



Agrocombustibles y agroalimentos

Considerando las externalidades de la mayor encrucijada del siglo XXI

Walter A. Pengue

Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina

El modelo económicamente exitoso de la agricultura industrial que actualmente está en expansión en la Argentina, lleva a cambios sociales, económicos, ambientales y logísticos profundos que restringen seriamente la sostenibilidad de los sistemas rurales, urbanos y ambientales. La transformación de actividades, la llegada de nuevas tecnologías y organizaciones con grandes capacidades financieras y tecnológicas, el desplazamiento de cientos de miles de agricultores de pequeña y mediana escala y su reasignación a nuevas funciones productivas no sólo están afectando la sostenibilidad social del sector rural, sino también las periferias urbanas y periurbanas de pueblos y ciudades localizadas en la Llanura Chaco-pampeana. Ahora, la producción de agrocombustibles como respuesta a la demanda global internacional promoverá aún más la degradación ecológica y social, la cual Argentina ha estado enfrentando desde el inicio de la década de 1990. En términos de la economía ecológica, las externalidades se deberían incluir en los costos de las compañías, y no sólo los costos económicos fijos y variables vinculados a la producción.

Palabras clave: agrocombustibles; soja; cultivos transgénicos; externalidades; economía ecológica

Una intensificación del modelo agrícola y la demanda de agrocombustibles

Argentina casi ha triplicado su producción agrícola, pero también ha perdido, en igual proporción, agricultores y lo mejor de su medio ambiente natural. Hay dos factores principales que promueven la expansión de la producción de maíz y soja: cereales y alimentos en el mercado global para alimentar animales (cerdos y peces) y la nueva demanda de exportación de biocombustible.

La producción de soja se incrementó en proporciones sin precedentes, con cultivos que aumentaron de un área de 38.000 hectáreas en 1970 a más de 16 millones de hectáreas hoy en día (figura 1). Aproximadamente el 70 % de la soja cosechada se convierte en plantas procesadoras de aceite, la mayoría de la cual se exporta, representando el 81% del aceite de soja exportado en el mundo y el 36 % de alimento de soja.

El área total cultivada en Argentina es cuatro veces el área cultivada con maíz, y las tendencias muestran que los cultivos de soja y maíz aumentarán, desplazando a otras cosechas, como el girasol y el sorgo, en la principal área rural de producción en la Pampa, Argentina.

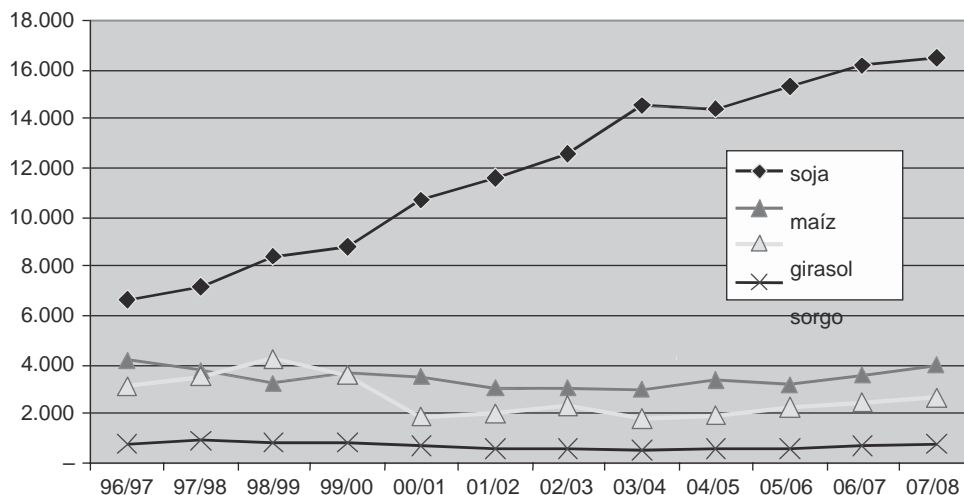
El grado del desplazamiento de cosechas es alarmante. Si comparamos los 10 años pasados de la producción de las principales cosechas de verano

(sorgo, maíz, girasol, algodón, arroz y soja) entre 1995/1996 y 2007/2008, el área de cultivos de sorgo aumentó en 159.320 hectáreas y de maíz en 597.450 hectáreas, mientras que la producción de girasol, algodón, y arroz disminuyó en 750.600, 679.800, y 27.400 hectáreas, respectivamente. La producción de soja se aumentó a 10'597.845 hectáreas de 1996/1997 a 2007/2008. En 1996, se dio la primera cosecha transgénica, soja RR. Para el 2008, toda la soja que se producía en Argentina era transgénica.

El aumento de la producción de agrocombustibles¹ ha estado incrementándose durante los últimos 10 años en un porcentaje alto, asociado a la creciente producción de soja. Argentina tiene un esquema que regula y promueve la producción y uso de agrocombustibles desde 2007 (Carballo, Marco, Anschau, & Hilbert, 2008). La ley decreta el uso de agrocombustibles en el 2010, con una mezcla obligatoria del 5 % de etanol en la gasolina y el 5 % de biodiesel en el gasoil. Se estima que para cumplir con la ley de biocombustibles (N° 26093), se necesitará un volumen de aproximadamente 700 millones de litros de biodiesel y 250 millones de litros de etanol (Carballo et al., 2008). Esto lleva a una demanda de 717.000 m² para el consumo interno, que exige un aumento del área de producción de soja en 1.400.000 has. Esto es aproximadamente el 9 % del área sembrada de soja en el país para el año 2007/2008. Sólo Para el primer año de

Nota del autor: Por favor dirigir correspondencia a Walter A. Pengue, Ecology Group, ICO, Universidad Nacional de General Sarmiento, 1613, J.M.Gutierrez y J.L.Suarez, Buenos Aires, Argentina; e-mail: wapengue@ungs.edu.ar

Figura 1
Evolución del área cultivada (hectáreas × 1000) en Argentina



implementación de la ley, Argentina necesitará 100.000 toneladas de biodiesel, que representan 3'500.000 toneladas métricas de soja (el 9 %). Para obtener 152.000 toneladas de bioetanol, se necesitarán 106.000 hectáreas de maíz (el 3.2 % del área actual) y 550.000 toneladas métricas de soja (el 2.8 %).

Los agrocombustibles son un nuevo componente importante de la intensificación agroindustrial. Argentina está enfrentando una revolución en términos de adopción tecnológica. La llegada del sistema de siembra directa, vinculado a la soja transgénica y su herbicida asociado (el glifosato) significa que más soja puede sembrarse (Dalgaard y otros., 2007), y el mercado internacional promueve esto en un grado inimaginable.

La combinación de estas dos técnicas incrementó el nivel de la agricultura intensiva para la exportación. El objetivo principal es competir en el mercado mundial agrícola. Esto no es una tarea fácil ya que la subvención a la agricultura recibida en muchos países, a menudo, distorsiona el mercado.

Sin embargo ahora, mientras todavía nos esforzamos por manejar este crecimiento desigual, el país enfrenta un nuevo dilema más potente: el abastecimiento de materias primas tiene que aumentarse adicionalmente, ampliando las fronteras rurales mucho más allá de cualquier límite racional. La demanda de bioenergía ha afectado el escenario de los alimentos y la energía a nivel regional y global, y tiene un fuerte impacto económico. Esto probablemente llevará a una situación donde millones de toneladas de alimentos serán usados para suplir la voracidad de energía no sostenible de economías sobre-desarrolladas, empeorando así la desigualdad global que ya existe entre la mayoría de los miembros de la especie humana.

