Fuente: Pampuro 2015.

De acuerdo a las fuentes y literatura consultadas, se estima que la inversión llave en mano para plantas de 1MWh de potencia instalada, en promedio, se encuentra entre los 3 y 4 millones de dólares, lo que arroja una tasa de retorno del capital sobre la inversión de 8% anual, considerando un período de vida útil del proyecto de 10 años (Gruber et al, 2010; Chorkulak, 2016). Esta tecnología de punta requiere de una escala productiva de al menos unas 10.000 cabezas de ganado bovino para generar bioenergía a partir de estiércol bovino si es que no se considera un proceso de codigestión para aumentar la eficiencia del gas.

En los párrafos siguientes se abordará el caso de un productor representativo de la región de CORFO, localizado en Pedro Luro. Posee un establecimiento de 300 hectáreas y la infraestructura y equipamiento necesarios para llevar adelante el engorde a corral, tal como: corrales, bebederos, comederos, un *mixer* con balanza (para mezclar las fibras y picar rollos y fardos, de modo tal de asegurar una equitativa repartición del alimento), un tractor, una pala (para mezclar el alimento), una pulverizadora, un tanque de agua y una manga de trabajo con balanza. Se trata de un emprendimiento en marcha, cuyo propósito es engordar terneros de recría de unos 283 Kg. promedio en situación de confinamiento. El objetivo es llevarlos a un peso de 420 Kg., considerando un incremento diario de peso de 1,470 kg. en un ciclo de 93 días (4 ciclos al año aproximadamente) en corrales con piso de tierra apisonada con capacidad para 500 cabezas (considerando 10 m² por animal). Su estratégica ubicación le otorga ventajas al contar con el recurso hídrico, dado que este tipo de actividad requiere entre 30 y 40 litros diarios de agua por animal (Pampuro, 2015).

Una vez llevado a su peso final, el ganado será comercializado en los frigoríficos de la zona para reducir el costo del flete. Un aspecto interesante a destacar es que este tipo de actividad, intensiva en el uso de recursos (alimentos, agua, instalaciones, mano de obra, uso del suelo, entre otros), libera tierras para uso agrícola. Esto hace que en el mencionado establecimiento también pueda producirse forraje y granos para la

alimentación de los animales. El hecho de estar localizado en el área de riego también posibilita obtener mayores rindes por hectárea considerando un *mix* de cultivos destinados a la producción de raciones. El costo del alimento comprado a terceros suele ser mayor que en el caso de tratarse de producción propia, donde inciden los costos de comercialización y de flete (U\$S 2,20 por cada Km recorrido), como así también la volatilidad de los precios internacionales de los granos. Sin embargo, dependiendo de las condiciones del mercado, siempre deberá evaluarse la conveniencia de liquidar la hacienda y vender los granos dependiendo de los precios relativos.

Este establecimiento típico tiene la estructura de costos que se detalla a continuación (Tabla XIII). Puede observarse que la compra de terneros representa el 80% del costo total, en tanto que el costo de alimentación es de 17%. La rentabilidad como porcentaje del ingreso total es de 5% considerando el ciclo de 93 días, lo cual arroja un valor promedio anualizado de 20%.

Tabla XIII: Estructura de costos y rentabilidad del engorde a corral (*feedlot*) por ciclo (90 días promedio)

CONCEPTO	en U\$S	U\$S/kg	% Costos
Ingresos por venta	384.000	1,83	
Compra de animales	291.086	1,39	80%
Ración	60.849	0,29	17%
Instalación amortizaciones	1.150	0,01	0,3%
Instalación consumos	1.186	0,01	0,3%
Sanidad	2.500	0,01	1%
Mano de Obra Directa	1.705	0,01	0,5%
Administración y ventas	7.154	0,03	2%
Fletes	0	0,00	0,0%
Subtotal costos	365.629	1,74	100%
	18.371	0,09	
BAIT: Resultado en % sobre ingresos	5%		

Cantidad de animales		500
Peso inicial por animal kg		283
Peso final por animal kg		420
Kilos de carne inicial		141.500
Kilos de carne final		210.000
Incremento peso kg		68.500
% aumento de peso		48%
Encierre en días		93
Aumento de peso diario, en Kg		1,47
Precio de compra U\$/kg	2,06	
Precio de venta U\$/kg	1,83	
Ración en materia seca (MS) toneladas		465
Costo materia seca en U\$/ton	131	
Kg de MS/ cabeza en Kg		930

Fuente: Datos suministrados por un productor de la zona de CORFO, localidad Pedro Luro. 2017.

En cuanto al manejo habitual del estiércol, se realiza una única limpieza de los corrales una vez finalizado el ciclo de engorde (esto es, cada tres meses), depositándolo en lotes contiguos a los corrales de encierre. A los efectos de considerar el futuro tratamiento de los mismos, se construye una fosa impermeabilizada con geomembrana para depositar al mismo, dado que, dependiendo de las características del suelo y de las condiciones ambientales, esta actividad suele provocar la salinización del suelo (fundamentalmente en los primeros 30 cm debido al exceso de materia orgánica depositada) y la contaminación de la napa freática.

Teniendo en cuenta la empresa caracterizada en el apartado anterior, en este punto se analizará la posibilidad de producir fertilizante orgánico a partir del tratamiento del estiércol (no se considera la posibilidad de producir energía por tratarse de un establecimiento de pequeña escala). Al estar emplazada en un área irrigada por medio de más de 5000 Km de canales de riego (considerando los primarios, secundarios y terciarios), la preservación del recurso hídrico se torna vital para el crecimiento de la región. La ley que regula este tipo de actividad productiva en la provincia de Buenos Aires -sancionada el 30 de Noviembre de 2016-, constituye el marco institucional propicio para comenzar a considerar esta problemática. Específicamente, en sus Artículos 4º y 5º, hace referencia a la obligatoriedad de realizar un estudio de impacto ambiental, el cual deberá

incluir, entre otros, un estudio de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, como así también un plan integral de gestión de residuos.

Según Pordomingo (Pordomingo, 2014), teniendo en cuenta la digestibilidad de la dieta del vacuno, un novillo de 450 kg produce un promedio diario de 27 kg de excrementos húmedos (orina y heces), con una variación de 25% (dependiendo del clima, el consumo de agua y el tipo de dieta). En este caso, el establecimiento, con 500 cabezas de ganado, produce diariamente 13,5 Tn de estiércol, lo que mensualmente arroja 405 Tn.

