

Implicaciones del desarrollo de los biocombustibles para la gestión y el aprovechamiento del agua

Florencia Saulino



Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo

giz



Este documento fue preparado por la consultora Florencia Saulino, bajo la coordinación de Andrei Jouravlev, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la colaboración de Caridad Canales, funcionaria de la misma división, en el marco de los proyectos “Component 2 – Sustainable Development of Biofuels” (GER /08/007), ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, y “Gestión sostenible de los recursos naturales y de las infraestructuras” (FRA/09/002), ejecutado por la CEPAL en conjunto con el Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia.

La autora agradece los comentarios de Caridad Canales y Andrei Jouravlev y la asistencia de Atilio Grimani.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la organización.

Índice

Resumen.....	5
I. Introducción.....	7
II. Los biocombustibles en América Latina.....	9
A. Las distintas generaciones de biocombustibles.....	9
B. Situación regional.....	10
1. Argentina.....	11
2. Brasil.....	11
3. Colombia.....	13
4. Paraguay.....	13
5. Perú.....	14
III. Implicaciones del desarrollo de biocombustibles para la gestión y uso del agua.....	15
A. Cantidad de agua.....	15
1. Producción de biomasa.....	15
2. Producción de biocombustibles.....	20
3. Conclusiones.....	21
B. Calidad del agua.....	22
1. Producción de biomasa.....	22
2. Producción de biocombustibles.....	24
3. Conclusiones.....	25
IV. Regulación de biocombustibles y agua en los países desarrollados.....	27
A. Estados Unidos.....	27
1. Regulación de biocombustibles.....	27
2. Regulación de aguas.....	28
B. Unión Europea.....	29
1. Regulación de biocombustibles.....	29
2. Regulación de aguas.....	31
C. Estándares y buenas prácticas para el uso del agua en la producción de biocombustibles.....	33
D. Análisis y conclusiones.....	34
V. Regulación de biocombustibles y agua en América Latina.....	39
A. Argentina.....	39

1.	Legislación de biocombustibles	39
2.	Legislación de aguas	40
B.	Brasil	42
1.	Legislación de biocombustibles	42
2.	Zonificación Agroecológica de la Caña de Azúcar	42
3.	Legislación de aguas	42
C.	Perú	45
1.	Legislación de biocombustibles	45
2.	Legislación de aguas	45
D.	Análisis y conclusiones.....	46
VI.	Conclusiones y recomendaciones	49
	Bibliografía	51
	Anexos	57
Anexo 1	Esquemas de certificación y buenas prácticas para el uso del agua en la producción de biocombustibles	58
Índice de cuadros		
Cuadro 1	Tipos de biocombustibles, tecnologías de su producción y fuentes más importantes de biomasa	10
Cuadro 2	América Latina: producción de etanol	11
Cuadro 3	América Latina: producción de biodiesel.....	11
Cuadro 4	Argentina y Brasil: exportaciones de biodiesel y bioetanol	12
Índice de gráficos		
Gráfico 1	Relación entre las exportaciones y el consumo interno de biodiesel en la Argentina	12
Gráfico 2	Relación entre las exportaciones y el consumo interno de etanol en el Brasil.....	13
Gráfico 3	Tendencia de la tasa de extracción de agua en la industria de la caña de azúcar y etanol en el Brasil	22
Índice de recuadros		
Recuadro 1	Opciones para mejorar la productividad del agua a través de las mejoras agronómicas y los cambios en la producción regional.....	16
Recuadro 2	Conservación, eficiencia y disponibilidad de agua.....	17
Recuadro 3	Los efectos de un aumento en la producción de biomasa sobre la disponibilidad de recursos hídricos en el Perú.....	19
Recuadro 4	Programas de buenas prácticas de manejo y conservación.....	30
Recuadro 5	Certificación de sustentabilidad en la producción de bioetanol en el Brasil: percepciones de las partes interesadas en el proceso	35
Recuadro 6	¿Cómo el agua está generando la nueva ola de inversión extranjera en tierras agrícolas?	36

Resumen

Este informe tiene como objetivo analizar el impacto del aumento de la producción de biocombustibles en la cantidad y calidad del agua disponible para otros usos y señalar herramientas y estrategias que pueden contribuir a disminuir los potenciales efectos negativos. Con ese fin, el capítulo 2 buscará introducir al lector a la temática de los biocombustibles y a su estado de desarrollo actual en los países de la región. El capítulo 3 se centrará en la identificación de los impactos de la producción de biocombustibles en la cantidad y calidad de agua. El capítulo 4 mostrará distintas estrategias legislativas para hacer frente a los efectos identificados en el capítulo 3, basándose para ello en la revisión de la legislación de la Unión Europea y los Estados Unidos, incluyendo el análisis de distintos sistemas de certificación voluntaria para la producción de biocombustibles. El capítulo 5 analizará la legislación adoptada por algunos países de la región en materia de agua y biocombustibles. Por último, el capítulo 6 concluirá señalando algunas herramientas y estrategias que pueden utilizarse para abordar los impactos identificados a lo largo del informe.

I. Introducción

La preocupación mundial por el cambio climático, sumado al aumento de la demanda de energía y la volatilidad de los precios del petróleo, han llevado a buscar fuentes alternativas de energía que sean a la vez económicamente eficientes y ambientalmente sustentables (PNUMA, 2009). Dentro de estas nuevas fuentes de energía, los biocombustibles han atraído atención a nivel mundial por ser una alternativa que ya se encuentra disponible y que a la vez permitiría el abastecimiento del sistema de transporte¹, contribuiría a mitigar el cambio climático, y promovería el desarrollo de las áreas rurales.

Los biocombustibles son combustibles que se producen a partir del procesamiento de biomasa proveniente de plantas, animales, micro-organismos y desechos orgánicos (PNUMA, 2009). Este informe se centrará sólo en un tipo de biocombustibles: los biocombustibles líquidos utilizados para el transporte, que incluyen al bioetanol y al biodiesel².

El consumo mundial de biocombustibles líquidos ha aumentado considerablemente en los últimos años llegando a quintuplicarse en el período 2002-2008 (AIE, 2010). En ese año, el consumo mundial alcanzó un millón de barriles por día, representando casi un 3% de la demanda total de combustible para el transporte. En este contexto, los países de la región han comenzado a producir biocombustibles para consumo interno, y a la fecha la Argentina y el Brasil demuestran una capacidad significativa para posicionarse como países exportadores de biodiesel y bioetanol respectivamente.

Se espera que en las próximas décadas el mercado continúe expandiéndose, impulsado por el precio del petróleo y el apoyo gubernamental al desarrollo de la industria (AIE, 2010). La Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que el uso de biocombustibles aumentará más de cuatro veces entre 2008 y 2035, llegando a cubrir el 8% de la demanda de combustible para transporte automotor al final del período³. Para América Latina se proyecta un crecimiento del consumo de biocombustibles

¹ El sector transporte consume un 30% de la energía global y se espera que sea responsable de la mitad del incremento total en el consumo de petróleo en el período 2003-2030. Asimismo, este sector sería responsable del 21% de las emisiones globales de gases del efecto invernadero (Rajagopal y Zilberman, 2007).

² Dentro de la categoría de biocombustibles se incluyen también biocombustibles sólidos y gaseosos.

³ Se consideró un escenario que tiene en cuenta los compromisos y planes de política energética anunciados por los países, incluyendo las promesas de reducir las emisiones de gases del efecto invernadero y los proyectos de retirar los subsidios para la energía fósil, aun cuando las medidas estén pendientes de identificarse o anunciarse (AIE, 2010).

que podría pasar de 0,35 millones de barriles por día en 2009 a entre 0,78 y 1,22 millones de barriles en el año 2035, dependiendo del escenario que se considere⁴.

Este rápido incremento en la producción de biocombustibles ha generado, sin embargo, preocupación por su repercusión en los precios de los alimentos y sus posibles impactos ambientales. En efecto, actualmente, la principal fuente de biomasa son cultivos utilizados tradicionalmente como alimento o forraje (por ejemplo, la caña de azúcar, el girasol, la soja y la colza), por lo que un aumento en la producción de los biocombustibles podría redundar en un incremento en el precio de los alimentos (PNUMA, 2009). Asimismo, para satisfacer la mayor demanda mundial de biocombustibles será necesario expandir la superficie cultivada hacia áreas que en la actualidad proveen servicios ambientales centrales para la población humana y los ecosistema. Este cambio en el uso de la tierra podría acrecentar las emisiones de gases del efecto invernadero, que el uso de los biocombustibles busca evitar.

En igual sentido, el aumento en la producción de biocombustibles podría tener un impacto negativo en la cantidad y calidad de agua disponible para otros usos y el medio ambiente. En efecto, el proceso de producción de biocombustibles realiza un uso más intensivo de los recursos hídricos que muchas otras fuentes de energía, por lo que el crecimiento de su demanda podría implicar un mayor estrés para los recursos hídricos en muchas regiones del mundo (PNUMA y otros, 2011).

La agricultura a nivel mundial enfrentará enormes desafíos en las próximas décadas debido al crecimiento de la población, la rápida urbanización y los cambios en el tipo de dieta que probablemente lleven a un aumento en la demanda de productos agrícolas y forestales; todo lo cual incrementará la presión sobre los recursos hídricos (OCDE y FAO, 2011; PNUMA y otros, 2011).

A esta situación se le suman los efectos del cambio climático que podrían significar un aumento considerable del número de personas que viven bajo estrés hídrico. En efecto, el incremento de la temperatura media global podría alterar el volumen e intensidad de las precipitaciones, acelerar la evaporación, y afectar la disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea (Kundzewicz y otros, 2007). El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) estima que, dependiendo del escenario que se considere, en América Latina entre 12 y 81 millones de personas vivirán bajo stress hídrico para el año 2020 y ese número aumentaría a entre 79 y 178 millones en el año 2050 (Magrin y otros, 2007).

En este contexto, el crecimiento de la producción de biomasa para la generación de biocombustibles podría aumentar aún más la presión sobre los sistemas hídricos de la región, ya que volvería necesario intensificar el uso de la tierra y expandir las áreas cultivadas (OCDE y FAO, 2011; PNUMA y otros, 2011), estrategias que conllevan un impacto significativo en estos recursos.

En efecto, para lograr una mayor eficiencia en el uso de la tierra probablemente se recurra a sistemas de alto rendimiento que requerirán un mayor uso de fertilizantes, pesticidas y agua para riego (PNUMA y otros, 2011). Esta situación generaría, por tanto, un crecimiento de la demanda de agua, a la vez que probablemente ocasione un incremento en la contaminación de los cuerpos de agua con fertilizantes y pesticidas. Por otra parte, la ampliación de la superficie plantada podría resultar en un aumento de la evapotranspiración y del uso consuntivo, causando la disminución de los flujos de retorno y de la recarga de los acuíferos.

A estos impactos hay que sumarles los provenientes del proceso de producción de biocombustibles. En efecto, las plantas productoras de biocombustibles utilizan agua en distintas etapas del proceso de producción, por lo que su instalación puede significar un crecimiento de la demanda de agua. Asimismo, como consecuencia del proceso de producción se generan efluentes que, si no son tratados adecuadamente, pueden ocasionar un incremento en la contaminación de los cuerpos receptores.

⁴ Además del escenario descrito en la nota a pie de página 3, se consideraron otros dos escenarios: uno en el que se mantienen las políticas actuales y otro en el que los países modifican sus políticas energéticas para no superar el límite de un aumento en la temperatura global de 2°C.

II. Los biocombustibles en América Latina

A. Las distintas generaciones de biocombustibles

Los biocombustibles utilizados en el sector de transporte generalmente se clasifican en tres grandes grupos —biocombustibles de primera, segunda y tercera generación— en función de la fuente de biomasa, la tecnología utilizada para convertirla en combustible y su disponibilidad presente o futura (véase el Cuadro 1) (Timilsina y Shrestha, 2010).

Los **biocombustibles de primera generación** se producen a nivel comercial desde hace años utilizando tecnologías convencionales (Timilsina y Shrestha, 2010; PNUMA, 2009). Normalmente se utiliza azúcar o almidón (provenientes, por ejemplo, de caña de azúcar, remolacha azucarera o mandioca) para producir etanol; y oleaginosas (como el girasol, la soja, la palma aceitera y la colza) para la producción de biodiesel. Más allá de su uso para la generación de biocombustibles, el principal destino de estos cultivos es la alimentación de la población o el forraje.

A diferencia de los biocombustibles de primera generación, los **biocombustibles de segunda generación** se producen a base de fuentes de biomasa no utilizadas en la alimentación, incluyendo madera, residuos forestales o provenientes de la agricultura (como el rastrojo de maíz), y cultivos especiales (como el *Miscanthus*) (PNUMA, 2009). Para la producción de biocombustibles a partir de estas fuentes se utiliza la tecnología de “biomasa a líquido” (BtL), ya sea por conversión termoquímica para producir biodiesel, o por fermentación para producir etanol. Con algunas excepciones estos biocombustibles aún no se producen a nivel comercial (Timilsina y Shrestha, 2010).