En el 2007, Argentina exportó 300.000 toneladas métricas de biodiesel, de las cuales el 75% fue a los Estados Unidos y el 25% directamente a la Unión

que exportaban biodiesel, con una capacidad de producción de aproximadamente 600.000 toneladas al año. En 2008, siete plantas más empezaron operaciones. Para principios de 2009, se calculaba una producción de biodiesel de aproximadamente 1.1 millones de toneladas.

No es un asunto sin importancia decidir si hay que inyectar nuestros alimentos en los tanques de combustible de 800 millones de vehículos o si hay que hacerlos más accesibles a los estómagos hambrientos de 2 mil millones de seres humanos. No es un asunto económico, ni tampoco tecnológico, es simplemente una cuestión ética, que ni la sociedad global ni los gobiernos examinan en la manera relevante y justa que ella merece.

La biomasa es una alternativa muy interesante para la producción de combustible, si no proviene de las cosechas. La biomasa puede venir de los residuos del sector urbano y rural, la industria maderera, la industria alimentaria, y otras fuentes. Hasta ahora, el mundo no está realmente preparado para producir la energía de cosechas, a no ser que se ignoren las consideraciones ambientales y sociales de esta decisión. La caña de azúcar es actualmente la principal materia prima para la producción de etanol en Argentina (Hoff, 2007). Además de esto, también hay un interés en el uso de sorgo para la producción de etanol. Allí existen aproximadamente de 15 a 16 productores de pequeña escala de bioetanol que sirven a las industrias de bebidas, alimentos y farmacéuticas. El proyecto BIOFAA² ha sido diseñado para asistir a agricultores de pequeña y mediana escala que desean producir su propio combustible de aceite de semilla de canola o de soja.

Exterioridades de la demanda de agrocombustibles

Hay muchas externalidades negativas (también llamadas costos externos o deseconomías externas)

Tabla 1
Externalidades

$$\text{Costo social} = \text{Costo privado} + \text{Externalidad}$$

relacionadas con las consecuencias ambientales de producción y uso de los recursos naturales, tales como la sobreexplotación, la destrucción de hábitats, o la acumulación de contaminantes que afectan el ambiente y la sociedad.

Éstos son costos directos que el sector privado no reconoce pero que afectan la sociedad entera. Las externalidades tienen que incorporarse al costo privado de las compañías (Figura 1), pero si se incorporan, el costo de producción estaría por encima de los ingresos de estas compañías. Por consiguiente, las externalidades no se están poniendo en práctica en el modelo de agricultura actual y los resultados de este fracaso son bien conocidos: la sobreexplotación de la naturaleza prístina, y la contaminación y degradación de los agroecosistemas del mundo.

La Economía Ambiental (Pearce, 1976; Turner, Pearce y Bateman, 1993) es el estudio de vías de incorporar externalidades a los gastos de las compañías; David Pearce y otros economistas han estado promoviendo esto durante décadas. Pero todo esto se ha hecho bajo la utilización de un método de análisis monocriterial, llamado análisis crematístico (donde prima solo el valor monetario). La economía ecológica (Costanza, Cumberland, Daly, Goodland y Norgaard, 1997) tiene esta condición en cuenta, pero amplía el enfoque de los diferentes modos de valoración, de manera que incluyan no sólo consideraciones económicas sino también que tengan en cuenta otras cuestiones como el metabolismo social y los indicadores biofísicos (nutrientes, agua virtual³, HANPP⁴), las tendencias de consumo de energía, la degradación natural, y la contaminación.

Por lo general, el productor que crea la externalidad no incorpora los efectos de las externalidades en sus propios cálculos. Los productores están interesados en la maximización de sus propios beneficios. Ellos sólo tendrán en cuenta su propio costo privado y sus propios beneficios privados, haciendo caso omiso a los costos sociales.

Pero, desde el punto de vista de la economía ecológica, las externalidades no se consideran en términos del dinero o costos solamente. Para entender el agotamiento ambiental, es más útil estudiar la situación de los indicadores biofísicos, el metabolismo natural y rural y sus tendencias.

No es posible encontrar una solución para la degradación ecológica global si no hay ninguna restricción en las demandas de energía y la expansión económica. Una parte del mundo trata de producir agrocombustibles, en especial los países en vía de desarrollo, y las tierras para producir estas nuevas cosechas de energía (soja, palma, maíz) se obtienen

a través del desplazamiento de otros cultivos. La producción de Agrocombustibles en países como Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay, Colombia, y varios países de Centroamérica tiene un impacto enorme, no sólo en términos de transformaciones agronómicas sino también en términos de los siguientes problemas ecológicos:

- Aumento de deforestación
- Reducción de nutrientes
- Pérdida de biodiversidad
- Pérdida del paisaje
- Aumento de riesgos de contaminación ambiental
- Pérdida de agua virtual

Aumento de la deforestación

Uno de los argumentos a favor de la agricultura industrial es el siguiente: Desde mediados de los noventa, se afirmaba que la implementación de nuevas tecnologías, como los cultivos transgénicos, aumentarían la productividad y detendrían la expansión agrícola en áreas prístinas. Esto no ha pasado en ninguno de los países que comenzaron a producir cultivos transgénicos.

En los últimos 5 años, en países como Argentina o Brasil, los nuevos eventos transgénicos (soja y maíz) son la punta de lanza tecnológica que facilita la expansión del modelo agroenergético.

Tampoco se ha considerado cómo esta continua demanda de nueva tierra en Argentina, Brasil, y Paraguay ha hecho que masas forestales enteras pasen a agricultura, posibilitando con esto, debido a la deforestación intensa, la extracción y quema de materia orgánica del suelo y una enorme cantidad de gases de invernadero. Sólo en la región Chaqueña, la adición de 3'000.000 de nuevas hectáreas de cosechas (maíz, soja, girasol, colza, poroto y jatropha) se está considerando.

Los índices de deforestación en algunas regiones de Argentina son similares o más altos que los de África (figura 2). Los estados como Santiago del Estero, Santa Fe o Misiones tienen índices muy altos de deforestación. Una nueva ley que entró en rigor en el 2008 para tratar de detener la deforestación no está sirviendo, por la falta de un control adecuado a nivel del territorio. Mientras tanto, se ha adoptado otra ley para promover la producción de biocombustibles en el país.

La tierra cultivable se hace más escasa año tras año. La tierra disponible es sobreexplotada con modelos de producción que son insostenibles. La calidad de la nueva tierra adicionada disminuye cada día, y rápidamente se agota por procesos cada vez más erosivos.

En Las Pampas, la principal área agrícola para la producción de alimentos en Argentina que cubre alrededor de 55'000.000 de hectáreas, ya no hay más

Figura 2
Porcentajes de deforestación en Argentina

| <i>Pais/Region/Provincia</i> | <i>Tasa Anual de Deforestacion</i> |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Mundo | - 0,23 % |
| Africa | - 0,78 % |
| Sud America (1999/2000) | - 0,44 % |
| Sud America (2000/2005) | - 0,50 % |
| Argentina | - 0,85 % |
| Santiago del Estero | - 1,18 % |
| Santa Fe | - 0,95 % |
| Chaco | - 0,57 % |
| Misiones | - 1,33 % |
| Yungas | - 0,32 % |

Fuente: Menendez (2007), Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina.

terreno rural para producir cosechas, incluyendo la tierra que ha sido históricamente usada en un sistema de rotación agrícola-ganadera. Durante los últimos 10 años esta tierra ha sido desplazada por tierra agrícola permanente (agriculturización). Este es un proceso muy importante que no sólo cambia el paisaje de la Pampa sino que también pone en peligro el equilibrio de nutrientes.