Marcos Bragachini (Bragachini et al, 2015) estima que este estiércol posee un 20% de materia seca, lo que equivaldría a 81Tn de materia seca al mes. De acuerdo a la literatura consultada, existen diferencias entre las diferentes proporciones de nutrientes por Tn. de materia seca. Siguiendo a Pordomingo (Pordomingo, 2014) una tonelada de excrementos de bovinos (orina más heces) contiene en promedio 5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 4 kg de potasio. Si no se considera la fracción líquida, el excremento resulta en 2,5 kg de nitrógeno, 1 kg de fósforo y 0,8 kg de potasio. En la Tabla XIV puede apreciarse la cantidad de nutrientes que podrían generarse mensual y anualmente:

Tabla XIV: Cantidad de nutrientes

NUTRIENTES	Kg/mes	Tn/año
N	202,5	2,43
P	81	0,972
K	64,8	0,777
TOTAL	352,3	4,18

Fuente: Elaboración propia.

Algunos de los fertilizantes comerciales más comúnmente empleados para la reposición de nutrientes son: Urea, cuyo componente principal es el N (46%), Fosfato Diamónico (16% de P) y Cloruro de Potasio (60% de K). Los precios por tonelada se exponen en la Tabla XV:

Tabla XV: Fertilizantes comerciales. Precio por Tonelada

FERTILIZANTE	NUTRIENTE (en %)	U\$/Tn
UREA	46% N	410
FOSFATO DIAMÓNICO	16% P	495
CLORURO DE POTASIO	60% K	400

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Revista Márgenes Agropecuarios. Octubre de 2017.

A partir de esos porcentajes de N, P y K es posible inferir el precio por tonelada de estos nutrientes (Tabla XVI) y estimar el ahorro en costo de fertilizante que percibe la empresa.

Tabla XVI: Ahorro en costo de fertilizante

NUTRIENTE	U\$/Tn	TN/AÑO	Ahorro en costo de fertilizante (en U\$/año)
N	891	2,43	2165
P	3093,75	0,972	3006,39
K	666,67	0,777	518
TOTAL	----	4,18	5689,39

Fuente: Elaboración propia.

La producción de este biofertilizante no conlleva a erogación monetaria alguna para el productor, dado que utiliza la maquinaria, las instalaciones y la mano de obra permanente afectada a la producción de carne y pasturas. El costo de acarreo y aplicación es el equivalente al de la remoción del estiércol luego de cada ciclo de engorde y al de la aplicación habitual de los fertilizantes químicos, respectivamente.

IV.II.II- EVALUACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL REGIONAL FACTIBLE DE SER TRATADO Y LA POSIBILIDAD DE GENERAR BIOENERGÍA

Previamente a la estimación de los ingresos potenciales que percibiría la zona en el caso de que los residuos se sometieran a tratamiento, es interesante mencionar los resultados a los cuales arriba un estudio reciente (Chorkulak, 2016), en el que se evaluó el potencial que reviste nuestro país

para generar biogás a partir de sistemas productivos cárnicos en confinamiento. En él se analizó la capacidad de generación de biogás considerando la totalidad de establecimientos de producciones intensivas de ganado bovino, cerdos y aves. "(...) la capacidad del país de producir biogás, tomando en consideración las actuales existencias animales en sistemas de confinamiento, es de 18.249 MW/h, permitiendo cubrir más de la mitad de la demanda energética actual del país" (op cit: 65). Por otra parte, en ese mismo estudio se analizaron diversos casos en los que se analizó la rentabilidad de diferentes tipos de producciones intensivas que trataron sus residuos orgánicos por medio de digestores anaeróbicos, los cuales arrojaron diferentes rentabilidades en base a escala y tecnología aplicada (de punta, media y baja).

De acuerdo a las entrevistas realizadas a informantes clave de la región, los efluentes provenientes de los establecimientos agropecuarios que realizan engorde a corral no están sujetos ningún tipo de tratamiento (sólo en algunos casos aislados se hace compostaje). Se realiza engorde de un solo ciclo de tres meses y a posteriori se limpian los corrales, dado que la zona se encuentra en una región agroecológica que reviste características áridas/semiáridas, factor que contribuye al secado de esos efluentes y por lo tanto hace innecesario el aseo periódico de los corrales.

En la región, la cantidad de cabezas en encierre asciende a 30.750. Esto implica que en la zona se están generando diariamente 830.250 Kg de excrementos, los que totalizan 24.907,5 Tn mensuales. En este caso, la cantidad de nutrientes a obtener en la región puede observarse en la Tabla XVII:

Tabla XVII: Potencial cantidad de nutrientes a obtener en la región

NUTRIENTES	Tn/mes	Tn/año
N	12,45	149,4
P	4,98	59,76
K	3,98	47,76
TOTAL	21,41	256,92

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el mismo método de cálculo y análisis realizado en el caso anterior, en base a la cantidad de estiércol producida en la zona, es posible estimar los potenciales ingresos por ventas que percibiría la región suponiendo el tratamiento de las 4.981,5 Tn de materia seca obtenidas a partir del estiércol generado por 30.750 cabezas (Tabla XVIII). Es importante destacar que, más allá de estos valores, la zona se vería favorecida por la dinámica regional que esta actividad traería aparejada en términos de generación de empleo vinculada directamente al tratamiento del residuo y envasado, como así también en materia de transporte y logística.

Tabla XVIII: Potenciales ingresos totales por venta que generaría la región

NUTRIENTE	TN/AÑO	IT ANUAL (en U\$S)
N	149,4	133.115,4
P	59,76	184.882,5
K	47,76	31.840,2
TOTAL	256,92	349.838,12

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estudios realizados (Flotats, 2010; Pordomingo, 2014), por cada tonelada de estiércol fresco bovino es posible obtener en promedio 25m³ de biogás. A su vez, 1m³ de biogás equivale a 5000 Kcal, lo cual representa aproximadamente 1,6 KWh de electricidad. Cabe destacar que, si bien 1m³ de biogás equivale a 6,06 KWh, por lo general, la eficiencia se ve afectada al convertirla (de allí su menor rendimiento).

En este caso, la disposición de 24.907,5 Tn de biomasa residual proveniente de la actividad ganadera generan 622.687,5 m³ mensuales de biogás (996.300 KW, o lo que es su equivalente , 996,3 MW). Actualmente, las políticas de promoción prevén un precio de 160 U\$S por cada MW generado a partir de biomasa (según lo establecido en el plan RenovAr Ronda I). En este caso, en base a un cálculo estimativo, los potenciales ingresos mensuales de la región provenientes de la venta de energía eléctrica ascenderían a U\$S 159.360, lo que en términos anuales sería U\$S 1.912.320.

La energía producida podría ser comercializada a la cooperativa eléctrica de la localidad de Pedro Luro. En este caso, a los efectos de alcanzar el tamaño de planta adecuado para afrontar la elevada inversión inicial, podría pensarse en la conformación de una cooperativa de productores (dado que la zona posee antecedentes en estos términos) que lleve adelante el proyecto de construcción de un biodigestor regional. El mismo estaría localizado equidistantemente de los distintos establecimientos (un ejemplo comparable con este caso lo constituyen los galpones de empaque).