Los **biocombustibles de tercera generación** incluyen aquellos producidos a base de algas, utilizando la tecnología BtL para su conversión en biocombustibles, y otros como el biopropanol o el biobutanol que se obtienen con las mismas fuentes de biomasa que se utilizan para los biocombustibles de primera generación, pero mediante el uso de tecnologías más sofisticadas (PNUMA, 2009).

La disponibilidad comercial de los biocombustibles de segunda y tercera generación significaría un cambio sustancial en las fuentes de biomasa utilizadas, dejando de lado aquellas relacionadas con cultivos tradicionalmente destinados a alimentos y forrajes. Este cambio modificaría considerablemente los impactos de la producción de biomasa en los recursos hídricos, ya que se espera que lleve a un menor uso de tierras cultivables, a una mayor utilización de cultivos especiales y de los residuos generados por la agricultura y las actividades forestales, y a una mayor eficiencia en los procesos de conversión (PNUMA y otros, 2011).

CUADRO 1
TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLES, TECNOLOGÍAS DE SU PRODUCCIÓN
Y FUENTES MÁS IMPORTANTES DE BIOMASA

Biocombustible	Tecnología básica	Fuentes de biomasa
Biocombustibles de primera generación		
Biodiesel	Transesterificación de aceites y grasas para crear éster metílico de ácido graso	En la región, se utiliza soja, palma aceitera, jatropha y ricino; mientras que en otras partes del mundo también se produce a partir de girasol y colza
Bioetanol	Fermentación (azúcares); hidrólisis y fermentación (almidón)	En la región, se utiliza caña de azúcar y mandioca; mientras que en el resto del mundo también se produce a partir de maíz, cereales y remolacha azucarera
Biocombustibles de segunda generación		
Bioetanol	Rompimiento de la biomasa celulósica en varias etapas que incluyen la hidrólisis y finalmente la fermentación para obtener bioetanol	Biomasa lignocelulósica, como puede ser los tallos del trigo, el rastrojo de maíz y la madera; cultivos especiales para la producción de biomasa (como por ejemplo el Miscanthus); bagazo de caña de azúcar
Biodiesel ^a	La gasificación de biomasa de baja humedad (menos de un 20% de contenido de agua) genera gas de síntesis o “sintegas” del cual se derivan los biocombustibles	Biomasa lignocelulósica (como madera, tallos y materiales de deshecho)
Biocombustibles de tercera generación		
Biodiesel ^b	Bio-reactores para el etanol; transesterificación y pirolisis para biodiesel; otras tecnologías actualmente en desarrollo	Macro-algas marinas, micro-algas en lagunas o bio-reactores

Fuente: PNUMA (2009).

^a Más una variedad de “biodiesels de diseño” que incluyen el biohidrógeno, Bio-DME (di-metil éter), Bio-2,5 dimetilfurano.

^b Más bioetanol, biobutanol, combustible para el transporte aéreo.

B. Situación regional

El Brasil es pionero en el desarrollo de los biocombustibles en la región. En la década de 1970, como respuesta al aumento del precio de petróleo, lanzó el programa Pro-Alcool con el objetivo de reducir la dependencia del mercado externo y diversificar la matriz energética (Timilsina y Shrestha, 2010; MMA, 2006). Pro-Alcool se convirtió en uno de los programas de sustitución de combustibles más grandes del mundo, llegando a producirse 12 mil millones de litros de etanol en la campaña 1989/90, lo que representaba un 50% del consumo total de combustibles para vehículos livianos (USDA, 2010b).

Sin embargo, la reducción de los precios del petróleo, sumado al aumento de los precios del azúcar comenzaron a crear dificultades para la industria y para mediados de la década de 1990 el programa había sido prácticamente abandonado (USDA, 2010b). No obstante, la industria del etanol se recuperó en los primeros años del nuevo siglo, comenzó la producción de los vehículos “flex-fuel” (vehículo que admite cualquier mezcla de combustible) y desde 2007 toda la gasolina que se vende en mercado brasileiro contiene bioetanol (Coviello y otros, 2008).

En el resto de los países de la región la producción de etanol (véase el Cuadro 2) y biodiesel (véase el Cuadro 3) es una experiencia relativamente reciente, resultado de políticas de estímulo motivadas en los aumentos en los precios del petróleo, la diversificación de la matriz energética y la demanda de los mercados externos.

CUADRO 2
AMÉRICA LATINA: PRODUCCIÓN DE ETANOL
(En millones de litros)

	2007	2008	2009	2010	2011
Argentina	0	0	35	220	280
Brasil	19 587	23 545	23 030	26 940	28 680
Colombia	275	260	327	280	300
Paraguay	65	90	120	130	150
Perú	0	0	69	96	135

Fuente: USDA (2010a), (2010b), (2011a), (2011c) y (2011d).

CUADRO 3
AMÉRICA LATINA: PRODUCCIÓN DE BIODIESEL
(En millones de litros)

	2007	2008	2009	2010	2011
Argentina	205	860	1 340	2 100	2 900
Brasil	404	1 167	1 608	2 450	2 650
Colombia	9	80	330	420	537
Paraguay	3	10	8	6	1
Perú	10	10	10	32	32

Fuente: USDA (2010a), (2010b), (2011a), (2011c) y (2011d).

1. Argentina

En la Argentina el biodiesel se produce a partir de aceite de soja (USDA, 2010a)⁵. Si bien la producción de biodiesel es una experiencia relativamente reciente, la Argentina ha logrado posicionarse como uno de los cuatro mayores productores mundiales de este combustible y como el mayor exportador mundial (véase el Gráfico 1 y el Cuadro 3). En efecto, desde sus inicios en el año 2007 la producción de biodiesel se ha expandido rápidamente favorecida por menores impuestos a la exportación que los correspondientes al aceite de soja, y se espera que alcance los 2,9 mil millones de litros en el año 2011. Asimismo, se estima que las exportaciones alcanzarán los 1,7 mil millones de litros, siendo su principal destino el mercado europeo. Las proyecciones a futuro indican que la Argentina seguirá siendo uno de los exportadores más importantes de biodiesel en el año 2020, cuando se espera que exporte 2,5 mil millones de litros (OCDE y FAO, 2011).

En lo que respecta a la producción de bioetanol, la industria es mucho más pequeña y comenzó su desarrollo con posterioridad (USDA, 2010a)⁶. La capacidad productiva de bioetanol pasó de cero en 2008 a 120 millones de litros en 2009 y se espera que alcance los 280 millones de litros en 2011. Actualmente, el bioetanol utiliza como materia prima a la caña de azúcar y su principal destino es el abastecimiento del mercado interno.

2. Brasil

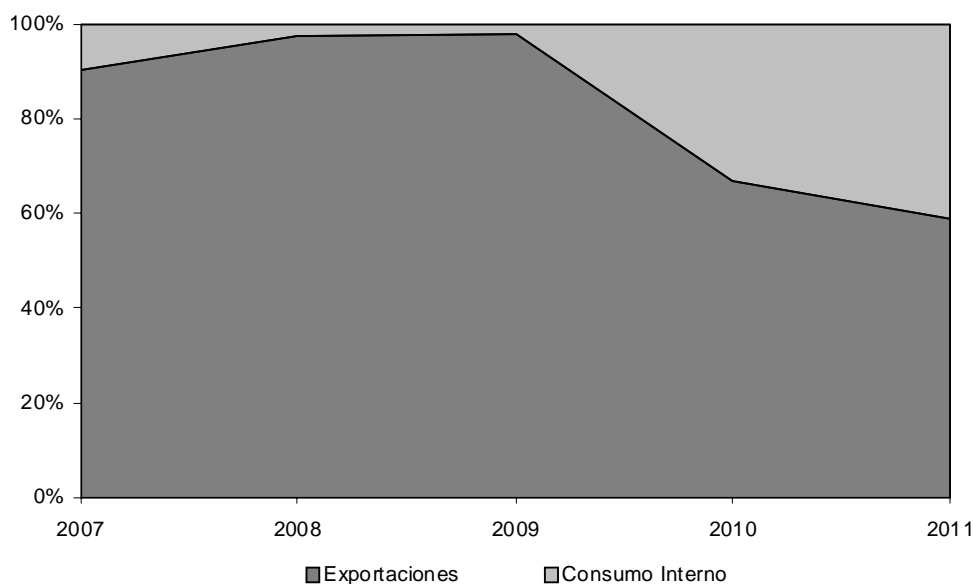
El bioetanol en el Brasil se produce únicamente a base de caña de azúcar. Para el año 2011 se espera que la producción total de bioetanol alcance 32,5 mil millones de litros, lo que implica un aumento de 2 mil millones de litros respecto al estimado para 2010 (USDA, 2010b). De acuerdo con estas

⁵ Con excepción de algunas pequeñas plantas que producen biodiesel a partir del reciclado de aceites vegetales usados.

⁶ La producción de etanol en la Argentina registra como antecedente el plan “Alconafta” que tuvo lugar en la década de 1980, pero fue posteriormente relegado, dejando capacidad instalada en algunas provincias.

proyecciones, 28,7 mil millones de litros serán destinados a biocombustibles en el año 2011, lo que significaría un aumento del 6 % respecto al año anterior.

GRÁFICO 1
RELACIÓN ENTRE LAS EXPORTACIONES Y EL CONSUMO
INTERNO DE BIODIESEL EN LA ARGENTINA
(En porcentajes)



CUADRO 4
ARGENTINA Y BRASIL: EXPORTACIONES DE BIODIESEL Y BIOETANOL
(En millones de litros)

	Argentina		Brasil	
	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel
2007	-	185	1 932	3
2008	-	780	3 044	1
2009	-	1 300	1 118	3
2010	-	1 400	700	8
2011	-	1 700	1 200	8

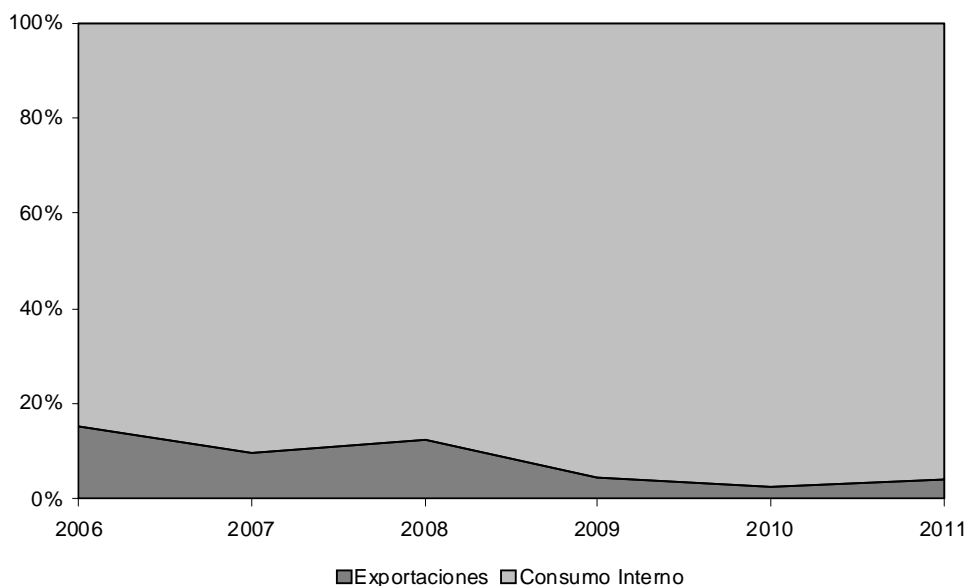
Fuente: USDA (2010a) y (2010b).

Como puede verse en el Gráfico 2, la mayor parte de la producción de bioetanol en el Brasil se destina al mercado interno. No obstante, las exportaciones son muy significativas. En efecto, se espera que alcancen los 1,2 mil millones de litros en el año 2011 (véase el Cuadro 3), siendo sus principales destinos los Estados Unidos y los Países Bajos (USDA, 2010b). Las proyecciones para el año 2020 indican que existirá un aumento en el comercio mundial de etanol generado casi en su totalidad por las exportaciones del Brasil, las cuales llegarían a los 9,7 mil millones en ese año (OCDE y FAO, 2011).

En lo que respecta al biodiesel, la principal fuente de biomasa utilizada es la soja, que representa el 80% del total, seguida por el sebo (15%) y el aceite de algodón (aproximadamente un 4%) (USDA, 2010b). Para junio de 2010, existían 63 plantas autorizadas para la producción de biodiesel, con una capacidad estimada de 14,2 mil millones de litros por día, más del doble de lo necesario para cumplir con el corte obligatorio establecido por la legislación brasilera (véase la

página 42). Por tanto, si bien en la actualidad las exportaciones de biodiesel no son significativas, su capacidad industrial podría convertir al Brasil en un país exportador.