Otro proceso muy importante que Argentina está enfrentando ahora es la *pampeanización* (Pengue, 2005b). La pampeanización se refiere a la aplicación del modelo rural, económico, financiero y agronómico específico de la Pampa a aquellas regiones ecológicas del norte de Argentina y el centro de Sudamérica, que no son similares a la Pampa. El proceso lo está promoviendo la actual disposición de tecnología (cultivos transgénicos adaptados a las condiciones ambientales y sin labranza) y las nuevas demandas de agrocombustibles. La transformación del paisaje del medioambiente del norte del país es muy significativa (Pengue, 2008). La deforestación en el norte de Argentina (Pengue, 2005a) implica la pérdida de la biodiversidad, la liberación de gases de invernadero, y la pérdida de nutrientes (figura 3). La tierra que ha sido recién transformada al norte del

Figura 3
Deforestación y siembra de soja transgénica al norte de Argentina (Las Lajitas, Salta)



Foto: Pengue (2004).

país durante los últimos años suman 2'200.000 hectáreas.

Incremento de los riesgos ambientales y sociales

La agricultura industrial (Pengue, 2005b) que está en expansión en toda América Latina corroe otros procesos de producción y desplaza cientos de alternativas que son eficaces para el consumo local y regional, las cuales también están prácticamente amenazadas hoy.

Actualmente, la discusión sobre la pérdida de la soberanía alimentaria y en el acceso a una dieta suficiente y equilibrada pone en peligro las economías agrarias de países como Argentina, que podría duplicar fácilmente su producción diversificada en vez de concentrarse en el monocultivo de soja, que actualmente da cuenta del 50 % de la producción de cereales, y ha desplazado otros productos como la leche, ganado, frutas, verduras y cereales; y prácticamente los ponen en riesgos de desaparecer.

Otro problema relacionado con el precio de los alimentos es que si los precios del producto siguen elevándose (maíz, soja, y muchos otros), las industrias competirán para obtenerlos (como es ya el caso de las agroindustrias de alimentos y energía) dejando finalmente a gran parte de la población sin acceso a los alimentos.

Además, los modelos intensivos de producción agrícola han aplastado los modelos de la agricultura familiar (Pengue, 2008), que eran los que producían una variedad más grande de productos dirigidos al rápido consumo de la población local. Debemos recordar que éste último, es el modo como se producen más del 50% de los alimentos en América Latina.

En América Latina, dos tercios de la población, es decir aproximadamente 400 millones de seres humanos, no tienen acceso regular a los alimentos. Un presidente de la región recientemente prometió tres comidas calientes al día para toda la población. Aquel presidente no sabía que en ese preciso momento literalmente no había suficiente comida en el territorio del país, porque él o ella habían orientado el país exclusivamente hacia las exportaciones de productos. La tierra es escasa e independientemente del destino que le demos estará estrechamente ligado al destino de nuestras propias naciones. En Brasil, este modelo todavía puede ampliarse, aunque obviamente a un costo ambiental, pero en otros países de la región, éste ya no es el caso (p.ej, Argentina).

El dilema de elección entre biocombustibles o comida es una realidad en Argentina. Hay un límite de tierra disponible (Pengue, 2008), y ningún aumento de la productividad de las cosechas puede cambiar este hecho. Hay una seria desigualdad entre un destino y otro, y esto debe revisarse de una manera integral más que parcialmente.

H. T. Odum y E. Odum lo declararon claramente, diciendo que el mundo no puede seguir cultivando, consumiendo energía, y dependiendo de este modelo (Odum & Odum, 2001). Nicholas Georgescu

Roegen³, el padre de los economistas ecológicos, declaró (de una forma que nos hizo entender la importancia de la energía en el sistema alimentario) que *no existe nada como eso de una comida gratis*.

Pérdida de biodiversidad y pérdida cultural

Los recursos naturales y humanos de América Latina podrían sostener su propio desarrollo a largo plazo. Un 23% de su tierra es apta para la agricultura, y otro 23% es selva tropical (casi la mitad de las selvas tropicales del mundo están en América Latina). Un 13% del área son pastizales, y la región tiene el 31% del agua dulce disponible del planeta (Morello, 1983). Además, éste es el hogar de ricas reservas de energía renovable y no renovable, y es la región más rica del planeta en términos de biodiversidad.

De los 12 llamados países de megadiversidad, 5 están en América Central y América del Sur: México, Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil. Sin embargo, esa riqueza no ha creado la calidad de vida o ambiental que los pueblos de América Latina deberían tener. Esto se debe a que los gobiernos se han concentrado en un modelo de desarrollo defectuoso que ha excluido a la mayoría de la gente, sobre todo durante los últimos 30 años.

Argentina es un país de diversidad media con importantes especies endémicas (*Astronium balansae*, *Schinopsis balansae*, *Prosopis kuntzei*, *Tabebuia avellanadae*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Patagonula americana*), que están en el peligro en el nordeste y el occidente del país.

Con más de 1 millón de kilómetros cuadrados de tamaño, el Gran Parque Chaqueño es el segundo ecosistema más grande en el continente americano, después del Amazonas. Atraviesa cuatro países: Argentina, Paraguay, Bolivia, y Brasil; es una de las áreas con la biodiversidad más rica de la Tierra.

El Chaco (Morello, 1983) es una enorme llanura de bosque seco, sabana, y formado de sedimentos de las cuevas orientales de los Andes. Aproximadamente 630.000 km² (Naumann & Madariaga, 2003) o cerca del 60% de la región está en Argentina.

La parte occidental del Chaco es la más seca y cae dentro de las zonas áridas y semiáridas. La vegetación del Chaco occidental consiste montes bajos con un denso nivel de plantas bajas y gramíneas. La parte del Este del Chaco se considera seca, sub-húmeda y se caracteriza por bosques que se mezclan con la sabana (Morello & Hottt, 1987).

Los bosques se conocen comúnmente por los productos que proporcionan: madera, leña, forraje, y otros no madereros. Menos comúnmente conocido es el hecho que los bosques también proporcionan una cantidad crucial de servicios ambientales muy útiles para la sociedad, pero cuyo valor en términos económicos (monetarios) es muy bajo.

El papel del bosque en absorber el carbono de la atmósfera, proteger las cabeceras de las vertientes de agua, conservar la biodiversidad y los bancos de genes para futuras generaciones, proveer la belleza paisajística, la regulación del ciclo del agua y el clima, la formación de suelo, el reciclaje de nutrientes, y la polinización de plantas deben considerarse no sólo en términos económicos sino también en términos de los servicios brindados a los seres humanos.

En Argentina no hay más tierra apta para ser cultivada. Las nuevas tierras, como aquellas de las fronteras agrícolas de la región del Chaco, son áreas ricas. Estas áreas deberían ser valoradas por su riqueza total; su valor incluye el valor económico así como el valor ecológico y social relacionado con la biodiversidad y la conservación. Éstas son tierras agrícolas potenciales (con limitaciones), pero con más importancia para la biodiversidad y la conservación en términos de servicios ambientales.

Aproximadamente 4 millones de personas viven en el bosque del Chaco, la mayoría son indígenas que depende de la comida y el agua del bosque. La pérdida de los recursos del bosque afecta no sólo la dieta de la población local, sino también su sustento.