CONCLUSION

La región de CORFO Río Colorado constituye una unidad territorial, y conforma una cuenca agroalimentaria cuyo desarrollo se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de un recurso natural clave para su crecimiento: el agua del Río Colorado. Esta zona comprende dos partidos -Villalonga y Carmen de Patagones-, los cuales presentan características similares en términos políticos e institucionales, y cinco localidades que son las más representativas en el mapa productivo de la región.

La corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado es el organismo encargado de atender todos los aspectos inherentes a la administración de la cuenca hídrica, fomentando el desarrollo de la zona bajo riego por medio del ordenamiento del sistema de riego.

La posibilidad de regar 140.000 hectáreas posibilita ofrecer una amplia gama de cultivos: hortícolas (dentro de este grupo se destaca la cebolla, con una participación en el consumo interno que supera el 50% y en términos de exportación, más del 80%), cereales, oleaginosas y pasturas (ya sea para consumo animal o para semilla). Además, es posible encontrar establecimientos dedicados a la producción de leche, de carne de cerdo, aviar y vacuna.

En la zona es posible observar que la cantidad de establecimientos ganaderos que producen carne vacuna en forma intensiva ha ido en aumento en los últimos años. Esta forma de producción trae aparejada una

problemática que está vinculada a la producción de residuos ganaderos (estiércol), lo cual ocasiona efectos negativos al medio ambiente. Estos pueden representar una nueva fuente de ingresos (o constituir un ahorro de costos) para la empresa agropecuaria, dado que el adecuado tratamiento de los mismos posibilitaría contar con fertilizante orgánico y, en caso de lograr la escala productiva adecuada, producir bioenergía.

BIBLIOGRAFIA

Andriulo, A., Sasal, C., Améndola, C. y Rimatori, F. (2003). Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua. RIA, 32. Ed. INTA.

Banco de datos socioeconómicos de CORFO Río Colorado. Disponible en <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2016/10/Corfo-1516-1.pdf>.

Botero, R. y Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización. Disponible en https://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Botero+y+Preston%2C+1987&btnG=. Recuperado el 16 de Septiembre de 2017.

Bragachini, M., Mathier, D., Sosa, N. y Bragachini, M. (2015). Oportunidades de la bioenergía en el sector agropecuario: efluentes y cultivos energéticos. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/oportunidades-de-la-bioenergia-en-el-sector-agropecuario-efluentes-y-cultivos-energeticos>. Recuperado el 20 noviembre de 2015.

Cantamuto, M. y Ancía, V. (2010). Riego por aspersión. Seguimiento de equipos de riego por aspersión fija en cultivos de cebolla en el Valle Bonaerense del Río Colorado. Doc. de trabajo. CORFO Río Colorado. Disponible en <https://studylib.es/doc/4790017/riego-por-aspersi%C3%B3n-en-cebolla>. Recuperado el 27 de Junio de 2015.

Carmona, J. C., Bolívar, D. M. y Giraldo, L.A. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. N° 18.

Chorkulak, V. (2016). Análisis de la capacidad de generación de biogás en Argentina a partir de residuos orgánicos producidos en granjas con sistemas de confinamiento. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

Cristiano, G. Estudio de prefactibilidad de una planta de irradiación con fuente de Cobalto 60 (2000). *Revista Estudios Económicos*. Vol. XVII. Jul-Dic.

Flotats, X. (2010). Biogás y gestión de deyecciones ganaderas. En *SUIS/IVIS*, (72), 22-29.

Glessi, W., Pose, N. y Zamuner, E. (2012). Impacto ambiental de los contaminantes provenientes de aguas residuales de feed-lot sobre aguas subterráneas. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 3 (4).

Gorenstein, S., Quintar, A., Barbero, A., Izcovich, P. (2005). Análisis participativo del proceso de transformación productiva e institucional en el Valle Bonaerense del Rio Colorado. Convenio Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación y el Programa Multidonante -establecido entre el Gobierno de Italia, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y el Banco Interamericano de Desarrollo. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

Gruber, S., Hilbert, J. y Sheimberg, S. (2010). Una planta de biogás en base de estiércol animal en mezcla de silaje de forrajeras de maíz en el marco agropecuario argentino. Ed. INTA. Estudio de caso preliminar de generación eléctrica de 1 MW con una planta de biogás de alta eficiencia N° Doc. BC-INF-16-10. 28/10/2010.

Herrero, M.A. y Gil, S.B. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal (2008). Producción animal intensiva y medio ambiente. Ecología austral. Asociación Argentina de Ecología.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)(2012). Perfil avanzado del programa de gestión integral de recursos hídricos de la región sur de la provincia de Buenos Aires. Doc. N° 1.

IPCC. International Panel of Global Change (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. In: Eggleston, H., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.), The National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change IGES, Hayama, Kanagawa, Japan.

Iurman, D. (2009). Sistemas agropecuarios representativos de Villarino y Patagones. Análisis y propuestas. Actualización Enero 2009. Proyecto Regional "Diagnóstico y perspectivas socioeconómicas de sistemas y cadenas productivas del área del CERBAS para el fortalecimiento de la capacidad de gestión regional". Ed. INTA EEA Hilario Ascasubi.

Iurman, D. (2010). Sistemas agropecuarios representativos de Villarino y Patagones. Análisis y propuestas. Actualización Diciembre 2010. Ed. INTA EEA Hilario Ascasubi.

Laporta Pomi, R., De León, S., Melnik, C. (2011). XXXIV Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos. Costos de feedlot. Aplicación de la gestión de costos en actividades específicas.

Lorda, M. A. y Gaído, E. (2003). Actores y escenarios posibles en la actividad hortícola en el marco del desarrollo local. Cuenca del Sauce Chico. En 3eras. Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y

Agroindustriales. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Lucanera, G. (2016). Banco de datos socioeconómicos de la zona de Corfo - Río Colorado. Estimación del producto bruto agropecuario regional campaña 2015/2016. Disponible en <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2016/10/Corfo-1516-1.pdf>. Recuperado el 13 de Marzo de 2016.

Pampuro, J.M. (2015). Diseño del *feedlot* bovino y aprovechamiento de sus efluentes. Documento de trabajo disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina.

Pinos Rodríguez, M., García López, J. C., Peña Avelino, L., Rendón Huerta, J. A., González González, C., Tristán Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*. Vol.46. Nº 4. México. May./Jun. 2012.

OCDE-FAO. *Perspectivas Agrícolas 2016-2025*.

Perl, J.E. (2015). Desafíos por el agua en la cuenca del Río Colorado. En: *La región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera*. Ed. Sili, M., Kozel, A. y Bustos Cara, R.

Pla, M. (2015). El Valle Bonaerense del Río Colorado. El esfuerzo chacarero frente al agua. En: *La región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera*. Ed. Sili, M., Kozel, A. y Bustos Cara, R.

Pordomingo, A. (2014). *Efectos ambientales de la intensificación ganadera*. Edic. INTA. INTA Anguil. La Pampa.