GRÁFICO 2
RELACIÓN ENTRE LAS EXPORTACIONES Y EL CONSUMO
INTERNO DE ETANOL EN EL BRASIL
(En porcentajes)



Fuente: USDA (2010b).

3. Colombia

La producción de etanol en Colombia se basa principalmente en el procesamiento de caña de azúcar (USDA, 2011a). Se espera que para el año 2011 la capacidad de producción de la industria nacional alcance los 300 millones de litros. Por otra parte, desde sus comienzos en el año 2008, la producción de biodiesel a base de palma aceitera ha experimentado un rápido crecimiento y, de acuerdo a las proyecciones actuales, alcanzaría los 537 millones de litros en el 2011.

Actualmente, Colombia no importa ni exporta biocombustibles, y en el corto plazo, dada la falta de abastecimiento de la demanda local, es poco probable que ocurran exportaciones (USDA, 2011a). Sin embargo, en el mediano plazo, probablemente Colombia comience a exportar biocombustibles, y más específicamente biodiesel generado a base de palma aceitera.

4. Paraguay

La producción de etanol en Paraguay se basa en el procesamiento de caña de azúcar (50%) y granos, principalmente maíz (USDA, 2011c). Para el año 2012, se espera que la producción anual alcance los 180 millones de litros, lo que significaría un crecimiento estable desde la sanción de la Ley N° 2.748 de Fomento de los Biocombustibles en 2005⁷.

En la actualidad, Paraguay no exporta etanol para ser usado como biocombustible. Sin embargo, proyecciones privadas indican que para el año 2014 la producción de etanol de Paraguay podría alcanzar los 300 millones de litros, de los cuales 250 millones serían destinados al consumo interno y el resto a la exportación (USDA, 2011c).

⁷ Esta ley establece la mezcla obligatoria de nafta y diesel con bioetanol y biodiesel, a la vez que concede beneficios impositivos para los productores.

El cuello de botella para la expansión de la producción del bioetanol es la limitada área en la que es posible el cultivo de caña de azúcar. No obstante, estudios oficiales indican que el país podría expandir la superficie cultivada a 450 mil hectáreas respecto de las 105 o 110 mil plantadas en la actualidad (USDA, 2011c).

En lo que respecta al biodiesel, actualmente no se está produciendo a nivel comercial, y sólo existe una pequeña producción a base de aceite vegetal en el interior del país (USDA, 2011c). Sin embargo, dado que Paraguay es el sexto productor mundial de poroto de soja y el cuarto exportador, sería posible que el biodiesel reemplace una parte de las importaciones de diesel en el futuro.

5. Perú

El Perú comenzó a producir etanol en el año 2009 en base a caña de azúcar. Para el año 2012 se estima que su producción alcanzará los 240 millones de litros, lo que implicaría un incremento del 78% respecto al año anterior (USDA, 2011d). De estos 240 millones de litros, 80 millones serían destinados a consumo interno y 155 exportados. En el año 2010, los Países Bajos fueron el principal destino de las exportaciones de etanol del Perú, representando el 46% del total de las exportaciones de este producto.

Por otra parte, la demanda de biodiesel aumentó considerablemente a partir de la sanción de la Ley N° 28.054, del 8 de agosto de 2003, sobre Promoción del Mercado de Biocombustibles (véase la página 45) y si bien se estima que la producción local alcanzará las 32 mil toneladas en el año 2011, esta cifra no sería suficiente para satisfacer al mercado interno. Por tanto, se calcula que se importarán 167 mil toneladas de biodiesel, de las cuales casi la mitad provendría de la Argentina (USDA, 2011d).

III. Implicaciones del desarrollo de biocombustibles para la gestión y uso del agua

El aumento en la producción de biocombustibles requerirá incrementar considerablemente la cantidad de biomasa producida, a través de la intensificación del uso de la tierra y la expansión de las áreas cultivadas (OCDE y FAO, 2011; PNUMA y otros, 2011). Estos cambios en el uso de la tierra pueden tener un impacto significativo en los recursos hídricos.

En efecto, para mejorar la eficiencia del uso de la tierra probablemente se recurra a sistemas de alto rendimiento que requieren un mayor uso de fertilizantes, pesticidas y agua para riego (PNUMA y otros, 2011). Esta situación generaría un crecimiento de la demanda de agua, a la vez que probablemente ocasione un incremento en la contaminación hídrica con fertilizantes y pesticidas. Por otra parte, el aumento de las superficies plantadas podría causar una mayor evapotranspiración, lo que aumentaría el uso consuntivo y reduciría el flujo de retorno y la recarga de los acuíferos.

Los impactos dependerán considerablemente del contexto, el tipo de uso de la tierra que será reemplazado para aumentar la producción, la especie elegida, y la vulnerabilidad del ecosistema que se verá afectado (Dworak y otros, 2008) (véase el Recuadro 1). Como regla general, las especies que requieren menor riego, menos fertilizantes y pesticidas, y provén una mejor protección contra la erosión tendrán un impacto menor en los recursos hídricos (NRC, 2008).

A estos impactos hay que sumarles los provenientes del proceso de producción de biocombustibles, que también puede afectar la cantidad y calidad del agua. En efecto, las plantas productoras de biodiesel y bioetanol utilizan agua en distintas etapas del proceso de producción, por lo que su instalación puede significar un incremento de la demanda de agua. Asimismo, como consecuencia del proceso de producción, se generan efluentes que, si no son tratados adecuadamente, pueden ocasionar un incremento en la contaminación de los cuerpos receptores.

A. Cantidad de agua

1. Producción de biomasa

El agua juega un rol central en el cultivo de la biomasa que será luego utilizada para la producción de biocombustibles. En efecto, la agricultura usa agua a través de la transpiración de las plantas y la evaporación de los suelos (que en conjunto se denominan evapotranspiración) (Molden y otros, 2007).

RECUADRO 1

OPCIONES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LAS MEJORAS AGRONÓMICAS Y LOS CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN REGIONAL

Los modelos de ecosistemas pueden utilizarse para evaluar los impactos en la calidad de agua producto de la expansión de la producción de los biocombustibles, al mismo tiempo que contribuyen a una mejor comprensión de la importancia de las distintas prácticas de manejo del suelo y del agua para lograr un incremento de la productividad de la agricultura.

A partir de la utilización de uno de estos modelos, se cuantificó la productividad del agua para distintas fuentes de biomasa. Los resultados sugieren que la productividad del agua varía considerablemente para las distintas combinaciones de cultivo-biocombustible, y que existen variaciones geográficas significativas dentro de la misma combinación. Estos resultados remarcan la importancia del suelo y los factores climáticos. Sin embargo, también el manejo agronómico funciona como un fuerte determinante de la productividad del agua, ya que influye en los niveles de producción, la transpiración y la evaporación del suelo.

Asimismo, se desarrollaron distintos escenarios que describen formas de aumentar la producción del cultivo para bioenergía o alimentación. Estos escenarios incluyeron cambios en la elección de los cultivos plantados y mejoras en su manejo. Para evaluar el impacto de la elección del cultivo desde la perspectiva del agua, se analizó un escenario en que la cantidad total de agua utilizada actualmente por los diferentes cultivos bioenergéticos se destina sólo a aquel que es más eficiente en términos de la energía producida por unidad de agua consumida.

A nivel mundial, asumiendo que otros recursos distintos del agua no están limitando el crecimiento, reemplazar los cultivos actuales por otros más eficientes en términos de agua consumida podría teóricamente aumentar la energía producida en un 60% sin ningún impacto en el flujo de retorno, es decir, sin afectar la disponibilidad de agua para otros usuarios y el medio ambiente. Asimismo, la mejora en las prácticas de manejo podría aumentar el rendimiento de los cultivos entre un 10 y 40%.

Fuente: PNUMA y otros (2011).

Es posible clasificar el agua utilizada en la agricultura en dos categorías: agua azul y agua verde. Se llama **“agua azul”** al agua extraída de los ríos, reservorios, lagos y acuíferos, que puede ser utilizada en el riego de cultivos o para otros usos humanos (Molden y otros, 2007). El agua azul puede ser destinada a usos consuntivos o no consuntivos. Los usos consuntivos remueven el agua del ciclo hidrológico a través de la transpiración de las plantas, la evapotranspiración, o su incorporación a un producto terminado; por lo que esta agua deja de estar disponible en lo inmediato para otros usos (PNUMA y otros, 2011). Por otra parte, el uso no-consuntivo implica la devolución del agua al ecosistema, con o sin cambios en su calidad u oportunidad (por ejemplo, en el caso de almacenamiento), lo que permite su reutilización posterior para otros usos agrícolas, industriales o el consumo humano.

Cuando el agua azul es utilizada para riego, una parte del agua aplicada al cultivo es evapotranspirada y el resto vuelve a los acuíferos y cursos de agua superficiales en lo que se conoce como “flujo de retorno”. La eficiencia en la técnica de riego mide el porcentaje de agua utilizada para riego que efectivamente es evapotranspirada (por ejemplo, una eficiencia del 50% significa que de cada 4 unidades de agua utilizadas para riego sólo dos son evapotranspiradas y el resto se convierte en el flujo de retorno) (Huffaker, 2010). Es decir que cuanto más eficiente es la técnica utilizada menor es la cantidad de agua que se necesita aplicar para satisfacer las necesidades del cultivo y también menor el flujo de retorno.

Sin embargo, este aumento en la eficiencia no siempre significa una mayor conservación del recurso, sino que esto depende de la suerte que corra el agua “no consumida” por la evapotranspiración (Huffaker, 2010). En efecto, esta agua “no consumida” en muchos casos es fuente

de recarga de los cuerpos de agua superficiales y de los acuíferos que, a su vez, proveen agua para otros usuarios o usos⁸, expresados o no en derechos formales. En estos casos, un aumento en la eficiencia del riego significa una menor extracción de agua, pero también un menor flujo de retorno, lo cual puede afectar significativamente el caudal de los ríos y la recarga de los acuíferos (véase el Recuadro 2).

RECUADRO 2 CONSERVACIÓN, EFICIENCIA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

Supongamos que el río tiene un caudal de 10 unidades de agua en cada temporada de riego. En el *status quo*, una granja extrae 4 unidades para riego, dejando otras 6 unidades en el río. Si suponemos una eficiencia del 50% en la técnica de riego utilizada, 2 de las 4 unidades de agua se convertirían en evapotranspiración. Las dos unidades no consumidas volverían al río, por lo que quedarían 8 unidades para otros usos. El aumento de la eficiencia en la técnica de riego utilizada a un 66% puede significar también un aumento en la evapotranspiración (dependiendo de la tecnología adoptada). Supongamos que la evapotranspiración aumenta de 2 a 2,5 unidades. Para 2,5 unidades de evapotranspiración se requiere extraer 3,8 unidades de agua, dejando 6,2 para otros usos. El flujo de retorno sería en este caso de 1,3 unidades y el caudal del río de 7,5 unidades. Podría parecer que se ha conservado el recurso, porque al compararlo con la situación original del río después del punto de extracción, ha aumentado en 0,2 unidades. Sin embargo, luego de incluir las 0,7 unidades de reducción del caudal producto del menor flujo de retorno, el caudal total —disponible para usos y usuarios localizados aguas abajo— ha decrecido en 0,5 unidades.

Fuente: Huffaker (2010).

Por otra parte, el término “**agua verde**” se utiliza para referirse al agua de lluvia acumulada en los suelos, que se encuentra disponible para la utilización de las plantas (Molden y otros, 2007; PNUMA y otros, 2011). El uso del agua verde se considera siempre un uso consuntivo, ya que el agua utilizada deja de estar disponible en lo inmediato.

Durante la producción de biomasa se pueden utilizar distintas combinaciones de agua azul y verde. En la agricultura de secano sólo se utiliza agua de lluvia para satisfacer las necesidades del cultivo, y por tanto se dice que sólo usa agua verde, mientras que si se recurre al riego, al agua verde se le agrega agua azul para mantener niveles adecuados de humedad en el suelo.

Las implicancias de utilizar una u otra fuente de agua difieren considerablemente (Molden y otros, 2007). En efecto, un aumento en la evapotranspiración de agua azul implica una reducción inmediata del caudal de los cursos de agua y de los niveles de agua subterránea; mientras que un aumento en la evapotranspiración de agua verde se debe generalmente a la expansión del área cultivada y normalmente tiene menos impacto en los caudales de agua azul que continúan disponibles para otros usos.

Por tanto, el impacto de un aumento en la producción de biomasa en la cantidad de agua varía considerablemente dependiendo de las características de las especies, las condiciones de producción agrícola, y el clima del lugar en donde ésta se desarrolla (Gerbens-Leenes y otros, 2009). Los casos de la producción de caña de azúcar en el Brasil, la Argentina y el Perú ilustran este punto.