Muchas variedades de preciosos árboles de quebracho (*Schinopsis balanxae*, *Aspidosperma quebracho blanco*) crecen en los bosques del Chaco, como el “quebracho”, que se ha usado para hacer los durmientes de los ferrocarriles, alrededor del mundo durante los últimos 100 años. Cuando se limpian los bosques para hacer plantaciones de soja, estos árboles a menudo son quemados o ilegalmente vendidos. Esto lleva a pérdidas económicas enormes. El bosque del Chaco es el hogar del armadillo gigante, que está en peligro de extinción. Cuando estos bosques son destruidos, matan a cualquier animal que se atraviese al paso de la excavadora. Los armadillos y otros mamíferos más pequeños son con frecuencia quemados junto con los pilas de árboles derribados a lo largo de los espacios recién deforestados.

El quebracho es un árbol endémico originario del Chaco, cuando los cortadores destruyen este árbol, destruyen un ecosistema entero que proporcionó servicios ambientales a la sociedad.

Los bosques secos del Chaco proporcionan una gran variedad de servicios ambientales. También la madera del quebracho rojo y blanco (*Schinopsis lorentzii* y *Aspidosperma quebracho blanco*) se mal utiliza en la producción de carbón y extracción de taninos. Varias especies de árboles leguminosos (*P. alba* y *P. nigra*) son importantes por sus vainas de semilla y madera, proporcionando comida para la gente y el ganado, como así también material para aserraderos y productos medicinales (Fernandez & Busso, 1997).

Varios animales del Chaco proporcionan la comida para la subsistencia de los cazadores, así como pieles para el uso comercial, incluyendo lagartos tegu (*Tupinambis rufescens* y *T. teguiztin*) y pecarís.

Los lagartos Tegu, que se encuentran al este de

los Andes de Sudamérica, han sido tradicionalmente cazados como alimento, pero hoy en día también los están cazando por sus pieles. Con las pieles se fabrican diferentes artículos de cuero, sobre todo botas vaqueras, y se comercializan internacionalmente. En la década de 1980 un promedio de 1.9 millones de pieles de lagarto de Sudamérica, incluyendo Argentina, se exportaban al año de manera ilegal (principalmente a los Estados Unidos, Canadá, México, Hong Kong, Japón, y Corea (Fitzgerald, 1994).

La gente caza tres especies de pecarís por su carne y su piel. Dos especies, el pecarí tajuca (*Tayassu tajacu*) y el pecarí de labios blancos (*T. pecari*), son más prolíferas que el pecarí del Chaco (*Catagonus wagneri*). La variedad geográfica y población mucho más pequeños del pecarí del Chaco, al igual que sus hábitos diurnos y estrategia de defensa limitada (defender su tierra en vez de huir) lo han hecho mucho más susceptible a la caza que otros pecarís.

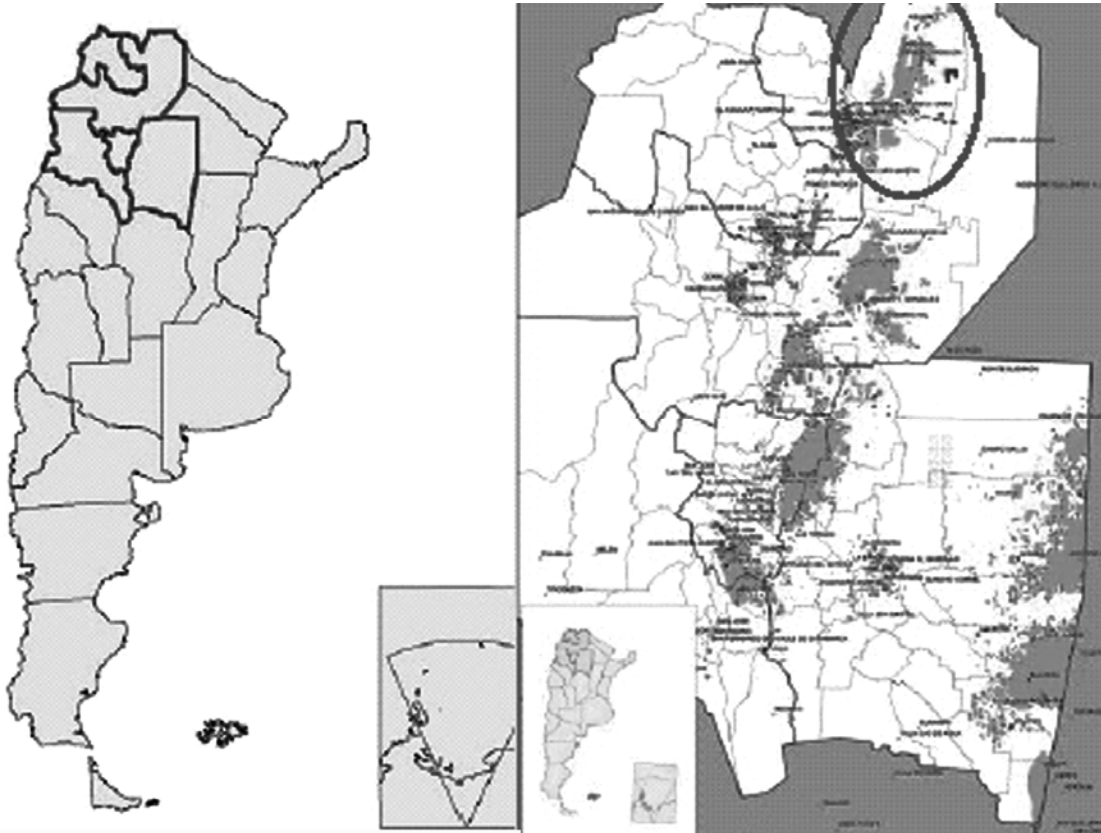
La “miel de monte” es una fuente muy importante para los nativos, quienes la han utilizado por siglos como alimento y medicina natural. Los pesticidas y las quemadas están afectando a las abejas nativas, al igual que otras especies.

Toda la región del Chaco (incluso partes de Bolivia y Paraguay así como de Argentina) alberga 2.000 especies de plantas aproximadamente, de las cuales al menos 90 son endémicas (Noss, Mares y Díaz, 2003); y al menos 85 especies de pequeños mamíferos, en particular el chanco pecarí (*Catagonus wagneri*). El bosque de espino semiárido y la estepa de la región se consideran un hábitat favorable para este animal, con semillas de legumbre, raíces, y cactus los cuales son componentes importantes de su dieta (Nowak, 1995).

Los roedores tienen un alto grado de endemismo en el Chaco, incluyendo la vizcacha Chalchalera (*Salinoctomys loschalchalerosorum*) que se descubrió hace poco, descrito como uno de los mamíferos más raros en el mundo posiblemente, con sólo dos especímenes registrados en las Salinas Grandes, Argentina (Mares y otros. como se cita en Noss y otros, 2003). Un número de especies de aves de casi 500, con varias endémicas. Las aves más representativas del Chaco y regiones vecinas incluyen el mayor ñandú (*Rhea americana*), el cuervo rey (*Sarcoramphus papa*), el buitre de pecho negro (*Geranoaetus melanoleucus*), y el águila coronada (*Harpyhaliaetus coronatus*). Muchos de estos individuos, como los distintos tipos de roedores, serpientes, y aves son las primeras víctimas de la deforestación.