Saunio, R., Jackson, B., Bousquet, P., Poulter, B. y Canadell, J. (2016). The growing role of methane in anthropogenic climate change. *Environmental research letters*.

Solé, F. y Flotats, X. (2004). Guía de técnicas de gestión ambiental de residuos agrarios. Lérida. Ed. Fundació Catalana de Cooperació.

Sili, M. y Pazzi, A. (2015). Nuevas inversiones, nuevos desafíos. La producción emergente en la región del río Colorado. En: La región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera. Ed. Sili, M., Kozel, A. y Bustos Cara, R.

Sili, M. y Espasa, L. (2015). Habitar la región del río Colorado. Situación actual y desafíos de futuro. En: La región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera. Ed. Sili, M., Kozel, A. y Bustos Cara, R.

Subsecretaría de planificación territorial de la inversión pública (2013). Diagnóstico integrado y escenarios de futuro de la región y la cuenca del Río Colorado.

Testani, M y Guerreiro, H. (2015). Presencia del ferrocarril. En: La región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera. Ed. Sili, M., Kozel, A. y Bustos Cara, R.

UNCPBA. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2008). Evaluación, diagnóstico y propuestas de acción para la mejora de las problemáticas ambientales y mitigación de gases de efecto invernadero vinculados a la producción porcina, avícola y bovina (feedlots y tambos). Estudio de Performance Ambiental desarrollado para el Fondo Argentino del Carbono. Contrato UNCPBA-Banco Mundial 7145486.

CONCLUSIONES GENERALES

La problemática medioambiental es un tema prioritario en la agenda del sector público y, en algunos casos puntuales, en la del sector privado. A nivel mundial, este hecho se puso de manifiesto en la década del '70, más precisamente con la "Ley Nacional sobre Política Medioambiental" (*National Environmental Policy Act - NEPA*), promulgada en Estados Unidos el 1º de enero de 1970. Podría decirse que, a nivel país, la preocupación por el medio ambiente surgió recién en los años '90. Así, la evaluación del impacto ambiental se ha ido convirtiendo en una necesidad para mitigar los efectos negativos que se generan a partir del accionar del hombre, ya sea como consumidor o como productor.

La Teoría Neoclásica, a través de sus referentes pioneros en este tema – Arthur Pigou (1920) y Ronald Coase (1960)-, dio inicio al estudio de esta problemática muchos años antes, haciendo distinción entre los costos privados de producción y los costos sociales al proponer distintos mecanismos tendientes a disminuir los costos externos negativos derivados de las actividades de producción. De este modo, la solución radicaba en la aplicación de impuestos y en la asignación de los derechos de propiedad para resolver las cuestiones inherentes a la contaminación por medio del otorgamiento de derechos de propiedad. Posteriormente, se planteó el mecanismo de mercado como forma de disminuir las externalidades negativas por medio de la comercialización de permisos negociables para contaminar.

En base a lo anteriormente mencionado, este trabajo tuvo como objetivo presentar otra forma de dar tratamiento a las externalidades negativas provenientes de actividades productivas que generasen residuos orgánicos, con la finalidad de disminuir los efectos nocivos causados por estos al medio ambiente y, de esta manera, elevar una nueva propuesta para diseñar un proyecto de desarrollo regional. Se postuló un modelo en el que se consideró reconvertir a una empresa monoprodutora en multiprodutora, teniendo en cuenta la posibilidad de transformar esos desechos orgánicos en subproductos con elevado potencial de ser comercializados en el mercado.

Además, se elaboró un índice de efectos externos, el cual podría ser empleado como un referente de geolocalización al momento de decidir el emplazamiento de un determinado proyecto.

Cabe destacar que, para controlar esos impactos negativos, es necesario realizar un abordaje integral del territorio, analizando pormenorizadamente las actividades productivas que en él se llevan a cabo y las formas de organización de la producción, cuáles son sus principales actores sociales y cómo interactúan entre ellos, qué tipo de recursos naturales son clave para su crecimiento y desarrollo y cuáles son las instituciones que, de algún modo, condicionarán su desempeño. La justificación por la que se seleccionó a la región de CORFO Río Colorado para su estudio se fundamentó, por un lado, al observar el cambio producido en su mapa productivo y, por otro, porque se trata de una de las cuencas hídricas más importantes del país, hecho que amerita repensar en proyectos que sean compatibles con la preservación del recurso y su entorno. En esa unidad territorial, durante los últimos diez años, se ha visto un incremento de actividades productivas productoras de carne en forma intensiva. En particular, los establecimientos ganaderos comenzaron a producir carne vacuna bajo la modalidad de *feedlots*, comúnmente denominado engorde a corral. Ello acarrea diariamente una cantidad de estiércol que necesariamente debe ser tratada para disminuir la contaminación ambiental hacia el aire, agua y suelo. La ganadería es una de las actividades responsable de las emisiones de gas metano y, consecuentemente, del efecto invernadero. De allí que resulta necesario implementar mecanismos que contemplen el tratamiento de este tipo de residuos.

Un primer paso para un abordaje empírico completo lo constituyó el estudio de un establecimiento ganadero representativo en la región antes mencionada, a los fines de estimar la conveniencia de dar tratamiento al estiércol y obtener a partir de él subproductos con valor comercial.

A partir de esta tesis, en la que se planteó un proyecto de desarrollo regional a través de un modelo basado en el tratamiento de residuos orgánicos agropecuarios para disminuir los impactos negativos que este tipo

de actividad ocasiona al medio ambiente, se abren futuras líneas de investigación. Las mismas se orientan hacia la posibilidad de obtener un proceso de producción sustentable en el tiempo contemplando la factibilidad de producir bioenergía. A nivel país, las políticas públicas que se han ido implementando en los últimos tiempos han puesto en marcha diversos planes tendientes a la producción de energía proveniente de la biomasa. Si bien la escala productiva es un factor determinante al momento de tomar la decisión de realizar proyectos de estas características en términos individuales, es posible pensar en la conformación de cooperativas de productores o bien de alianzas público-privada para llevar adelante este tipo de inversiones en miras de potenciar a la región.