En efecto, el cultivo de caña de azúcar en el Brasil generalmente no requiere riego (PNUMA y otros, 2011). Esta práctica es más frecuente en el nordeste —región donde se genera tan solo el 10% de la producción total— y si bien se está utilizando con mayor frecuencia en la región centro-oeste, todavía está asociada al riego suplementario o de rescate⁹. En cualquier caso, los volúmenes de riego

⁸ Siempre y cuando estos caudales de retorno no estén severamente degradados o no se dirijan hacia cuerpos de agua que no tienen uso posible (por ejemplo, acuífero salino).

⁹ Se utiliza para restaurar la humedad del suelo o para proveer agua al cultivo durante períodos de stress hídrico.

son bajos (aproximadamente entre 100 y 200 milímetros por año) y en general se utilizan aguas residuales de la producción de caña y bioetanol.

En la Argentina la situación es diferente. La producción de caña de azúcar se concentra mayoritariamente en la Provincia de Tucumán, donde funcionan 15 de los 23 ingenios azucareros del país que representan entre un 60-65% de la producción nacional (Romero y otros, 2009). Las Provincias de Salta y Jujuy por su parte aportan cerca de un 35%, seguidas por Santa Fe y Misiones que apenas alcanzan el 1% de la producción total¹⁰.

El cultivo de caña de azúcar en la Argentina involucra altos requerimientos de agua. Para la Provincia de Tucumán, se estima una evapotranspiración máxima de 1250-1400 milímetros (Romero y otros, 2009). En algunas regiones de esta provincia se recurre al riego para suplir los déficits estacionales (Sanzano y Fadda, 2009). Se estima que entre un 25-30% del área de caña en la provincia es bajo riego —porcentaje varían de un año a otro dependiendo de las características pluviométricas y la disponibilidad del recurso—, mientras que el resto se maneja con secano (Figueroa y otros, 2009).

El agua es un recurso escaso en la Provincia de Tucumán. La red provincial provee aproximadamente un 80% del agua utilizada para riego (Figueroa y otros, 2009)¹¹. Durante el invierno y la primavera, en general, se le da prioridad a la industria dentro del área cañera, sin embargo, muchos ingenios no cuentan con caudales suficientes y complementan sus necesidades con agua proveniente de perforaciones, lo cual limita el uso de las aguas subterráneas para fines agronómicos.

Se estima que la eficiencia técnica de riego es menor al 40%, por lo que su mejora mediante la incorporación del riego por aspersión y goteo permitiría ampliar la superficie de riego y reducir los costos de aplicación (Figueroa y otros, 2009); aunque, como se discutió anteriormente, este aumento en la eficiencia y la expansión de la superficie cultivada podrían significar una reducción en la disponibilidad de agua para otros usos.

Finalmente, en el Perú la escasez del agua para el desarrollo de grandes áreas de cultivo se presenta como una de las principales dificultades que enfrenta la agenda de desarrollo de los biocombustibles (Albavera y Moya, 2007). Si bien el Perú es el octavo país en cuanto a recursos hídricos totales, estos recursos no se encuentran distribuidos homogéneamente en el territorio (Guevara y Pareja, 2008). La costa es el área en donde se registra el mayor consumo de agua, pero a la vez es la zona con menor disponibilidad de ese recurso. A esta situación se suma una alta variabilidad estacional en el caudal de sus ríos.

El cultivo de caña de azúcar se desarrolla principalmente en los valles de la costa norte del país, un área que enfrenta problemas de disponibilidad de recursos hídricos (Guevara y Pareja, 2008; Albavera y Moya, 2007). El riego constituye el principal uso del agua en la costa, donde se registran 1,7 millones de hectáreas bajo riego. En muchos casos, el uso del agua para riego es deficiente y se estima que el 40% de las tierras de esta zona tiene problemas de drenaje y salinidad producto de las malas prácticas en el uso del agua. La expansión del cultivo de caña requeriría, por tanto, una gestión de los recursos hídricos que debiera combinar un uso más eficiente de los recursos disponibles, una reorientación del uso actual, nuevas obras para ampliar la disponibilidad de agua, y la mejora en las técnicas de riego utilizadas (Albavera y Moya, 2007). En el Recuadro 3 se analizan los efectos de un aumento en la producción de biomasa para la disponibilidad del agua en los valles de Chira y Piura.

¹⁰ En la zafra 2010, la producción argentina de azúcar fue de casi 1,9 millones de toneladas. La Provincia de Tucumán elaboró el 62,6% del azúcar argentino, mientras que Salta y Jujuy participaron con el 37% y el Litoral con menos del 1% (EEAOC, 2011)

¹¹ La infraestructura hídrica de la provincia cuenta con una red de canales de más de 1,7 mil kilómetros de longitud, que conduce aguas captadas en ríos, arroyos y vertientes por 30 obras fijas (9 presas y represas de embalse, 21 diques niveladores) y más de 150 tomas rústicas (Tucumán, 2010). A ello se le suma el uso del agua subterránea desde pozos surgentes y semisurgentes.

En lo que respecta a la producción de biodiesel, la soja es la fuente de biomasa más utilizada en la Argentina y el Brasil. Las diferencias en el requerimiento de agua para el cultivo de soja entre ambos países no son tan significativas como en el caso de la caña de azúcar.

RECUADRO 3

LOS EFECTOS DE UN AUMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL PERÚ

Los valles de Chira y Piura se encuentran ubicados en el norte del Perú, en una región semiárida, donde la disponibilidad del agua es baja a causa de la insuficiente capacidad reguladora del embalse Poechos y la creciente demanda. El 90% del agua disponible en estos valles es usada para la agricultura, y el resto se divide entre el consumo poblacional (9%) y el uso industrial (1%).

Como consecuencia del desarrollo de la industria del etanol en el Perú, en los próximos años se planea incorporar progresivamente más de 22 mil hectáreas de cultivos destinados a la producción de biomasa en los valles de Chira y Piura.

Un estudio realizado para el Proyecto Bioenergía y Seguridad Alimentaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) analizó la sostenibilidad del recurso hídrico ante este crecimiento de la demanda para cuatro escenarios diferentes, y evaluó los impactos desde el punto de vista de la confiabilidad y vulnerabilidad del sistema y la cobertura de la demanda.

Para el primer escenario, se utilizó el sistema en el estado en que se encontraba al momento del estudio, sin considerar el aumento esperado en los cultivos para la generación de biomasa. Bajo estas circunstancias, se cubre un 90% de la demanda de agua para actividades agrícolas, el 100% de la demanda poblacional e industrial, y un 76% en los cultivos nuevos en instalación. Se considera que para este escenario la confiabilidad promedio del sistema —garantía que ofrece el sistema para satisfacer las demandas— es de un 75%.

En el segundo escenario, se evaluó la situación para el año 2030 con la incorporación de unas 24 mil hectáreas nuevas con cultivo de caña de azúcar. Asimismo, para este escenario y los siguientes, se incorporó el agua subterránea al modelo para mejorar el abastecimiento de la demanda producto de la introducción de los cultivos para la generación de biomasa. En este escenario, se alcanzaría el 98% de cobertura de la demanda de agua para consumo poblacional, pero la cobertura de la demanda agrícola disminuiría considerablemente: 86% para los agricultores del valle y 62% para las áreas nuevas con cultivos destinados a la generación de biomasa. Bajo este escenario, la confiabilidad del sistema disminuye a un 65%.

En el tercer escenario, se analizó la situación en 2030 con un incremento en las áreas cultivadas con sorgo, cuyo cultivo requiere un menor volumen de agua. En este escenario, se cubriría un 98% de la demanda poblacional, un 80% de la demanda de los agricultores del valle, y un 73% de la demanda proveniente de las áreas plantadas con sorgo. Bajo este escenario la confiabilidad del sistema mejora, alcanzando un 70%.

En el cuarto y último escenario, se consideró la situación en 2030 con un incremento de las áreas de cultivo de caña, incorporando además un aumento en las áreas de cultivo de los agricultores. Para este escenario, se espera un nivel de cobertura del 98% de la demanda poblacional, del 80% de los cultivos agrícolas del valle, y del 52% de los cultivos de caña. La confiabilidad del sistema bajo este escenario es de un 59%, lo cual indica que la satisfacción de las demandas de agua se vería muy afectada y el sistema no podría considerarse como confiable.

El estudio concluye remarcando la necesidad urgente de una planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos en los valles de Chira y Piura, así como la mejora en la productividad del agua para permitir una mayor producción de alimentos con el mismo volumen de agua. Asimismo, se recomienda explorar otras variedades con menor requerimiento de agua, como el sorgo, mejorar la eficiencia de uso de agua para riego y disminuir o eliminar el sistema de riego por pozas, dada su baja eficiencia.

Fuente: Taipe (2010).

En el Brasil, en el período 1995-2006, el área cultivada con soja aumentó un 69% alcanzando las 15,6 millones de hectáreas plantadas (IBGE, 2006). Según datos del censo agropecuario 2006, 624 mil hectáreas de soja se encontraban bajo riego, lo que representaba un 14% de la superficie regada total (Coelho, 2011) y un 4% de la superficie plantada con soja.

El área cultivada continuó aumentando en las campañas más recientes. En efecto, durante la campaña 2008-2009 se plantaron 21,6 millones de hectáreas de soja (MAPA, 2009) y se espera que para la campaña 2010-2011 el área plantada alcance las 23,3 millones de hectáreas con una producción aproximada de 67,5 millones de toneladas (USDA, 2010c).

En la Argentina, el cultivo a nivel comercial se hace a secano (Carballo, 2011) y sólo se utiliza riego en semilleros o por productores de alta tecnología localizados en áreas donde el agua subterránea es apta (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe, sur-este de Buenos Aires o Córdoba). El riego es complementario por lo que la superficie regada varía anualmente, aunque se estima que en total no supera el 2% de la superficie plantada.

2. Producción de biocombustibles

El agua también juega un papel central en el proceso de producción de biocombustibles. Esta sección analizará el uso de agua en el proceso de conversión de la biomasa en biocombustibles y cómo las técnicas utilizadas pueden modificar la demanda de agua de la industria, tomando como base el caso de las plantas de producción de etanol en el Brasil.

En el Brasil, las plantas que producen etanol a partir de caña de azúcar utilizan agua en distintas etapas del proceso de producción, que incluyen: i) la recepción y preparación de la caña y la extracción del caldo; ii) el tratamiento del caldo; iii) la fermentación; y iv) la destilación del alcohol (ANA y otros, 2009)¹².

Durante la **primera etapa**, la caña de azúcar es lavada, picada, desfibrada y molida. De este proceso se extraen un caldo primario que es utilizado para la producción de azúcar y un caldo mixto que se usa en la producción de etanol (ANA y otros, 2009). Existen tres usos del agua en esta etapa: el lavado de la caña, el agua de remojo y la refrigeración de los equipos.

En la etapa de lavado de caña, la inclinación de la mesa de recepción determina la cantidad de agua utilizada en el proceso (ANA y otros, 2009). En efecto, si se utilizan mesas planas o con poca inclinación, la cantidad de agua utilizada es de aproximadamente 10 metros cúbicos por tonelada de caña, mientras que con mesas inclinadas a 45° se disminuye el uso del agua a la mitad. En los casos en los que la caña se recibe picada (como consecuencia de la extracción mecanizada) se utiliza un proceso de limpieza en seco para evitar la pérdida de azúcar; por lo que, tomando en cuenta que las usinas pueden recibir caña entera y caña picada, se estima que las tasas brutas de uso de agua en este proceso alcanzarían los 2,2 metros cúbicos por tonelada de caña.

Una vez lavada, la caña se tritura, desfibra y posteriormente se envía a la molienda para extraer el caldo (Cappelli y otros, 2009). El agua también se utiliza en esta etapa para embeber el bagazo y disolver la sacarosa aún presente, aumentando de este modo la extracción (ANA y otros, 2009). En promedio, para este proceso se utiliza entre 25 y 30 metros cúbicos de agua por tonelada de caña molida.

La **segunda etapa** es el tratamiento del caldo de caña con el fin de obtener un caldo clarificado (ANA y otros, 2009). El uso promedio de agua en esta etapa alcanza los 0,435 metros cúbicos por tonelada de caña.

La **tercera etapa** es la fermentación y durante ella se utiliza agua para la preparación del mosto, para su refrigeración, para la dilución del fermento, para el lavado de los gases de la

¹² Para una descripción detallada del uso del agua durante estos procesos véase ANA y otros (2009).

fermentación y para la refrigeración de la maquinaria utilizada (ANA y otros, 2009). En esta etapa se utilizan en promedio 4,4 metros cúbicos de agua por tonelada de caña.

Por último, durante la **cuarta etapa** se lleva a cabo la destilación. En esta etapa, se utiliza agua en forma de vapor para la destilación, y agua en estado líquido para la refrigeración de los condensadores (ANA y otros, 2009). En total, esta etapa del proceso utiliza en promedio 3,9 metros cúbicos de agua por tonelada de caña.