Las personas no están en una mejor situación en lo que se refiere a diversidad. La población humana total para todo el Chaco se estima en 2.810.000 (Noss y otros, 2003). Para Argentina solamente, la población es aproximadamente de 2'600.000, o casi el 93 % de la población de la región. Las ciudades más grandes

Figura 4
Principales estados de Argentina donde el sorgo resistente al glifosato se esparce



Fuente: Olea (2008)

en el Chaco argentino son Resistencia, Formosa, y Santiago del Estero. Con más del 75 % de la población del Chaco viviendo en áreas urbanas, la densidad de población humana para la región es muy baja en general; para el Chaco argentino, la densidad es aproximadamente 4 personas por kilómetro cuadrado (Noss et al., 2003). La gente que vive en áreas dispersas y pequeños pueblos son generalmente criollos⁶ (campesinos) o indígenas.

A pesar de la riqueza del Chaco en diversidad cultural y densidades de población bajas, sus residentes no disfrutaban de un nivel de vida alto. En general, los Indígenas del Chaco argentino se volvieron más sedentarios debido a la colonización y dependen del salario por el trabajo en los ingenios azucareros, en la industria maderera y en establecimientos agropecuarios contratados como peones. La cancelación de los servicios ecosistémicos, entre ellos los productos de la biodiversidad del Chaco ha restringido la posibilidad de mantener una existencia bajo la obtención del sustento tradicional a los pueblos indígenas (Molinero, 1999).

La actual demanda de la soja, sus precios en el mercado global, y la devaluación de estas tierras y

tierras firmes en su producción produjeron una enorme presión a toda esta gente. Los grandes agricultores de otros estados (Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe) están entrando al Chaco y comprando las tierras de los indígenas, amenazando sus casas, y poniendo sus vidas mismas en riesgo (Branford, 2004).

El cambio en los servicios ecosistémicos causados por la intensa producción de pasturas (para el ganado) y cultivos de soja, incluyendo la modificación en la composición de la flora, la creciente erosión del suelo, las inundaciones en las ciudades de la cuenca (Tartagal, Santa Fe), incrementó la invasión de plantas exóticas y facilitó la transmisión de enfermedades infecciosas (Bertonatti & Corcuera, 2000).

Las bioinvasiones son una nueva consecuencia que está relacionada directamente con el sistema de monocultivo de sembrar soja continuamente. La aparición del Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistentes al glifosato (SARG) en la soja RR es uno de estos resultados (Vila-Aiub, Balbi, Gundel, Ghera, & Powles, 2007, Pengue, Monterroso y Binimelis, 2009).

Figura 5
Tierra invadida por *Sorghum halepense* en los alrededores de Villa Angela (Provincia del Chaco, Argentina)



Fuente: Pengue (2007).

El aspecto de resistencia en varias malezas, que está relacionado con la agricultura industrial, es un caso de mucha importancia (Tuesca, 2007), relevante en términos económicos y ecológicos. La resistencia al glifosato en Sorgo de Alepo o Johnsongrass⁷ (Service, 2007) es un resultado de la intensificación en la extensión de soja transgénica en el norte argentino. Hasta ahora, casi 200.000 hectáreas en varias partes del norte han sido invadidas por este nuevo biotipo de sorgo resistente (figura 4).

El carácter de resistencia al glifosato se desarrolló por el proceso de selección natural después de años de fumigar con glifosato los campos de soja. En el nordeste y el noroeste del país, se recomendaba a los agricultores que aumentaran la aplicación de glifosato, incluso en combinación con otros herbicidas, como el 2,4 D. En esta área, el control de malezas siempre era más complicado.

Otra consecuencia de la expansión de la agricultura industrial es el aumento creciente de los herbicidas, lo que significa que los agricultores de pequeña y mediana escala no pueden usar herbicidas para controlar las malezas, sin endeudarse de forma peligrosa.

En algunos casos, la situación es tan apremiante para los campesinos que dejan sus tierras (ya que no tienen ni el dinero para aplicar herbicidas, ni la maquinaria para el control mecánico).

El *Sorgo de Alepo* es una maleza muy prolífica que invade la tierra rápidamente, con graves consecuencias económicas y sociales para el agricultor de pequeña escala: migración o desplazamiento a otras tierras (figura 5).

Algunas estimaciones de científicos expertos en malezas de Argentina muestran que si el 25 % de la superficie

rural fuera invadido por SARG (Sorgo halepense resistente al glifosato), el costo para controlar sólo esta “nueva maleza” aumentará a \$ 50,27 millones de dólares, y si la superficie completa se viera implicada, el costo se elevaría a \$ 201 millones de dólares (Tuesca, Nisensohn, & Papa 2007). Para concluir, sólo una maleza es suficiente para duplicar el costo del herbicida relacionado con la soja.

Reducción de nutrientes

Uno de los efectos más importantes de la intensificación de la agricultura se relaciona con la reducción de nutrientes en el suelo. Se ha hablado a fondo de la situación en Pengue (2005b). La reducción de la fertilidad del suelo en los establecimientos agrícolas es una de las causas biofísicas fundamentales de la reducción de la producción de alimentos per cápita, que podría afectar la estabilidad y seguridad alimentaria en varios países de Sudamérica.

La práctica de remover parte o todas las cosechas cultivadas en el suelo acelera la pérdida de nutrientes del mismo. La remoción de las cosechas interrumpe el proceso cíclico de las plantas de toma y liberación de los nutrientes. Lamentablemente, el riesgo del stress por pérdida de nutrientes en Sudamérica es muy importante y más importante aún que los problemas relevantes relacionados con el drenaje, la inundación, las heladas y otras limitaciones ambientales (tabla 2).

Ahora las cifras están aumentando con la creciente demanda de producción y exportación de soja en Brasil y Argentina. En el caso de Argentina, la extracción de nutrientes más importantes es relevante, sobre todo lo que ha estado sucediendo durante los últimos 10 años (figura 6; Pengue, 2006).

El monocultivo de soja siempre ha llevado a la erosión, sobre todo en áreas donde no es parte de una larga rotación. La pérdida de suelo ha alcanzado un ritmo promedio de 16 toneladas por hectárea en el medio oeste los Estados Unidos por año, mucho mayor que su sostenibilidad, y los niveles de pérdida de suelo en Brasil y Argentina, por año, se estiman entre 19 y 30 toneladas por hectárea dependiendo del manejo, declive y clima. Los agricultores incorrectamente creen que los sistemas de siembra directa los alejarán de la erosión. Es correcto asumir que la siembra directa puede reducir la pérdida de suelo, pero con el advenimiento de la soja resistente al herbicida, muchos agricultores ahora cultivan en tierras que se erosionan muy fácilmente, en particular en las áreas marginales. La investigación muestra que a pesar de superficie mejorada del suelo, la erosión y los cambios negativos de la estructura del suelo todavía pueden ser sustanciales en tierras de fácil erosión si la capa de maleza se reduce.