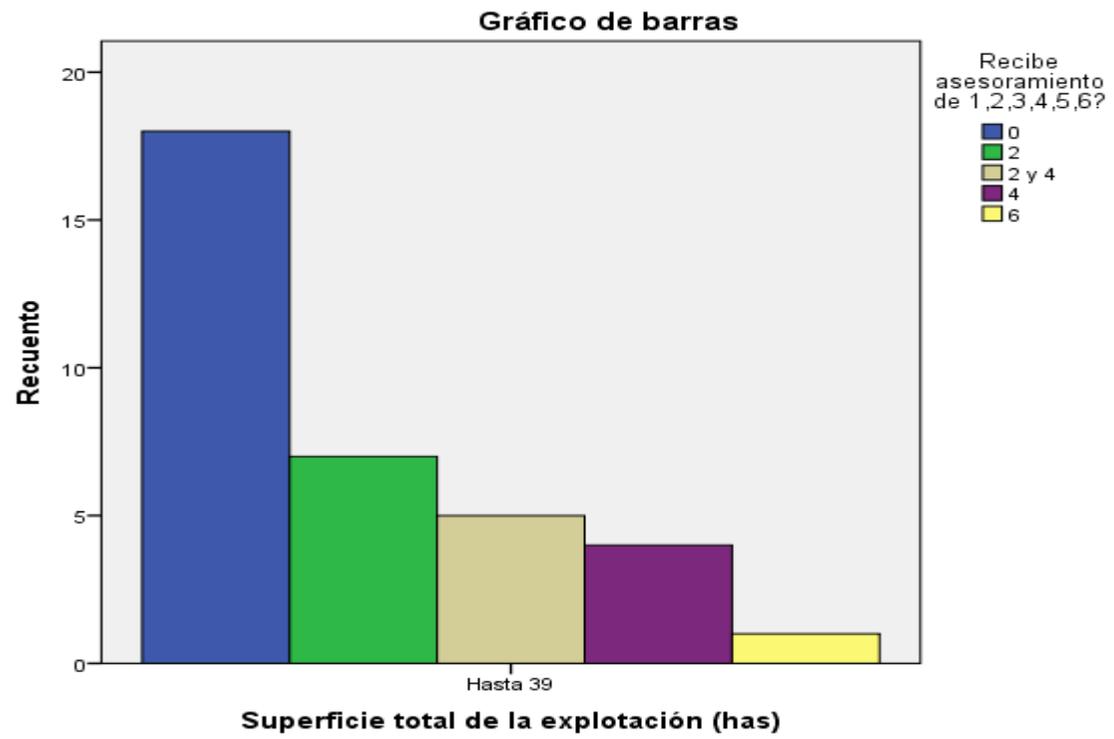
APENDICE

Análisis de frecuencias segmentado por Superficie de la Explotación Recibe asesoramiento

Superficie total de la explotación: Hasta 39 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

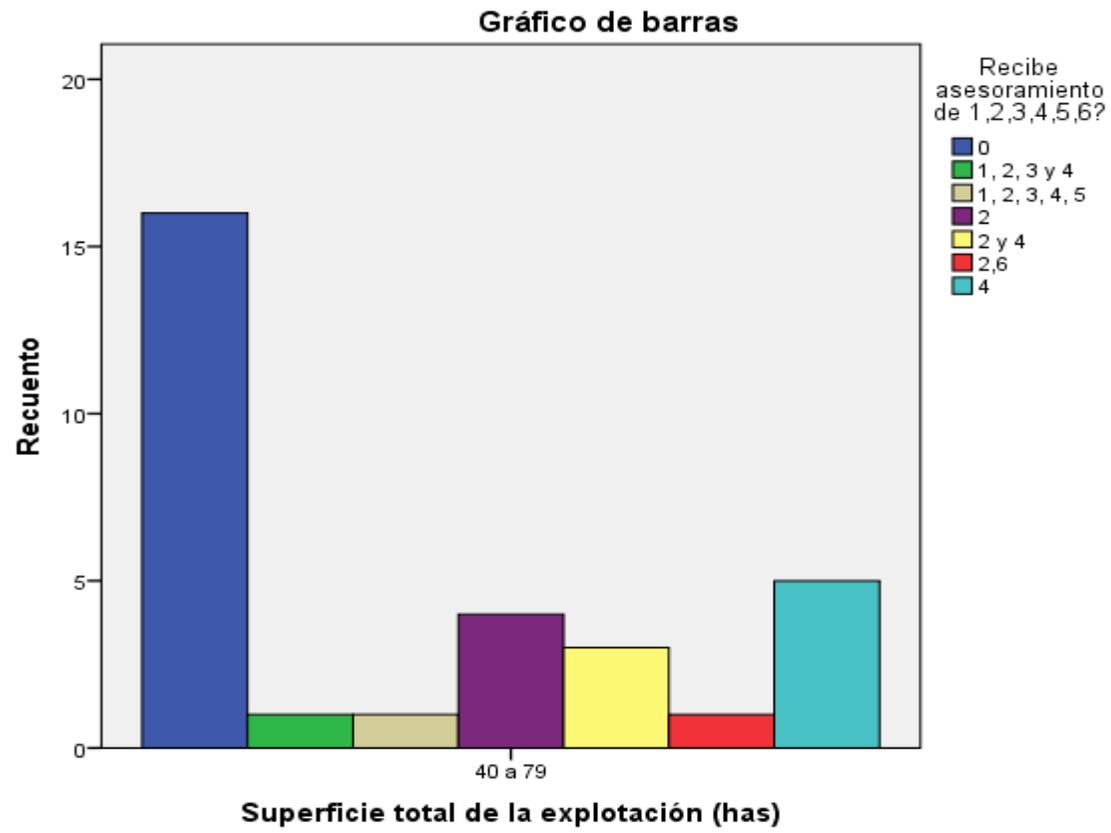
			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?					Total
			0	2	2 y 4	4	6	
Superficie total de la explotación (has)	Hasta 39	Recuento	18	7	5	4	1	35
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	51,4%	20,0%	14,3%	11,4%	2,9%	100,0%
Total		Recuento	18	7	5	4	1	35
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	51,4%	20,0%	14,3%	11,4%	2,9%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 40 a 79 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