El Estado de San Pablo puede ser tomado como ejemplo del impacto local de la producción de azúcar y etanol para la captación de agua superficial. Durante la década de 1990, la participación de este sector en la captación de agua representaba un 13% de la demanda total del Estado y cerca de un 40% de la demanda del sector industrial (ANA y otros, 2009). Sin embargo, para el año 2007, la participación de este sector en el demanda total del Estado había disminuido considerablemente representando el 7,7% de la demanda total y cerca del 25% de la demanda del sector industrial. Estos datos son particularmente significativos si se tiene en cuenta que durante el mismo período la producción de este sector creció en un 125% sin que este crecimiento fuera acompañado por un incremento en la demanda de agua.

A nivel global, la industria de caña de azúcar y etanol en el Brasil ha logrado disminuir considerablemente la tasa de extracción de agua gracias a la implementación de mecanismos para su reutilización y el uso de circuitos cerrados (ANA y otros, 2009). En efecto, como puede apreciarse en el Gráfico 3, la tasa de extracción de agua pasó de ser de entre 15 a 20 metros cúbicos por tonelada de caña en la década de 1970 a 1 metro cúbico por tonelada de caña en el año 2010. Esta disminución en el uso del agua se debería a la aprobación de legislación ambiental y la implementación de un sistema de cobro por la utilización de los recursos hídricos (véase la página 42) (ANA y otros, 2009).

Por otra parte, en lo que respecta a la producción de biodiesel, ésta comprende dos etapas: la obtención del aceite a partir de la oleaginosa (que en la Argentina y el Brasil es mayoritariamente soja) y su posterior transformación en biodiesel (Donato y Huerga, 2009). Según una encuesta realizada a las empresas de extracción de aceite y producción de biodiesel en la Argentina¹³, aquellas que más agua utilizaron como insumo durante el proceso de producción necesitaron 1,2 metro cúbico de agua por una tonelada de aceite y 0,6 metro cúbico de agua para convertirlo en una tonelada de biodiesel.

3. Conclusiones

Las diferencias en la demanda y productividad del agua entre las distintas combinaciones cultivo/región geográfica/tecnología utilizada llevan a que el impacto del aumento en la producción de biocombustibles deba evaluarse a nivel local, regional y de cuencas. En efecto, la producción de biocombustibles a base de cultivos bajo riego requiere mayores volúmenes de agua en comparación con la agricultura en secano, cuya influencia en la disponibilidad de recursos hídricos a nivel local y regional es normalmente mucho menor.

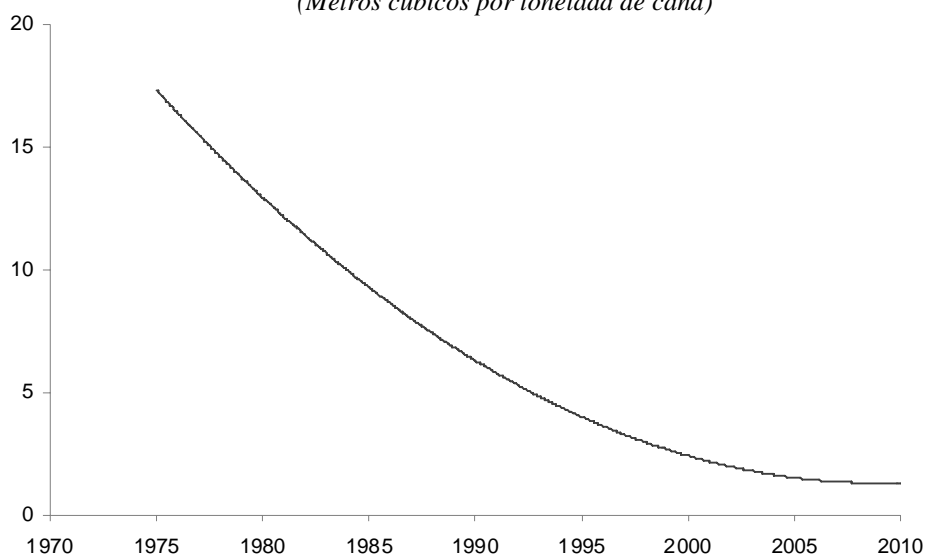
Al mismo tiempo, el crecimiento de la demanda de agua para riego tendrá consecuencias sociales y ecológicas diferentes dependiendo del estado de los recursos hídricos en el lugar en que ocurra dicho incremento (PNUMA y otros, 2011). En este sentido, como se vio en el caso de los valles de Chira y Piura, el aumento en la superficie bajo riego puede tener impactos significativos en aquellas regiones que enfrentan problemas de disponibilidad de los recursos hídricos, afectando la cantidad de agua disponible para otros usos y el medio ambiente. En muchos casos, sin embargo, la elección de la variedad utilizada como fuente de biomasa puede aumentar la productividad del agua.

Por otra parte, las técnicas de producción también tienen un impacto significativo en la demanda de agua en la etapa de conversión de la biomasa en biocombustibles. En este sentido, la

¹³ Los datos relevados no involucraron a pequeñas y medianas empresas. La capacidad de las empresas aceiteras relevadas supera las 96,5 mil toneladas al mes y la capacidad de las empresas productoras de biodiesel supera las 9 mil toneladas al mes (Donato y Huerga, 2009).

experiencia brasilera es un buen ejemplo de cómo la mejora de los procesos de producción, incentivada por la legislación de aguas, puede afectar la tasa de extracción de la industria.

GRÁFICO 3
TENDENCIA DE LA TASA DE EXTRACCIÓN DE AGUA EN LA INDUSTRIA
DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y ETANOL EN EL BRASIL
(Metros cúbicos por tonelada de caña)



Fuente: ANA y otros (2009).

B. Calidad del agua

La calidad del agua es una medida que surge de la comparación de sus características físicas, químicas y biológicas contra ciertos estándares relacionados con la protección del medio ambiente o las necesidades humanas en los diferentes usos (PNUMA y otros, 2011). Desde esta perspectiva, la producción de biomasa representa una fuente de contaminación difusa que también se conoce como “fuente no puntual” ya que su origen territorial no está claramente definido. Por su parte, el proceso de producción de biocombustibles también genera efluentes cuya descarga en cuerpos de agua puede afectar su calidad. A diferencia de la contaminación durante la fase agrícola, estos efluentes representan una fuente de contaminación puntual, ya que sus descargas se producen en lugares específicos e identificables.

1. Producción de biomasa

Un aumento en la producción de biomasa probablemente impacte en la calidad de agua como consecuencia de la utilización de agroquímicos y pesticidas, o de la adopción de prácticas agrícolas que generen la erosión del suelo.

En efecto, los pesticidas utilizados en la agricultura pueden ser arrastrados por la escorrentía hacia lagos, lagunas y ríos, o llegar a ellos como consecuencia del proceso conocido como “deriva”¹⁴. La presencia de estas sustancias en los cuerpos de agua puede causar el envenenamiento de los peces

¹⁴ La deriva es el proceso por el cual las gotas más finas de los productos agroquímicos se evaporan o son arrastradas por el viento (Masiá y Cid, 2010). Los factores que influyen en la deriva son, entre otros, la velocidad y dirección del viento, la temperatura, el equipo utilizado y la topografía.

que habitan estos ecosistemas y de sus predadores¹⁵, pudiendo afectar también la salud de la población que se alimenta de ellos o que bebe el agua contaminada (PNUMA y otros, 2011; Ongley, 1996). Asimismo, si los suelos en los que se aplican son permeables, los pesticidas pueden filtrarse hacia los acuíferos y aguas subterráneas (NRC, 2008).

El uso de fertilizantes ricos en nitrógeno y fósforo también puede tener un impacto negativo en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. En efectos, sólo una parte del fertilizante aplicado al cultivo es absorbido por las especies plantadas, mientras que el resto permanece en el suelo y puede ser transportado hacia aguas superficiales por la escorrentía (NRC, 2008).

La presencia de altas concentraciones de estos nutrientes en los cuerpos de agua estimulan el crecimiento desmedido de las especies de algas, creando un desbalance en el ecosistema (PNUMA y otros, 2011). Entre las consecuencias de este fenómeno, conocido como eutrofización, se encuentra la producción excesiva de materia orgánica y el aumento del consumo de oxígeno disuelto, que puede llevar a su agotamiento, causando la muerte de los organismos que habitan en los ecosistemas acuáticos. Asimismo, el aumento en las concentraciones de nutrientes inorgánicos tiene impactos en la salud de las personas y de los animales domésticos, y también puede afectar el uso estético y recreativo de los cursos de agua (EPA, 2010).

Por otra parte, el mayor uso de fertilizantes que contienen nitrógeno puede provocar un aumento de los niveles de nitratos y nitritos presentes en el agua subterránea (NRC, 2008). El nitrógeno en formas como el nitrato es altamente soluble y puede infiltrarse hacia la napa subterránea, afectando su calidad. En efecto, la probabilidad de contaminación de aguas subterráneas con nitratos guarda una fuerte correlación con el aumento en el uso de fertilizantes que contienen nitrógeno y con suelos con buen drenaje asentados sobre grava o arena no consolidada.

Finalmente, la erosión del suelo producto de la adopción de prácticas agrícolas no sustentables, como el arado de suelos no aptos para la agricultura, también puede afectar significativamente la calidad de los cuerpos de agua superficiales (NRC, 2008). En efecto, los sedimentos resultantes de la erosión del suelo son arrastrados por la escorrentía hacia los cuerpos de agua cercanos, afectando su calidad (PNUMA y otros, 2011). Asimismo, estos sedimentos arrastran consigo nutrientes y pesticidas, contribuyendo a los fenómenos descritos en los párrafos anteriores.

Fiorio y otros (2000) proporcionan un ejemplo del problema que pueden ocasionar los sedimentos en los sistemas acuáticos. Estos autores estudiaron una cuenca en el municipio de Piracicaba, en el Estado de San Pablo, donde en el año 1978 se construyó un reservorio de agua. En ese entonces, un 25% de la cuenca se encontraba cubierta con caña de azúcar. Veinte años más tarde, ese porcentaje rozaba el 70% y el reservorio ya no podía utilizarse como fuente de agua debido a la presencia de sedimentos y a la pérdida del 50% de su capacidad de almacenamiento.

Distintos factores relacionados con las prácticas agrícolas influyen en la probabilidad de que fertilizantes, sedimentos y pesticidas contaminen los cuerpos de agua. Estos factores incluyen las tasas y métodos de aplicación, la utilización de prácticas de conservación, la rotación de cultivos, y la superficie cultivada (EPA, 2010).

En efecto, la adopción de estrategias destinadas a corregir la forma en la que se aplican los fertilizantes puede disminuir las filtraciones de nutrientes a las napas subterráneas (EPA, 2011a). Dichas estrategias se centran en la adecuación de la tasa de aplicación de fertilizantes en función del contenido de nutrientes en el suelo. Asimismo, la adopción de prácticas basadas en el manejo de aguas escurridas han probado ser eficaces para frenar el aumento de nutrientes y su consecuente impacto en

¹⁵ Los residuos de pesticidas envenenan a los peces que habitan en los cuerpos de agua pudiendo causar su muerte, la disminución en la producción de huevos o su eclosión, una menor resistencia a las enfermedades, la disminución de su masa corporal, o una menor respuesta a los predadores.

la calidad del agua¹⁶. Un ejemplo es la creación de humedales en el perímetro de los campos, para que reciban estas aguas y filtren los nutrientes de forma previa a su descarga en ríos y arroyos.

Por otra parte, el uso de estrategias de manejo integrado de plagas puede contribuir a reducir el uso de pesticidas, adaptando el tratamiento a los ciclos de infección y estableciendo con mayor precisión la cantidad y momento de las aplicaciones (EPA, 2011a).

En lo que respecta a la contaminación por sedimentos, la utilización de prácticas de conservación¹⁷, como la siembra directa¹⁸, aumentan la materia orgánica de los suelos, reducen la lixiviación de nutrientes, e incrementan la actividad biológica, disminuyendo la contaminación por esta fuente (Proforest, 2010). La adopción de este tipo de prácticas es muy frecuente en el cultivo de soja en la Argentina, donde más de 15 millones de hectáreas fueron plantadas utilizando siembra directa en la campaña 2008-2009 (Carballo, 2011; AAPRENSID, 2010).

2. Producción de biocombustibles

La descarga de los efluentes generados durante el proceso de producción de biocombustibles puede causar la contaminación química, biológica y térmica en los cuerpos de agua que los reciben, si no existe un control adecuado sobre estas emisiones (PNUMA y otros, 2011).

El proceso de producción de etanol en el Brasil puede servir como ejemplo de una industria que ha logrado mejorar la eficiencia del proceso de producción, disminuyendo y controlando las descargas de efluentes. En efecto, esta industria utiliza técnicas como la recirculación y el reuso de las aguas de deshecho, combinadas con la mejora en la eficiencia de los equipos y la adopción de procesos menos contaminantes como forma de reducir los impactos en la calidad del agua (PNUMA y otros, 2011). Asimismo, parte de los efluentes del proceso de producción son utilizados para la fertilización y riego del cultivo de caña, como una alternativa a su disposición en cuerpos de agua.