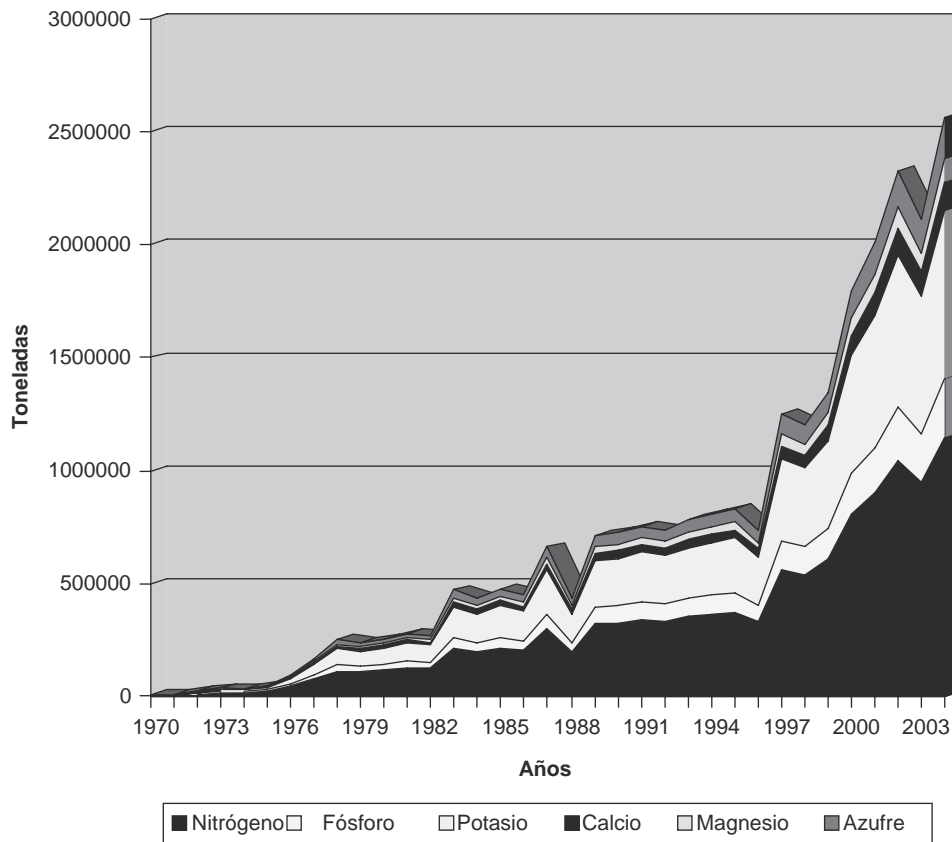
El monocultivo de soja a gran escala está dejando los suelos del Chaco inutilizables. En áreas de suelos pobres, los fertilizantes y la cal tendrán que aplicarse

Tabla 2
Recursos en tierras globales y sus limitaciones para la agricultura (porcentaje)

| | Sequía | Estrés Mineral | Erosión | Inundación | Helada | Sin Limitación |
|-----------------|--------|----------------|---------|------------|--------|----------------|
| Norte América | 20 | 22 | 10 | 10 | 16 | 22 |
| Centroamérica | 32 | 16 | 17 | 10 | — | 25 |
| Suramérica | 17 | 47 | 11 | 10 | — | 15 |
| Europa | 8 | 33 | 12 | 8 | 3 | 36 |
| Asia del Sur | 43 | 5 | 23 | 11 | — | 18 |
| Asia del Norte | 17 | 9 | 38 | 13 | 13 | 10 |
| Sureste de Asia | 2 | 59 | 6 | 19 | — | 14 |
| Australia | 55 | 6 | 8 | 16 | — | 15 |
| Total de suelos | 28 | 23 | 22 | 10 | 6 | 11 |

Fuente: FAO (1995).

Figura 6
Extracción de nutrientes del suelo durante las temporadas 1970/1971 hasta 2004/2005 para soja en Argentina



Fuente: Pengue (2006).

en grandes cantidades dentro de 2 años. En Bolivia, la producción de soja se amplía hacia el este, y en muchas áreas, los suelos ya están compactados y sufriendo una degradación severa del suelo. Cien mil hectáreas de suelos agotados por la soja fueron dejadas para el pasto del ganado, que a su vez degrada la tierra posteriormente (Altieri y Pengue,

2006). Cuando se abandona la tierra, los agricultores se trasladan a otras áreas donde otra vez siembran soja y repiten el círculo vicioso de la degradación de la tierra.

En Argentina, la monocultura intensiva de soja ha llevado a la masiva reducción de nutrientes del suelo (figura 6; Pengue, 2006). La continua producción de

soja ha extraído aproximadamente 1 millón de toneladas de nitrógeno y más de 300.000 toneladas de fósforo al año. El costo estimado para reponer esta pérdida nutritiva con fertilizantes minerales es de \$2.000 millones de dólares. Argentina pierde al año, por externalidades no consideradas, aproximadamente el 20 % de sus ganancias de la exportación de soja. Los niveles aumentados de nitrógeno y fósforo encontrados en varias cuencas de los ríos de América Latina están seguramente relacionados con el aumento de la producción de soja. Esta otra externalidad, es decir la contaminación de las cuencas de los ríos, aún no se ha considerado. La reducción de nutrientes y contaminación agroquímica está siendo confirmada en las cuencas principales de Argentina (cuenca del Río de la Plata, cuenca del Río Lujan y otras), y los contaminantes terminan directamente en la ciudad de Buenos Aires a través del río Paraná.

Agua virtual en la Exportación del Biodiesel

El agua virtual es la cantidad de agua necesaria total para la producción de un determinado bien. Con el comercio internacional de grano o cualquier producto (biodiesel, bioetanol), hay un flujo virtual del agua de países productores y exportadores a países importadores y consumidores de esos bienes. Un país con déficit hídrico puede importar productos que requieren mucha agua para su producción en vez de producirlos en el país. Hacerlo así, permite verdaderos ahorros de agua, aliviando la presión en las fuentes de agua propias o deja disponible el agua para otros objetivos. Los países "ricos" en estos recursos podrían verse afectados por la sobreexplotación por otro lado, de sus fuentes de agua.

La huella hídrica es un indicador del uso del agua que se enfoca tanto en el uso de agua directo como en el indirecto de un consumidor o productor. La huella hídrica de un individuo, comunidad, o negocio se define como el volumen total de agua dulce que se usa para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o la comunidad; o producido por el comercio.

Las huellas hídricas de los biocombustibles se basan en el contenido de agua virtual de las cosechas calculadas por Chapagain y Hoekstra (2004). En su estudio, estos autores han calculado sólo el contenido de agua virtual por cultivo y país. Si el país en cuestión es grande, como por ejemplo Argentina o Brasil, las condiciones crecientes pueden ser distintas en diferentes partes del mismo. Como sólo hay un contenido de agua virtual por cultivo en estos países grandes también, los contenidos de agua virtual de los cultivos no son tampoco valores exactos.

La producción de biomasa para los alimentos y la fibra en la agricultura requiere aproximadamente el 86% del uso del agua dulce mundial. En muchas partes del mundo, el uso del agua para la agricultura

compite con otros usos tales como el abastecimiento urbano y el uso para actividades industriales. En un escenario de degradación creciente y de disminución de fuentes de agua, un cambio de la energía fósil por la energía de biomasa ejerce una presión adicional a las fuentes de agua dulce del planeta.

Hay grandes diferencias en las huellas hídricas para tipos específicos de transportadores primarios de energía. En conjunto, la huella hídrica de la energía de la biomasa es de 70 a 400 veces más grande que la propia para otros transportadores primarios de energía (excluyendo la hidroelectricidad (Gerbens-Leenes, Hoekstra, y Van der Meer, 2008). Sin embargo, esto depende del tipo de cultivo, sistema de producción agrícola y clima. La tendencia hacia una mayor demanda de energía en combinación con la creciente contribución de energía de la biomasa traerá consigo por supuesto, una necesidad de mayor consumo de agua. Esto causa la competencia con otras demandas, como por ejemplo, el agua para los cultivos alimenticios.