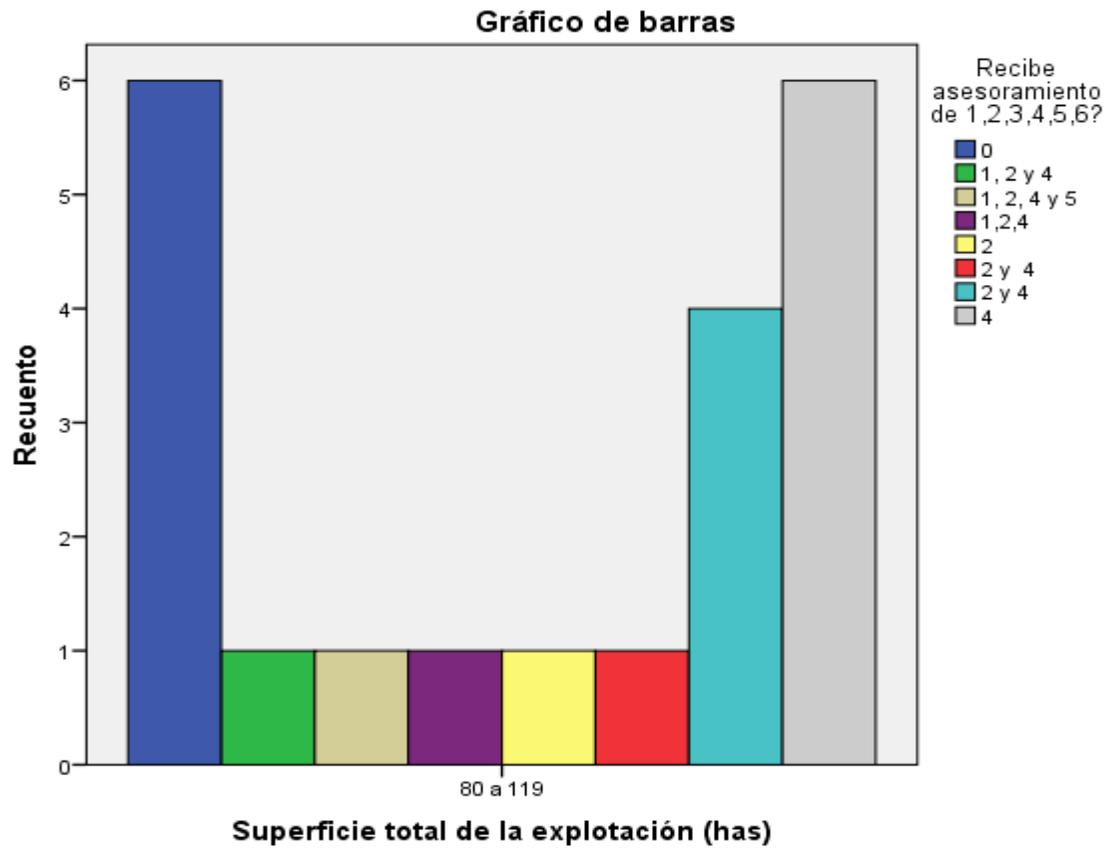
			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?						Total	
			0	1, 2, 3 y 4	1, 2, 3, 4, 5	2	2 y 4	2,6		4
Superficie total de la explotación (has)	40 a 79	Recuento	16	1	1	4	3	1	5	31
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	51,6%	3,2%	3,2%	12,9%	9,7%	3,2%	16,1%	100,0%
Total		Recuento	16	1	1	4	3	1	5	31
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	51,6%	3,2%	3,2%	12,9%	9,7%	3,2%	16,1%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 80 a 119 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

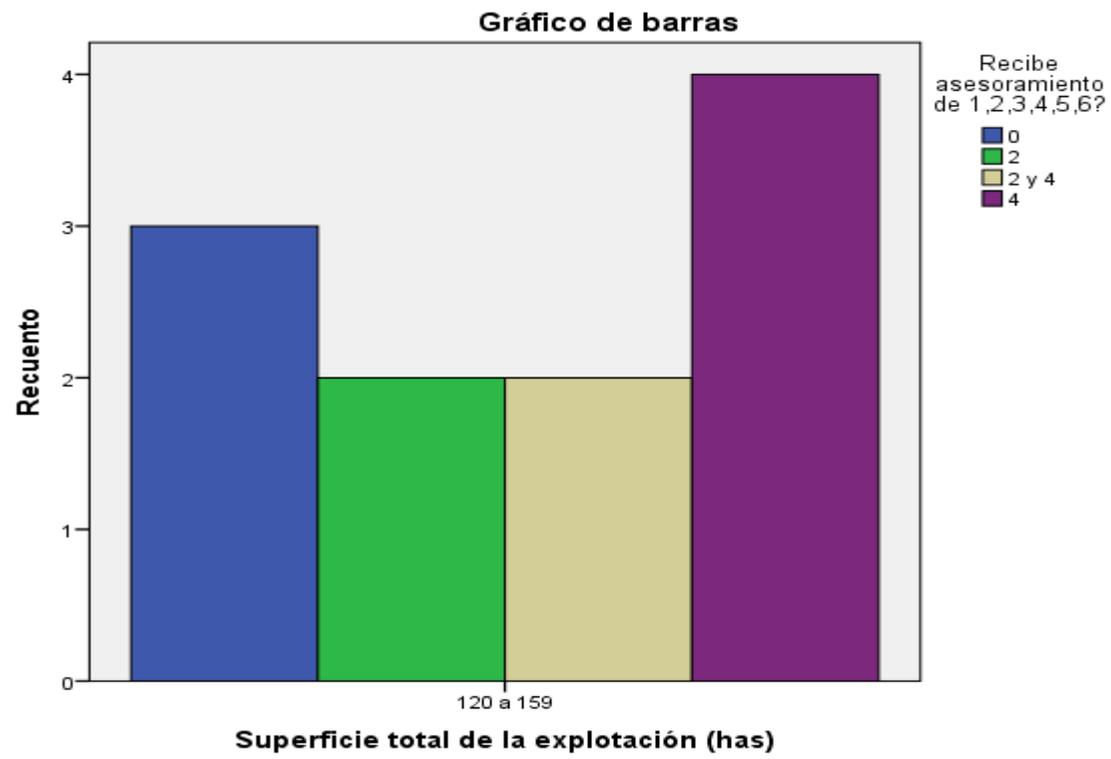
			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?							Total	
			0	1, 2 y 4	1, 2, 4 y 5	1,2,4	2	2 y 4	2 y 4		4
Superficie total de la explotación (has)	80 a 119	Recuento	6	1	1	1	1	1	4	6	21
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	28,6%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	19,0%	28,6%	100,0%
Total		Recuento	6	1	1	1	1	1	4	6	21
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	28,6%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	19,0%	28,6%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 120 a 159 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