Durante la etapa del lavado de la caña de azúcar se generan efluentes que presentan un potencial de contaminación medio en términos de materia orgánica (180-500 miligramos por litro de DBO₅) y una alta concentración de sólidos suspendidos como consecuencia de la tierra incorporada durante la recolección de la caña (ANA y otros, 2009). El tratamiento de estos efluentes consiste en la decantación y lagunas de estabilización como paso previo a su vertido en los cuerpos de agua. Por otra parte, si el agua va a ser reutilizada, se decanta y se corrige su pH.

Asimismo, los efluentes provenientes de los condensadores barométricos de la fábrica y de los multi-jets presentan un bajo potencial de contaminación en términos de materia orgánica (10-40 miligramos por litro de DBO₅) y una alta temperatura (aproximadamente +45°C) (ANA y otros, 2009). Por tanto, se busca lograr su enfriamiento en tanques aspersores o en torres de enfriamiento, antes de su reaprovechamiento o vertido.

En lo que respecta a los efluentes provenientes de la refrigeración de la destilería, si bien estos no poseen un potencial contaminador en términos de materia orgánica y tienen un pH neutro, su temperatura es relativamente alta (alrededor de los +45-50°C), por lo que el tratamiento en esta etapa busca disminuir su temperatura en torres de enfriamiento o en tanques aspersores, manteniendo las aguas dentro de un circuito cerrado (ANA y otros, 2009).

Por otra parte, los efluentes generados durante el tratamiento de los gases de combustión de la caldera presentan un bajo potencia de materia orgánica (100-150 miligramos por litro de DBO₅ y de 200-300 miligramos por litro de DQO) y altas temperaturas que pueden llegar a los +80°C (ANA y

¹⁶ Según EPA (2011a), ninguna de estas prácticas garantiza la producción sustentable de biocombustibles a escala industrial.

¹⁷ Se considera “labranza de conservación” al conjunto de operaciones de laboreo que, luego de la siembra del cultivo, deja hasta un 30% del suelo cubierto por rastrojo (Studdert, 2001).

¹⁸ La siembra directa se basa en la ausencia de labranzas y la presencia de una cobertura permanente del suelo, vía cultivos y rastrojos de cultivos anteriores (AAPRENSID, 2011).

otros, 2009). Normalmente estos efluentes son tratados en un sistema de decantación-flotación, de forma previa a su recirculación en el sistema.

Por último, como consecuencia del proceso de producción de etanol se generan grandes cantidades de vinaza, que en promedio alcanzan entre 10,5 y 12,0 litros por cada litro de etanol producido (ANA y otros, 2009). Este efluente se caracteriza por sus altas temperaturas (cercas a los +90°C), elevada cantidad de materia orgánica y altas concentraciones de sólidos.

Durante las primeras etapas del desarrollo de la industria de etanol en el Brasil, la vinaza era vertida sin tratamiento en ríos, lagos y reservorios de agua causando su eutrofización (EPA, 2011a). A partir de 1978, cuando una ley federal prohibió el vertido de vinaza en cualquier cuerpo de agua (véase la página 42), este efluente empezó a utilizarse como fertilizante en las plantaciones de caña de azúcar. Si bien a partir de la aprobación de esta norma la calidad de los cuerpos de agua del Brasil mejoró considerablemente, el manejo, almacenamiento y transporte de este efluente son complejos y en algunos casos se han producido accidentes que resultan en el vertido de vinaza en los cuerpos de agua (Simpson y otros, 2009). Por otra parte, su utilización continua como fertilizante podría dar lugar a niveles tóxicos de potasio en el suelo y agua subterránea.

En la Provincia Argentina de Tucumán, la expansión de la producción de etanol a partir de caña de azúcar encuentra como limitante la gran cantidad de vinaza generada como consecuencia del proceso de producción (EEAOC, 2011). En efecto, se estima que una destilería que produce 100 metros cúbicos de alcohol por día genera como efluente 1,3 mil metros cúbicos de vinaza (Perera, 2009). A diferencia de lo que ocurre en el Brasil, los suelos tucumanos son muy ricos en potasio por lo que la vinaza no suele utilizarse para la fertirrigación (EEAOC, 2011)¹⁹. Esto lleva a que se viertan anualmente 2,6 millones de metros cúbicos de vinaza sobre el sistema hidrológico, de los cuales más de 1,7 millones son recibidos por la cuenca del río Salí, generando serios impactos en la calidad del agua (Perera, 2009; SAyDS, 2007).

El resto de los efluentes líquidos generados durante el proceso de producción de etanol en la provincia, incluyendo las aguas de molienda, proceso y laguna de enfriamiento, alcanzan en promedio un volumen 10 veces superior a la cantidad de caña procesada (SAyDS, 2007). Sin embargo, sería posible reducir sustancialmente su cantidad mediante un proceso de reciclado y reuso parcial dentro de la fábrica.

En lo que respecta a la producción de biodiesel, se estima que en el Brasil, como consecuencia del proceso de producción del aceite vegetal se generan aproximadamente 10 litros de efluentes por cada 10 kilogramos de producto generado (MMA, 2006). Estos efluentes se caracterizan por una alta DQO (de entre 4.000 y 6.000 miligramos por litro) y un alto tenor de aceites, grasas, sulfatos, sólidos en suspensión, nitrógeno y fosfato. Asimismo, pueden encontrarse compuestos fenólicos, metales pesados, catalizadores, sustancias oxidables y pesticidas utilizados durante la etapa del cultivo de la oleaginosa. Para su tratamiento pueden utilizarse técnicas tales como la flotación, floculación y coagulación y, posteriormente, se recurren a procesos biológicos como la depuración por lodos activados o las lagunas de aireación. Asimismo, durante el proceso de producción del biocombustible se genera un 20% de efluentes por cada tonelada de biodiesel. Estos efluentes tienen una DBO₅ de entre 3.000-4.000 miligramos por litro y una DQO de entre 60.000 y 80.000 miligramos por litro.

3. Conclusiones

Los impactos en la calidad del agua como resultado de la producción de biocombustibles se encuentran ligados principalmente a la fase agrícola del proceso (PNUMA y otros, 2011). En esta etapa, las principales fuentes de contaminación provienen del uso de fertilizantes y pesticidas, y del arrastre de sedimentos generados como consecuencia de la erosión del suelo.

¹⁹ No obstante, se estima que es factible aplicar hasta 150 metros cúbicos de vinaza pura por hectárea por año sin perjudicar el potencial productivo (Morandini, 2009).

La adopción de estrategias destinadas a corregir la forma en que se aplican los fertilizantes y la utilización de prácticas de manejo integrado de plagas pueden disminuir la probabilidad de que estos contaminantes lleguen a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Asimismo, las estrategias basadas en el manejo de aguas escurridas, como la creación de humedales en el perímetro de los campos, pueden resultar eficaces para frenar el aumento de nutrientes. Por otra parte, la utilización de prácticas de conservación, como la siembra directa, contribuyen a disminuir la contaminación por sedimentos al aumentar la materia orgánica de los suelos, a la vez que reducen la lixiviación de nutrientes.

Si bien la mayoría de los impactos se origina en la etapa agrícola, no es posible descartar los efectos del vertido de los efluentes generados durante la fase industrial. En efecto, estos efluentes pueden causar la contaminación química, biológica y térmica de los cuerpos de agua receptores si no existe un control adecuado sobre sus descargas. Asimismo, algunos co-productos del procesamiento industrial de la biomasa, como la vinaza, pueden tener un impacto significativo en los recursos hídricos y constituirse en un limitante para la expansión de la industria en algunas regiones.

En este sentido, cabe destacar la existencia de procesos industriales que pueden contribuir a disminuir la cantidad de efluentes vertidos a los cuerpos de agua, mediante su reciclado y su reuso parcial.

IV. Regulación de biocombustibles y agua en los países desarrollados

El aumento de la producción de biocombustibles puede afectar tanto la cantidad como la calidad del agua disponible para otros usos y el medio ambiente. Para hacer frente a estos impactos, las políticas adoptadas por el Estado deberían, entonces, focalizarse tanto en la regulación del uso del agua como en la adopción de medidas para disminuir o evitar la contaminación por fuentes puntuales y difusas.

En las siguientes secciones analizaremos cómo la regulación de los Estados Unidos y la Unión Europea controla los potenciales impactos de un aumento en la producción de biocombustibles para sus recursos hídricos. Para ello, tendremos en cuenta no sólo la regulación de biocombustibles sino también como ésta se articula con el marco regulatorio general del agua. Como veremos a continuación, la regulación de biocombustibles no siempre contiene disposiciones específicas para hacer frente a estos efectos, pero en algunos casos esto se debe a que se considera que el marco regulatorio del agua es suficiente para afrontarlos.

A. Estados Unidos

1. Regulación de biocombustibles

En el año 2005, el Congreso de los Estados Unidos aprobó la Ley de Política Energética (*Energy Policy Act*), por la cual delegó en la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*) (EPA) la creación de un estándar para combustibles renovables e impuso la mezcla obligatoria de bioetanol, requiriendo que la gasolina que fuera vendida o introducida al comercio en los Estados Unidos contuviera anualmente un volumen mínimo de este biocombustible, el cual aumentaría progresivamente hasta alcanzar los 7,5 mil millones de galones (unos 28,4 mil millones de litros) en 2012.

Posteriormente, en el año 2007, con la aprobación de la Ley de la Independencia y Seguridad Energética (*Energy Independence and Security Act*) (EISA) el programa de biocombustibles se expandió considerablemente e incluyó también requisitos de mezclado para el diesel.

La EISA establece que todo el combustible que sea vendido o introducido en el comercio en los Estados Unidos para ser utilizado en el transporte debe contener un volumen mínimo de

combustibles renovables, biocombustibles avanzados²⁰, biocombustibles a base de celulosa²¹ y diesel producido a base de biomasa²².

Asimismo, si cualquiera de estos combustibles renovables fueran fabricados en plantas que comenzaron a ser construidas luego de la aprobación de la norma, deben por lo menos alcanzar una reducción del 20% de los gases del efecto invernadero en todo el ciclo de vida del combustible, comparados con la línea de base establecida por la EPA.

La EISA no incluye normas directamente relacionadas con el impacto del aumento de la producción de biocombustibles sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Sin embargo, todas las fases del proceso productivo quedan comprendidas en la legislación que regula los recursos hídricos a nivel estatal y federal.

2. Regulación de aguas

a) La Ley del Agua Limpia

El primer antecedente de regulación federal de la contaminación del agua puede rastrearse al año 1948 cuando el Congreso aprobó la Ley de Control de la Contaminación del Agua (*Water Pollution Control Act*) para hacer frente al alto nivel de contaminación generado como consecuencia de la producción industrial durante la Segunda Guerra Mundial (Revesz, 2008). Esta norma se basaba en la regulación de los problemas de contaminación del agua a nivel estatal, y le otorgaba al gobierno federal un rol limitado, centrado en la provisión de asistencia técnica y financiera a los estados.

La Ley de Control de la Contaminación del Agua fue reformada en varias ocasiones sin mayor éxito, por lo que en 1972 el Congreso decidió sancionar la Ley Federal de Control de la Contaminación del Agua, conocida como Ley del Agua Limpia (*Clean Water Act*) (CWA) con el objetivo de “restaurar y mantener la integridad química, física y biológica de las aguas de la nación” (Revesz, 2008).

La CWA se organiza en base a estándares de calidad de agua y limitaciones al vertido de efluentes basadas en la mejor tecnología disponible²³. En efecto, la CWA establece un sistema de permisos para la descarga de efluentes conocido como Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos Contaminantes (*National Pollutant Discharge Elimination System*) (NPDES). Bajo este sistema, para poder descargar efluentes a un curso de agua es necesario contar previamente con un permiso, el cual impone limitaciones a la descarga de cada contaminante en función del nivel de reducciones que puede lograrse utilizando la tecnología disponible (CRS, 2010).

Este sistema de permisos se combina con los estándares de calidad del agua establecidos por los estados para los cursos de agua interjurisdiccionales²⁴. Estos estándares consisten en un uso o usos designados (por ejemplo, uso recreativo, pesca y natación, etc.) y la identificación de los criterios de calidad del agua que deben cumplirse para que dicho uso o usos sean posibles (CRS, 2010).

²⁰ La EISA define “biocombustibles avanzados” como un combustible renovable, distinto que el etanol derivado del almidón de maíz, que produzca emisiones de gases del efecto invernadero que sean por lo menos un 50% inferiores a las de la línea de base fijada por la EPA.

²¹ La EISA define “biocombustibles a base de celulosa” como un combustible renovable derivado de cualquier celulosa, hemicelulosa o lignina derivada de biomasa renovable, que produzca emisiones de gases del efecto invernadero que sean por lo menos un 60% inferiores a las de la línea de base fijada por la EPA.

²² La EISA define el término “diesel producido a base de biomasa” como biodiesel que produce emisiones de gases del efecto invernadero que sean por lo menos un 50% inferiores a las de la línea de base fijada por la EPA.