Cuando los cultivos se usan para la producción de bioenergía, es más eficiente usar toda la biomasa, incluyendo los tallos y hojas, para generar electricidad, que usar sólo un fracción del cultivo (su azúcar, almidón, o contenido de aceite) para producir el biocombustible. El promedio de la huella hídrica de la energía (m^3/GJ) es un factor de dos a cuatro veces más pequeño para la bioelectricidad (de biomasa completa) que para el bioetanol o el biodiesel. Esto se debe a que para la electricidad, toda la biomasa se puede usar, mientras que para el etanol o biodiesel sólo el azúcar, el almidón o la fracción de aceite de la producción se pueden aprovechar. En general, cuando se considera los biocombustibles para el transporte, la huella hídrica del bioetanol es más pequeña que del biodiesel (Gerbens-Leenes et al., 2008).

Sin embargo, el tiempo de consumo también es relevante. Según de Fraiture, Giordano, y Yongsong (2007), en promedio, 2.400 litros del agua se necesitan para producir la cantidad necesaria de maíz para un litro de etanol en China. En India, en promedio, 3.500 litros de agua de irrigación se reservan para cultivar la cantidad necesaria de caña de azúcar para la producción de un litro de bioetanol (Melkko, 2008). Según Varghese (2007), la producción de 1 litro de etanol requiere en cualquier parte de 1.081 a 1.121 litros de agua cuando es producido del maíz cultivado en los Estados Unidos. Cuando el maíz es irrigado, la cantidad de agua consumida es mayor, aproximadamente 1.568 litros (Melkko, 2008). Cuando el bioetanol se produce de la caña de azúcar cultivada en Brasil, entre 927 y 1.391 litros del agua son necesarios para producir 1 litro de etanol (Melkko, 2008).

El agua virtual está relacionada con el agua necesaria para producir 1 tonelada de una cosecha específica. En el caso de Argentina, el balance de agua virtual para el caso de la soja, que se exporta en totalidad, es negativa, pero muestra la interacción en el intercambio de cereales entre los países de la,

Tabla 3
Balance neto del agua virtual para la producción Argentina de soja
(millones de toneladas cúbicas)

| Soya/Año | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Agua virtual importada | 0.0075 | 0.0080 | 0.0097 | 0.0095 | 0.0094 |
| Agua virtual exportada | 29.86 | 33.33 | 38.68 | 35.08 | 42.55 |
| Balance neto de Agua virtual | -29.85 | -33.32 | -38.67 | -35.07 | -42.54 |

Fuente: Pengue (2006).

región (Bolivia, Paraguay y Brasil exportan una cantidad de cereales a través de la cuenca del Paraná en Paraguay; Tabla 3).

El agua virtual es un indicador físico que puede ayudar a calcular las externalidades de la implementación del modelo agroenergético, considerando la biomasa de los cultivos como su centro. La huella hídrica (Gerbens-Leenes et al., 2008) muestra que la demanda de agua dulce de la biomasa para producir la energía es más alta que la necesitada por otras fuentes de energía (eólica, gas natural, solar, petróleo). En conjunto, la huella hídrica de la energía de la biomasa es de 70 a 400 veces más grande que la huella hídrica de los otros transportadores primarios de energía (excluyendo la hidroenergía). El agua en países, como Argentina, Brasil, Paraguay, o Bolivia no se considera una limitación para la producción de los cultivos. Ahora las cifras demuestran la importancia de empezar a estimar este recurso como parte del correcto funcionamiento del metabolismo rural.

Comentarios finales

La expansión de los cultivos de soja en América Latina representa una amenaza reciente y muy potente para la biodiversidad en Brasil, Argentina, Paraguay, y Bolivia. Los agrocombustibles son una parte importante de este modelo, que debe considerarse desde un punto de vista holístico. En primer lugar, la producción de biocombustibles hace elevar los precios de los alimentos debido a la competencia entre la industria energética y la industria alimentaria.

En términos ecológicos, las externalidades de la intensificación del modelo agroenergético no se están considerando. La pérdida de la biodiversidad en el norte de Argentina, la deforestación y la degradación de los servicios ambientales son los problemas principales. La economía ecológica se enfoca en los estudios sobre la transformación de los indicadores biofísicos. La reducción de nutrientes es un indicador muy conocido de la degradación del suelo y la degradación de la estabilidad medioambiental del sistema. Las huellas hídrica y el agua virtual, son indicadores que demuestran las tendencias de la creciente demanda de agua dulce. El agua dulce es uno de los recursos más valiosos en el norte del país debido a su escasez (Gran Chaco).

Los efectos en el calentamiento global por los agrocombustibles son claros, pero también tienen otras desventajas. Las sojas GM son más perjudiciales para el medioambiente que otros cultivos, en parte debido a sus exigencias de producción insostenibles y en parte porque su enfoque de exportación requiere proyectos de infraestructura de transporte masivos, que abran terrenos inmensos a otras actividades económicas y de extracción poco sólidas ambientalmente. Éstos son problemas graves ya que la demanda de agrocombustibles está aumentando.

La producción de soja resistente al glifosato lleva a otros problemas ambientales y agronómicos, como la aparición de malezas tolerantes al herbicida y la resistencia en una de las malezas más conspicuas y exitosas en Sudamérica. La aparición de resistencia en el Sorgo de Alepo es un problema económico y ecológico que debería visualizarse como una bioinvasión por una especie nueva y peligrosa que no puede controlarse con el viejo paquete de soja RR + glifosato.

Notas

1. Llamamos agrocombustibles a toda la biomasa que sale directamente de la cosecha primaria que podría utilizarse tanto para la producción de alimentos (soja, maíz) como de energía. Pero puede haber mucha competencia para esta fuente, lo cual sería una amenaza para la seguridad alimentaria. Los biocombustibles se ven aquí como biomasa de segunda generación, que podría usarse para producir energía sin la competencia entre las dos industrias. El biocombustible se define como el combustible sólido, líquido, o gaseoso extraído del material biológico recién muerto relativamente y se distingue de los combustibles fósiles, que se sacan del material biológico muerto hace mucho tiempo. Teóricamente, los biocombustibles se pueden producir de cualquier fuente de carbono (biológico).

2. BIOFAA Es un proyecto manejado por la Federación Agraria Argentina, una organización que se concentra en los agricultores de pequeña y mediana escala (www.iade.org.ar/modules/not-icias/article.php?storyid=2235).

3. El agua virtual es la cantidad total de agua necesaria para la producción de un alimento o producto que luego se exporta.

4. Apropiación Primaria Neta de los productos de la fotosíntesis por parte de la Humanidad (HANPP, sigla en inglés de Human Appropriation of Net Primary Productivity).

5. *The Entropy Law and the Economic Process* (1971). Las afirmaciones de Georgescu-Roegen, entre otros, consistían en que una economía enfrenta un límite de crecimiento, para lo cual él invocó la Segunda Ley de la Termodinámica.

6. En Argentina, se llaman criollos a los habitantes de las provincias interiores del norte y noroeste del país.

7. El Sorgo de Alepo es una maleza nociva muy invasiva con una distribución mundial. La alta producción de semillas y un

sistema rizomatoso extenso la hace difícil de erradicar. Esta especie tiene una cantidad de efectos perjudiciales, incluyendo toxicidad para las reservas de pasto, riesgo de incendio durante el verano y exclusión competitiva de otras plantas; reduce la fertilidad del suelo, actúa como anfitrión para patógenos de cosecha, y es un alérgico conocido.