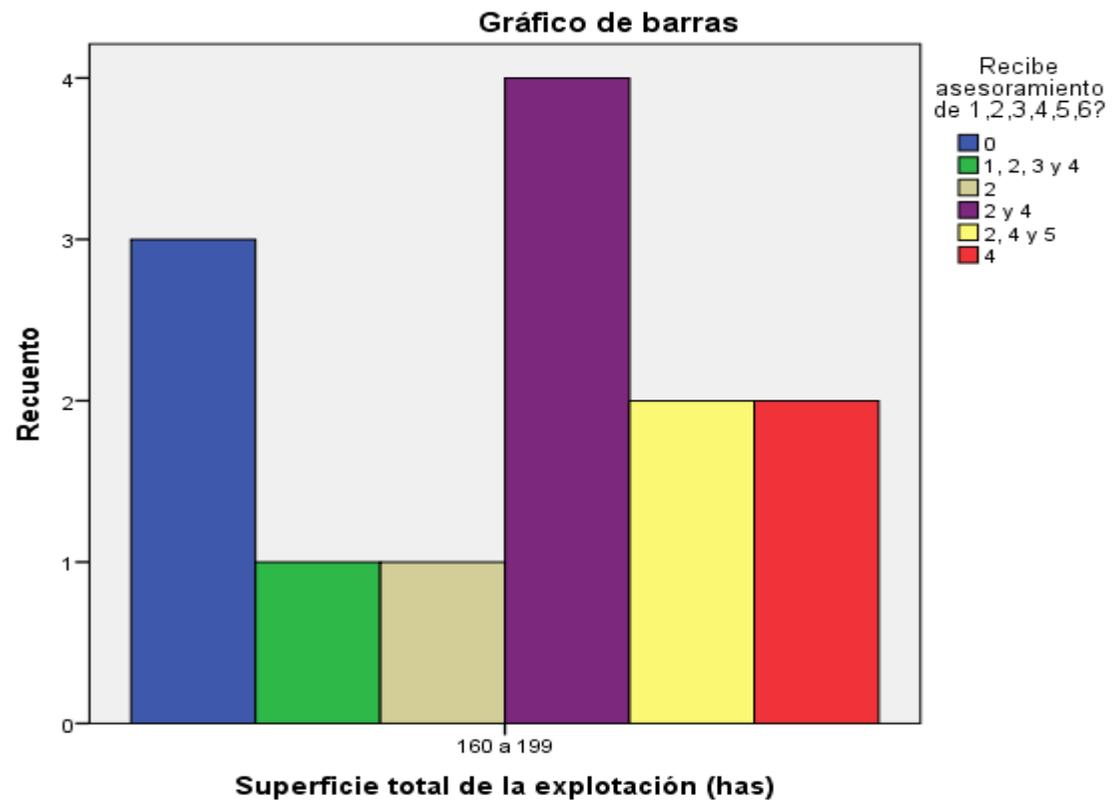
		Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?				Total
		0	2	2 y 4	4	
Superficie total de la explotación 120 a 159 (has)	Recuento	3	2	2	4	11
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)	27,3%	18,2%	18,2%	36,4%	100,0%
Total	Recuento	3	2	2	4	11
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)	27,3%	18,2%	18,2%	36,4%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 160 a 199 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

		Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?						Total
		0	1, 2, 3 y 4	2	2 y 4	2, 4 y 5	4	
Superficie total de la explotación 160 a 199 (has)	Recuento	3	1	1	4	2	2	13
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)	23,1%	7,7%	7,7%	30,8%	15,4%	15,4%	100,0%
Total	Recuento	3	1	1	4	2	2	13
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)	23,1%	7,7%	7,7%	30,8%	15,4%	15,4%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 200 a 499 has.

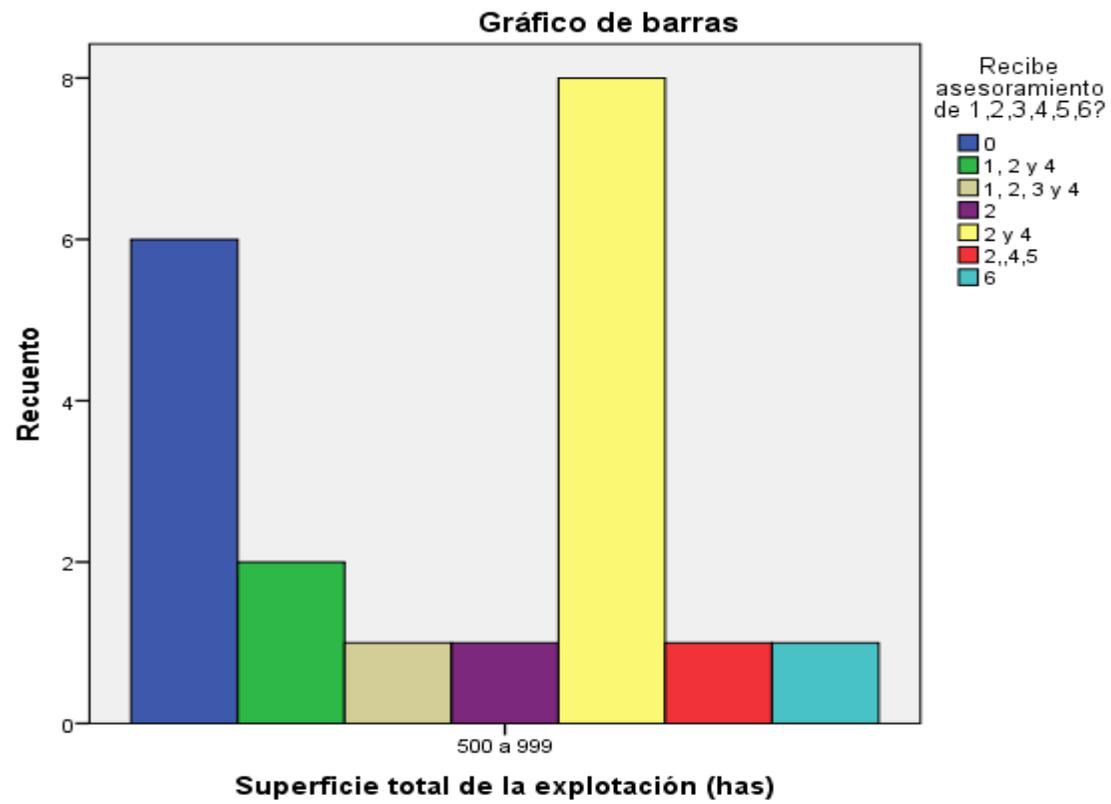
Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?								Total	
			0	1	1, 2	2	2 y 3	2 y 4	2, 4 y 6	4		6
Superficie total de la explotación (has)	200 a 499	Recuento	11	2	1	4	1	5	1	12	1	38
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	28,9%	5,3%	2,6%	10,5%	2,6%	13,2%	2,6%	31,6%	2,6%	100,0%
Total		Recuento	11	2	1	4	1	5	1	12	1	38
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	28,9%	5,3%	2,6%	10,5%	2,6%	13,2%	2,6%	31,6%	2,6%	100,0%

Superficie total de la explotación: De 500 a 999 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