²³ Estos estándares varían dependiendo de si se trata de fuentes nuevas o existentes de contaminación. Para una discusión sobre los distintos estándares, véase Revesz (2008).

²⁴ De acuerdo con la interpretación de la EPA, la CWA resulta aplicable a las aguas navegables, los cursos de agua interjurisdiccionales, los humedales adyacentes a aguas navegables o a aguas interjurisdiccionales, los tributarios de cursos de agua navegables o interjurisdiccionales (aún si no son navegables) que sean relativamente permanentes y los humedales adyacentes a ellos (EPA, 2011b). El resto de las aguas quedan sujetas a la legislación estatal.

De esta forma, se crea un control suplementario a los permisos establecidos a nivel federal, que permite identificar los cuerpos de agua en los que es necesario instituir controles adicionales al NPDES (CRS, 2010). En efecto, cuando pese al cumplimiento de lo establecido en los permisos de descarga el cuerpo de agua no ha alcanzado los estándares de calidad, los estados deben establecer una carga total diaria máxima para cada contaminante a un nivel tal que asegure el cumplimiento del estándar de calidad del agua.

Las plantas productoras de biocombustibles que tratan y descargan sus propios efluentes deben cumplir con los requisitos establecidos por la CWA y operar con un permiso otorgado dentro del NPDES. En su primer informe trienal al Congreso sobre el impacto de los biocombustibles en el medio ambiente, EPA consideró que estos controles regulatorios eran suficientes para mitigar los impactos en la calidad del agua producto del aumento en el número de plantas productoras de biocombustibles (EPA, 2011a).

b) Efluentes agrícolas

La CWA ha contribuido a lograr avances significativos en el control de los efluentes de industrias y plantas de tratamiento municipales (EPA, 2008). En la actualidad, las fuentes de contaminación difusa constituyen el principal problema para la calidad del agua, siendo la agricultura la actividad que más contribuye a esta situación. Esta actividad es responsable de la degradación del 60% de los ríos y la mitad de los lagos afectados por problemas de contaminación en el país.

Hasta 1987, las regulaciones de la CWA se centraban casi completamente en las descargas de efluentes de fuentes puntuales e identificables (CRS, 2010). Salvo por algunas disposiciones aisladas, la ley no tenía en cuenta las fuentes de contaminación difusa, como los contaminantes que arrastra el agua de lluvia cuando drena hacia los ríos y cursos de agua.

Sin embargo, a partir de una enmienda aprobada en el año 1987 se incorporaron otras medidas para hacer frente al problema de contaminación por estas fuentes (CRS, 2010). En este sentido, se establece que los estados deben desarrollar e implementar programas de control de la contaminación del agua producto de fuentes difusas, los cuales se encuentran sujetos a la aprobación de EPA. Estos programas deben incluir “mejores prácticas de manejo” diseñadas para reducir la cantidad de contaminantes provenientes de fuentes no puntuales.

Distintos factores relacionados con las prácticas agrícolas influyen en la probabilidad de que fertilizantes, sedimentos y pesticidas contaminen el agua. Las “mejores prácticas de manejo” pueden incluir, por ejemplo, la regulación de la compra de pesticidas o fertilizantes para asegurar que los agricultores no los usen en exceso, o controles del uso de la tierra para disminuir la cantidad de contaminantes que se escurren hacia ríos y lagos, especialmente en la estación de mayores precipitaciones (Revesz, 2008). En el Recuadro 4 pueden verse algunos ejemplos de programas que fomentan la adopción de estas prácticas.

B. Unión Europea

1. Regulación de biocombustibles

Con el fin de contribuir al cumplimiento de los compromisos asumidos en materia de cambio climático, la Unión Europea aprobó la Directiva 2003/30/CE, del 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. Esta directiva buscó fomentar el uso de biocombustibles u otros combustibles renovables como sustitutos del gasoil y la gasolina en el transporte de los Estados miembros. Para ello, se estableció el objetivo de comercializar como mínimo un 5,75% de biocombustibles y otros combustibles renovables en los mercados con fines de transporte para el 31 de diciembre de 2010.

RECUADRO 4 PROGRAMAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN

En su informe trienal al congreso sobre el impacto ambiental de los biocombustibles, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos recomendó aumentar las capacidades de las agencias federales para desarrollar e implementar buenas prácticas de conservación y manejo, y políticas que eviten o mitiguen los impactos ambientales negativos producto de un aumento en la producción de biocombustibles. El Departamento de Agricultura (USDA) ha desarrollado una variedad de programas para ayudar a los productores agrícolas a implementar este tipo de prácticas, entre ellos:

- El Programa de Reserva de Conservación (“*Conservation Reserve Program*”): provee pagos anuales y asistencia financiera para el establecimiento de cobertura vegetal en ciertas tierras seleccionadas por su valor en términos ambientales o por su alto potencial de erosión, con el objetivo de reducir la erosión del suelo, la escorrentía y la presencia de sedimentos en los cursos de agua.
- El Programa de Incentivos para la Calidad Ambiental (“*Environmental Quality Incentives Program*”): provee asistencia técnica y financiera a los agricultores para implementar prácticas de manejo de nutrientes y otras medidas que mejoren la calidad del agua y disminuyan la erosión del suelo.
- El Programa de Seguridad de Conservación (“*Conservation Security Program*”): es un programa de mejores prácticas que complementa a los dos anteriores a través de incentivos para los agricultores que mejoren sus prácticas de manejo de nutrientes como parte de un programa integral de reducción de los impactos ambientales de sus operaciones.

Fuente: EPA (2011a), NRC (2008), USDA (2011b).

Posteriormente, la Directiva 2009/28/CE, del 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, aumentó dicho porcentaje, requiriendo que la cuota de energía de fuentes renovables sea como mínimo un 10% del consumo final de energía en el transporte para el año 2020. Asimismo, estableció ciertos requisitos para asegurar que los biocombustibles utilizados para cumplir con estos objetivos sean generados de acuerdo a los criterios de sustentabilidad definidos por la directiva.

En efecto, independientemente de que las materias primas utilizadas para su producción se hayan cultivado dentro o fuera del territorio de la Unión Europea, los biocombustibles sólo se tomarán en cuenta para evaluar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la directiva si: i) la reducción de las emisiones de gases del efecto invernadero derivada de su uso es de cómo mínimo un 35% hasta 2017, de un 50% a partir del 1 de enero de 2017, y de un 60% a partir del 1 de enero de 2018; ii) no fueron producidos a partir de materias primas procedentes de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad; iii) no fueron fabricados a partir de materias primas procedentes de tierras con elevadas reservas de carbono²⁵; y iv) no provienen de materias primas extraídas de tierras que, a enero de 2008, fueran turberas²⁶.

Por otra parte, para las materias primas agrícolas que fueron cultivadas en la Unión Europea y utilizadas para la producción de biocombustibles, se requiere además que éstas hayan sido obtenidas en cumplimiento de los requisitos y normas ambientales y de buenas prácticas agrarias establecidas en

²⁵ Se entiende por tales aquellas tierras que en enero de 2008 pertenecían a una de las siguientes categorías pero que ya no se encuentran en dicha situación: i) humedales, es decir, tierras cubiertas de agua o saturadas por agua permanentemente o durante una parte importante del año; ii) zonas arboladas continuas, es decir tierras con una extensión superior a una hectárea, con árboles de una altura superior a cinco metros y una cubierta de copas superior al 30%, o con árboles que pueden alcanzar dichos límites *in situ*; iii) tierras con una extensión superior a una hectárea, con árboles de una altura superior a cinco metros y una cubierta de copas de entre el 10% y el 30%, o con árboles que pueden alcanzar dichos límites *in situ*, salvo si se aportan pruebas de que las reservas de carbono de la zona en cuestión antes y después de la conversión son tales que se cumplen las condiciones determinadas.

²⁶ A no ser que se aporten pruebas de que el cultivo y la recolección de esta materia prima no implican el drenaje de suelos no drenados con anterioridad.

las normas comunitarias, entre las que se destacan: la Directiva 80/68/CEE, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas, y la Directiva 91/776/CEE, relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

La Directiva 2009/28/CE establece que los Estados miembros deberán obligar a los agentes económicos a demostrar el cumplimiento de los criterios de sustentabilidad establecidos. En particular, deberán adoptar medidas para garantizar que dichos agentes presenten información fiable respecto al cumplimiento de los criterios de sustentabilidad y sobre las medidas adoptadas para la protección del suelo, del agua y del aire, la restauración de la tierra degradada y la prevención de un consumo excesivo de agua en las zonas en las que hubiera escasez. Es decir que a diferencia de lo que ocurre con los requerimientos centrados en la reducción de gases del efecto invernadero y la protección de áreas de alta biodiversidad o alto contenido de carbono, los requisitos relativos a los recursos hídricos no son obligatorios, sino que tan sólo existe la obligación informar las medidas adoptadas (PNUMA y otros, 2011).

Como una forma de disminuir la carga administrativa que implica la verificación del cumplimiento de estos requisitos, la Directiva 2009/28/EC da la opción de utilizar esquemas voluntarios reconocidos o acuerdos bilaterales o multilaterales, para demostrar el cumplimiento de los criterios de sustentabilidad. Analizaremos más adelante (véase la página 33) algunos de estos esquemas en lo que respecta a los criterios que proponen para la protección del agua en la producción de biomasa y biocombustibles.

2. Regulación de aguas

La legislación de biocombustibles de la Unión Europea se inserta en el marco de más de 30 años de regulación de los recursos hídricos. En efecto, desde que la Unión Europea comenzó a adoptar legislación en material de protección del medio ambiente, el problema de la contaminación del agua y la protección de los recursos hídricos estuvo siempre presente en su agenda legislativa (WISE, 2008).

Durante la década de 1970, las primeras directivas regularon las aguas superficiales, las destinadas al suministro de agua potable, las aguas de baño, las aguas piscícolas y para la cría de moluscos, las aguas subterráneas y las destinadas para el consumo humano, así como el vertido de sustancias peligrosas al medio acuático (WISE, 2008). Sin embargo, este enfoque centrado en la calidad del agua resultó insuficiente, y en la década de 1980 se dictaron normas centradas en el origen de los contaminantes.

a) **Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura**

A raíz del incremento en las concentraciones de nitratos en las aguas de los Estados miembros producto del uso excesivo de fertilizantes y abonos animales que contienen nitrógeno, la Unión Europea aprobó la Directiva 91/676, del 12 de diciembre de 1991, que busca controlar este problema y evitar que ocurra en el futuro.

Entre las medidas destinadas a lograr este objetivo se establece la obligación de los Estados miembros de elaborar códigos de buenas prácticas agrarias y programas de fomento de su puesta en ejecución. Asimismo, los Estados tienen la obligación de identificar las aguas afectadas por la contaminación y las aguas que podrían verse afectadas si no se toman medidas. En base a esta información, deben designar como “zonas vulnerables” a todas las tierras que drenan hacia aguas afectadas o que podrían verse afectadas, contribuyendo de ese modo a su contaminación.

Una vez designadas las zonas vulnerables, se deben establecer programas de acción para ellas. Estos programas consistirán en las medidas dispuestas por los Estados miembros en sus Códigos de Buenas Prácticas Agrarias y deberán incluir, además, normas relativas a: i) los períodos en los que está prohibida la aplicación a las tierras de determinados tipos de fertilizantes; ii) la capacidad de los

tanques de almacenamiento de estiércol²⁷; y iii) la limitación de la aplicación de fertilizantes a las tierras que sea compatible con las buenas prácticas agrarias, tenga en cuenta las características de la zona vulnerable considerada, y se base en un equilibrio entre la cantidad previsible de nitrógeno que vayan a precisar los cultivos y la cantidad de nitrógeno que los suelos y los fertilizantes proporcionan.

Para el año 2002, casi todos los Estados miembros habían elaborado estos códigos y designado zonas vulnerables (Commission of the European Communities, 2002). Asimismo, en el período 2000-2003 las concentraciones de nitratos se habían estabilizado o habían disminuido en el 86% de las zonas controladas (WISE, 2008).

A partir de la Directiva 2009/28/CE, quienes produzcan biomasa para la generación de biocombustibles en el territorio de la Unión Europea deberán cumplir con los requisitos de los Códigos de Buenas Prácticas Agrarias establecidos de conformidad con la Directiva 91/676/CEE.

b) Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas

La Directiva 2000/60, del 23 de octubre de 2000, conocida como la Directiva Marco del Agua, busca aportar coherencia a la normativa comunitaria en materia de aguas, creando un marco general y unificado para la protección de las aguas superficiales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Para ello, consolida un conjunto de directivas sobre aguas, algunas de las cuales quedarán sin efecto en el año 2013 (Wolf y Stanley, 2011).