Referencias

- Altieri, M., & Pengue, W. A. (2006). GM soybean: Latin America's new colonizer. *Grain*. Retrieved April 3, 2009, from <http://www.grain.org/seedling/?id=421>
- Bertonatti, C., & Corcuera, J. (2000). *Situación ambiental argentina Fundación Vida Silvestre Argentina. (Environmental Situation of Argentina)*. Fundación Vida Silvestre Argentina. ISBN 987-43-9768-3. Buenos Aires, Argentina.
- Branford, S. (2004). Argentina's bitter harvest. *New Scientist*, 182, 40.
- Carballo, S., Marco, N., Anschau, A., & Hilbert, J. (2008, August 31). *Spatial analysis of the potential crops for the production of biofuels in Argentina*. Paper presented at the CIGR—37th International Conference of Agricultural Engineering, Iguassu Falls City, Brazil.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2004). 'Water footprints of nations, Volume 1: Main Report', Value of Water Research Series No. 16, UNESCO-IHE.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R. (1997). *An introduction to ecological economics*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Dalgaard, R., Schmidt, J., Halberg, N., Christensen, P., Thrane, M., & Pengue, W. A. (2007). LCA of soybean meal. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13, 240-254.
- FAO. (1995). *Dimensions of need: An atlas of food and agriculture*. Retrieved April 3, 2009, from <http://www.fao.org/docrep/U8480E/U8480E00.htm>
- Fernandez, O. A., & Busso, C. A. (1997). *Arid and semi-arid rangelands: Two thirds of Argentina* (Rangeland Desertification Report No. 200: 41-60). www.rala.js/radelralaveport/default.htm
- Fitzgerald, L. A. (1994). *Tupinambis lizards and people: A sustainable use approach to conservation development*. *Conservation Biology*, 8, 12-16.
- de Fraiture, C., Giordano, M., & Yongsong, L. (2007, January 28-31). *Biofuels and implications for agricultural water use: Blue impacts of green energy*. Paper presented at the International Conference Linkages Between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries, Hyderabad, India.
- Gerbens-Leenes, P. W., Hoekstra, A. Y., & Van der Meer, Th. (2008). The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply. *Ecological Economics*. Retrieved April 3, 2009, from http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VDY-4T8CWKP-1&_user=518931&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000025838&_version=1&_urlVersion=0&_userid=518931&md5=3a32cfc0f63e897f4ec87ba0b82d27ae
- Melkko, A. (2008). *Water footprint of biofuels for transport: Finland and the EU in the year 2010*. Helsinki, Finland.
- Menendez J (2007). Informe sobre la deforestación en la Argentina (*Report about deforestation in Argentina*), Secretary of Environment and Sustainable Development, Buenos Aires.
- Miller, E. S. (Ed.). (1999). *Peoples of the Gran Chaco*. Westport, CT: Bergin & Garvey.
- Morello, J. H. (1983). El Gran Chaco: el proceso de expansión de la frontera agrícola desde el punto de vista ecológico-ambiental. (*The Great Chaco: the process of the expansion of the agricultural border from and ecological point of view*). In *Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en America Latina* (pp. 341-396). Madrid, Spain: United Nations and CIFCA.
- Morello, J., & Hott, G. (1987). La naturaleza y la frontera agropecuaria en el Gran Chaco. (*Nature and Agricultural Border in the Great Chaco*). Pensamiento Iberoamericano. *Revista de Economía Política. Medio Ambiente. Deterioro y Recuperación*, 12, 109-137.
- Naumann, M., & Madariaga, M. (2003). *Atlas Argentino: Argentinienatlas. (Argentine Maps). Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Buenos Aires, Argentina: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Noss, A., Mares, M. A., & Diaz, M. M. (2003). The Chaco. In R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, P. R. Gil, J. Pilgrim, G. Fonseca, T. Brooks, et al. (Eds.), *Earth's last wild places* (pp. 165-172). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Nowak, R. M. (1995). *Walker's mammals of the world*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Odum, H. T., & Odum, E. (2001). *A prosperous way down: Principles and Policies*. Boulder, CO: University Press of Colorado.
- Olea, I. (2008). La situación actual de la distribución del *S. halepense* resistente a glifosato en Argentina (*Current situation of the distribution of S. halepense resistant to glyphosate in Argentina*). Estación Experimental Obispo Colombes, www.eeaoc.org.ar/Tucumán, Argentina.
- Pearce, D. W. (1976). *Environmental economics*. Harlow, UK: Longman.
- Pengue, W. A. (2005a). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. La transgénesis de un continente [Industrial Agriculture and transnationalization in Latin America: The transgenesis of the continent]*. Mexico: UNEF PNUMA.
- Pengue, W. A. (2005b). Transgenic crops in Argentina: The ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 25(4), 1-9.
- Pengue, W. A. (2006). *Sobreexplotación de recursos y mercado agroexportador. Hacia la determinación de la deuda ecológica con la Pampa Argentina. (Overexploitation of natural resources and global market. Through a determination of the ecological debt with the Rolling Pampas in Argentina)*. Unpublished doctoral dissertation, Universidad de Córdoba, Spain.
- Pengue, W. A. (2008). *La apropiación y el saqueo de la naturaleza. Conflictos ecológicos distributivos en la Argentina de Bicentenario (Appropriation and Plunder of Nature. Ecological Conflicts in Argentina facing the Bicentenary)*. [Lugar editorial]. Buenos Aires, Argentina.
- Pengue, W. A., Monterroso, I y Binimelis, R. (2009) Bioinvasiones y Bioeconomía. El caso del Sorgo de Alepo resistente al glifosato en la agricultura argentina.. FLACSO Guatemala Editorial. Guatemala. 105 pp.
- Service, R. (2007). A growing threat down on the farm. *Science*, 316, 1114-1117.

- Tuesca, D. (2007). Cambios en las comunidades de malezas asociados con el sistema de labranza y el uso intensivo de glifosato. (*Changes in weeds communities related with tillages and intensive use of glyphosate*). *Actas XV Congreso de AAPRESID* (pp. 323-329). Rosario, Argentina
- Tuesca, D., Nisensohn, L., & Papa, J. C. (2007). *Para estar alerta: El sorgo de alepo (sorghum halepense) resistente a glifosato. (To Be in alert: Johnsongrass (Sorghum halepense, resistant to glyphosate)*. Retrieved April 3, 2009, from http://www.inta.gov.ar/region/sf/proteccion_vegetal/alertas/2007-11-sorgo-alepo-sorghum-halepense-resistente-a-glifosato.pdf
- Turner, R., Pearce, D. W., & Bateman, I. (1993). *Environmental economics: An elementary introduction* (1st ed.). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Varghese, S. (2007). *Biofuels and global water challenges*. Retrieved April 3, 2009, from <http://www.tradeobservatory.org/library.cfm?refID=100547>
- Vila-Aiub, M., Balbi, M., Gundel, P., Ghera, P., & Powles, S. B. (2007). Evolution of glyphosate-resistant Johnsongrass (*Sorghum*

halepense) in glyphosate-resistant soybean. *Weed Science*, 55, 566-571.

Walter A. Pengue es Profesor Titular en el Área de Ecología, Instituto del Conurbano (ICO) de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Es Ingeniero Agrónomo (especializado en Fitotecnia), UBA y tiene una Maestría de la misma universidad en Políticas Ambientales y Territoriales. También tiene un Doctorado en Agroecología, Sociología Rural y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Córdoba, España. Es miembro fundador de la Asociación Argentina Uruguayana de Economía Ecológica (ASAUEE), la Red Ibero-americana de Economía Ecológica (REDIBEE), la Sociedad Internacional de Economía Ecológica (ISEE), la Asociación Internacional de Economistas Agrícolas (IAAE), y otras Asociaciones Internacionales, como la ASAE y la CSAE. Miembro del Panel Internacional en el Manejo Sostenible de los Recursos (UNEP).
Email: wapengue@ungs.edu.ar