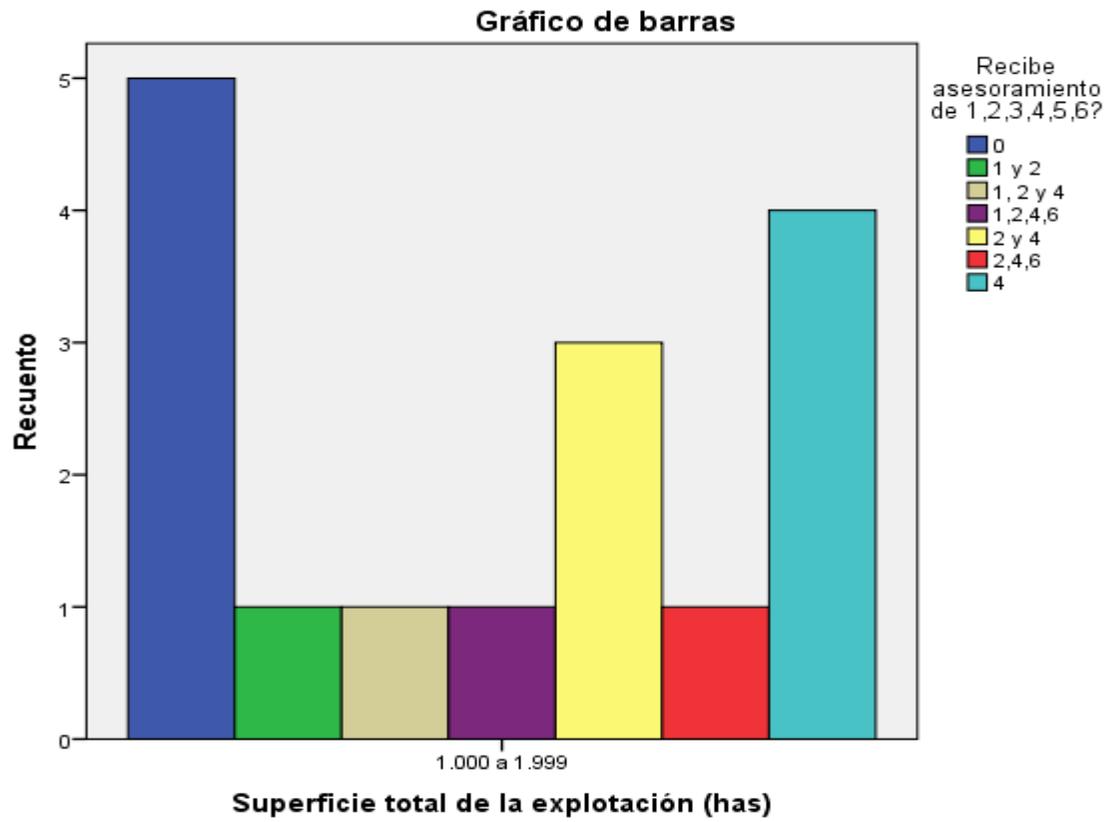
			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?						Total	
			0	1, 2 y 4	1, 2, 3 y 4	2	2 y 4	2,,4,5		6
Superficie total de la explotación 500 a 999 (has)	Recuento		6	2	1	1	8	1	1	20
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		30,0%	10,0%	5,0%	5,0%	40,0%	5,0%	5,0%	100,0%
Total	Recuento		6	2	1	1	8	1	1	20
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		30,0%	10,0%	5,0%	5,0%	40,0%	5,0%	5,0%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 1000 a 1999 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

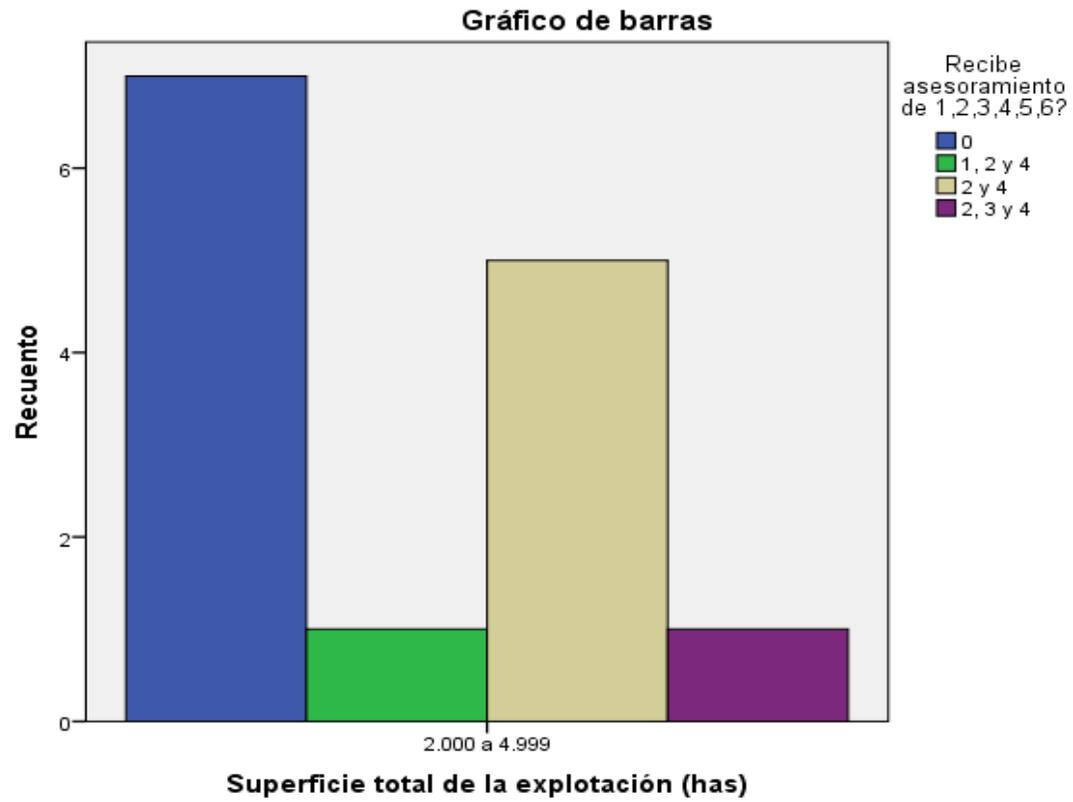
			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?						Total	
			0	1 y 2	1, 2 y 4	1,2,4,6	2 y 4	2,4,6		4
Superficie total de la explotación (has)	1.000 a 1.999	Recuento	5	1	1	1	3	1	4	16
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	31,3%	6,3%	6,3%	6,3%	18,8%	6,3%	25,0%	100,0%
Total		Recuento	5	1	1	1	3	1	4	16
		% dentro de Superficie total de la explotación (has)	31,3%	6,3%	6,3%	6,3%	18,8%	6,3%	25,0%	100,0%



Superficie total de la explotación: De 2000 a 4999 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?				Total
			0	1, 2 y 4	2 y 4	2, 3 y 4	
Superficie total de la explotación 2.000 a 4.999 (has)	Recuento		7	1	5	1	14
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		50,0%	7,1%	35,7%	7,1%	100,0%
Total	Recuento		7	1	5	1	14
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		50,0%	7,1%	35,7%	7,1%	100,0%



Superficie total de la explotación: Más de 5000 has.

Superficie total de la explotación (has)*Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6? tabulación cruzada

			Recibe asesoramiento de 1,2,3,4,5,6?					Total	
			0	1, 2 y 4	1,2,4	2 y 3	2 y 4		2, 4 y 6
Superficie total de la explotación 5.000 ó más (has)	Recuento		5	1	1	1	3	1	12
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		41,7%	8,3%	8,3%	8,3%	25,0%	8,3%	100,0%
Total	Recuento		5	1	1	1	3	1	12
	% dentro de Superficie total de la explotación (has)		41,7%	8,3%	8,3%	8,3%	25,0%	8,3%	100,0%