Entre sus objetivos se encuentra garantizar el suministro eficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, reducir de forma significativa la contaminación de las aguas subterráneas y proteger las aguas superficiales. Con miras al logro de estos objetivos, la directiva obliga a los Estados miembros a alcanzar un buen estado de las aguas superficiales (definido en función de su estado ecológico y químico) y subterráneas (definido en función de la cantidad de agua y su estado químico); y un buen potencial ecológico para el comienzo del año 2016.

Para el manejo y control de la contaminación, la directiva adopta un enfoque centrado en la cuenca y obliga a los Estados miembros a preparar planes hidrológicos de cuenca y un programa de medidas destinadas a asegurar que las aguas alcancen los estándares establecidos (Wolf y Stanley, 2011). Estos programas deberán: i) incluir medidas destinadas a regular las descargas de fuentes puntuales; ii) establecer estándares de calidad ambiental para regular los impactos acumulativos de esas descargas; y iii) eliminar las sustancias peligrosas consideradas “prioritarias”.

Asimismo, se establece un enfoque integrado para el control de la contaminación de fuentes puntuales y difusas, según el cual los Estados están obligados a introducir y aplicar los controles de emisión basados en las mejores técnicas disponibles, o en valores límite de emisión, o en las mejores prácticas ambientales (para el caso de impactos difusos), según las normas comunitarias pertinentes.

c) Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro

La Directiva 2006/118, del 12 de diciembre de 2006, establece medidas destinadas a prevenir y controlar la contaminación de aguas subterráneas y evitar su deterioro, y se organiza en base a tres pilares: i) la evaluación del estado de las aguas subterráneas; ii) la determinación de las tendencias significativas y sostenidas al aumento de las concentraciones de los contaminantes; y iii) la prevención o limitación de la entrada de contaminantes (Thomas, 2009).

²⁷ Dicha capacidad deberá ser superior a la requerida para el almacenamiento de estiércol a lo largo del período más largo durante el cual esté prohibida la aplicación de estiércol a la tierra en la zona vulnerable, excepto cuando pueda demostrarse que toda cantidad de estiércol que exceda la capacidad real de almacenamiento será eliminada de forma que no cause daños al medio ambiente.

Con respecto a las aguas subterráneas, se establecen normas de calidad y valores umbral que deben ser utilizados por los Estados miembros para evaluar el estado de un determinado cuerpo de agua²⁸. En la actualidad, las normas de calidad del agua sólo limitan la presencia de nitratos y pesticidas (Thomas, 2009), mientras que la mayoría de las sustancias contaminantes son reguladas por medio de los valores umbral establecidos por cada país para aquellas sustancias que contribuyen a que una masa o grupo de masas de agua subterráneas estén en riesgo de no alcanzar un buen estado químico.

El segundo pilar de la directiva se basa en la determinación de las tendencias significativas y sostenidas al aumento de la contaminación de las aguas subterráneas. Para ello, se utilizan los programas de monitoreo de la calidad del agua y se procede a invertir las tendencias que presenten un riesgo significativo para los ecosistemas acuáticos o terrestres, la salud humana o los usos legítimos del agua.

El tercer pilar es la obligación de los Estados miembros de adoptar medidas para prevenir o limitar el ingreso de cualquier sustancia peligrosa a los cuerpos de aguas subterráneas y de las sustancias contaminantes no peligrosas que puedan causar el deterioro en el estado químico. En el desarrollo de las medidas, los Estados miembros deberán tener en cuenta, por lo menos, las mejores prácticas conocidas, incluidas las mejores prácticas ambientales y las mejores técnicas disponibles especificadas en la legislación comunitaria pertinente.

C. Estándares y buenas prácticas para el uso del agua en la producción de biocombustibles

En los últimos años se han desarrollado una serie de esquemas que certifican que los biocombustibles han sido producidos de forma sustentable. En esta sección se describirán brevemente y de forma general los criterios y requisitos que estos esquemas proponen para abordar los impactos en la calidad y cantidad de agua (para una descripción detallada de los estándares, véase el Anexo 1).

Quizás el principal incentivo para la participación en los esquemas de certificación de sustentabilidad esté dado por los requerimientos de la Directiva 2009/28/CE. En efecto, esta norma establece que para la exportación de biomasa o de biocombustibles a la Unión Europea deberá acreditarse el cumplimiento de ciertos requisitos de sustentabilidad, y para ello permite la utilización de esquemas voluntarios reconocidos²⁹.

Existen diferencias significativas en el tratamiento del agua en los distintos esquemas de certificación analizados. En efecto, si bien la mayoría de ellos abordan los impactos en la calidad y cantidad de agua, sus enfoques difieren considerablemente. Mientras que algunos esquemas se basan en la utilización de indicadores numéricos, otros recurren mayoritariamente estándares narrativos o una combinación de ambos.

En lo que respecta al uso del agua, muchos de los estándares buscan evitar su consumo excesivo, requiriendo planes de manejo, un uso eficiente, su reutilización y la optimización de las prácticas de riego utilizadas. Sin embargo, estas medidas pueden resultar insuficientes para evitar un uso excesivo del recurso en aquellos casos en los que la demanda del productor de biomasa o biocombustibles sea demasiado elevada para los recursos existentes en el área (PNUMA y otros, 2011). Por ello, sería importante que los esquemas tuvieran en cuenta la disponibilidad de recursos hídricos y el contexto en el que se desarrolla la actividad. En este sentido, el estándar de la Mesa

²⁸ Las normas de calidad del agua determinan la concentración de un contaminante o grupo de contaminantes o un indicador de contaminación que no debe superarse, y son aplicables a todo el territorio de la Unión Europea, aunque la directiva contempla la posibilidad de establecer estándares más rigurosos cuando esto fuera necesario para cumplir con el objetivo de la Directiva Marco del Agua.

²⁹ Se ha discutido si los requisitos de sustentabilidad establecidos por la Directiva 2009/28/CE podrían considerarse una restricción encubierta al comercio (véase Chidiak y otros, 2010; Swinbank, 2009 y Zarrilli, 2008).

Redonda sobre Biocombustibles Sustentables (RSB) (véase la página 65) ha incluido criterios ambiciosos para hacer frente a los problemas de escasez, entre los que se encuentran la evaluación y documentación de los potenciales impactos en los derechos de uso de agua existentes.

Por otra parte, en lo relativo a la contaminación hídrica, en general existe consenso en que la utilización de buenas prácticas para la aplicación de fertilizantes y pesticidas podría contribuir a disminuir sus impactos en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. En este sentido, algunos esquemas son más específicos y detallados en cuanto al tipo de prácticas a adoptar, requiriendo la adopción de medidas tales como “zonas buffers” o de amortiguación de contaminantes, planificación del manejo de nutrientes, manejo integral de plagas, distancias mínimas de los cuerpos de agua para la aplicación de estos productos, etc.

Cabe destacar que los estándares analizados en general no tienen en cuenta los impactos indirectos generados por el aumento en la producción de biomasa para la generación de biocombustibles. En efecto, dado que los cultivos utilizados como fuente de biomasa tienen también otros destinos posibles (como el mercado de alimentos), es de esperar que sólo aquellos productores que puedan cumplir fácilmente con los requisitos del estándar (especialmente en lo que se refiere a la utilización del agua para riego) lleven a cabo el proceso de certificación. Esto ocasionaría, a su vez, un desplazamiento de los productores de alimentos (que no necesitan cumplir con los requisitos de certificación) hacia áreas que requieran riego o donde se haga un uso no sustentable del recurso.

Si bien los requisitos establecidos por los esquemas analizados no son de cumplimiento imposible en los países de la región (y ya existen productores latinoamericanos certificados en algunos de ellos), lo cierto es que en muchos casos se requieren inversiones considerables para la implementación, control y certificación de los estándares de sustentabilidad. Estos costos pueden convertirse en un obstáculo para que los pequeños productores de biocombustibles alcancen la certificación requerida para el ingreso al mercado europeo (véase el Recuadro 5).

En consecuencia, el impacto de estos estándares en el consumo, utilización y contaminación del agua en la región es relativo. En el corto y mediano plazo es poco probable que estos estándares resulten en un cambio en las prácticas y tecnologías utilizadas por toda la industria. En muchos países de la región la mayor parte de la producción de biocombustibles se destina al mercado interno, para el cual no es necesario el cumplimiento de criterios de sustentabilidad. Asimismo, la producción no certificada puede destinarse a otros mercados que no imponen requisitos de sustentabilidad como sí lo hace la Unión Europea.

La legislación local en materia de aguas y su efectivo cumplimiento jugarán entonces un rol central para la protección de los recursos hídricos. Sin embargo, los estándares pueden ser útiles en el desarrollo o mejora de la legislación local, sirviendo de guía respecto de los impactos a tener en cuenta y las prácticas que podrían contribuir a minimizarlos, a la vez que pueden ayudar a mejorar el nivel de cumplimiento las normas existentes, al exigir y verificar su acatamiento.

D. Análisis y conclusiones

El establecimiento de derechos de agua es una condición de base para la adopción de políticas que permitan la utilización sustentable de los recursos hídricos (Solanes y Jouravlev, 2005). En efecto, en aquellos contextos en los que no existe un sistema de derechos de agua estables y ciertos, los incentivos para invertir y conservar el recurso con miras a largo plazo son escasos (CEPAL, 1995). Asimismo, cuando estos derechos no están reconocidos legalmente, los usuarios existentes pueden verse significativamente afectados por el establecimiento de plantaciones destinadas a la producción de biomasa o de plantas productoras de biocombustibles que compitan con ellos por el uso del recurso (Mann y Smaller, 2010; PNUMA y otros, 2011) (véase el Recuadro 6).

Los derechos de uso otorgados deben estar condicionados a que el agua sea efectivamente utilizada con un fin socialmente beneficioso (en caso contrario se revocan los derechos)³⁰, se pague un canon o tasa, y no se cause daño ni a terceros ni al medio ambiente (Solanes y Jouravlev, 2005). En este sentido, es de especial importancia el requerimiento de uso efectivo y beneficioso ya que, siendo el agua un recurso escaso, no hay razón para permitir la adquisición de derechos que no van a ser efectivamente utilizados por quien los requiere (CEPAL, 1995). Asimismo, el cobro de un canon o tasa permite financiar los costos de las entidades de administración y genera incentivos para que el agua se utilice para los usos más eficientes y de forma productiva.

RECUADRO 5

CERTIFICACIÓN DE SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN EL BRASIL: PERCEPCIONES DE LAS PARTES INTERESADAS EN EL PROCESO

A partir de entrevistas a los representantes de la industria y otras partes interesadas en el proceso de producción de biocombustibles se buscó evaluar el impacto de los requisitos de certificación en la producción de etanol en el Brasil.

El principal incentivo para cumplir con los requisitos de sustentabilidad es la Directiva 2009/28/EC, que los productores brasileños perciben como una oportunidad para la exportación de sus productos. Al mismo tiempo, existe poco interés en la certificación para la venta al mercado interno. Por tanto, si bien es esperable que los requisitos de sustentabilidad para la exportación al mercado europeo tengan algún impacto en la producción de etanol en el Brasil, es poco probable que lleven a un cambio total de la industria hacia formas más sustentables de producción.

Asimismo, los costos asociados con el proceso de implementación y auditoría limitan el número de compañías que considera la certificación como una opción para el desarrollo de su negocio. En efecto, la implementación del estándar conlleva la utilización de recursos para la preparación de los documentos, el entrenamiento del personal, el ajuste de los procesos, las inspecciones internas y el desarrollo de registros y sistemas de trazabilidad, a lo que hay que sumar los costos de contratación de la auditoría.

En este sentido, los pequeños productores de etanol expresaron su preocupación ante un escenario en el cual la aplicación extendida y muy estricta de los requisitos de certificación los excluiría de la industria, ya que el cumplimiento de los estándares y criterios requiere fuertes inversiones que resultan imposibles para ellos.

Finalmente, una de las preocupaciones que surgió durante las entrevistas fue que, pese a que existen contratos entre los productores de etanol y los de caña de azúcar, resulta muy difícil incluir en ellos requisitos de sustentabilidad y controlar su cumplimiento. En efecto, aún en los casos en los que estos requisitos fueron incluidos en los contratos, el productor de etanol no puede dejar de comprar ante la falta de cumplimiento por parte del agricultor, ya que necesita la materia prima para el proceso de producción.

Fuente: Huertas y otros (2010).

En este contexto, el marco regulatorio deberá determinar no sólo qué se considera un uso beneficioso, sino también las preferencias y prioridades entre los distintos usos posibles del recurso, todo lo cual deberá acompañarse de un control público adecuado que asegure que el agua es utilizada conforme a los derechos otorgados (CEPAL, 1995; Solanes y Jouravlev, 2005). Asimismo, a medida que los recursos se tornan más escasos en relación con la demanda, se vuelve fundamental contar con

³⁰ El uso beneficioso es un elemento fundamental de la regulación del agua en las zonas áridas de los Estados Unidos, donde rige la regla de apropiación previa (“*prior appropriation*”). Bajo esta regla, para obtener un derecho sobre el agua, quien se apropia de ella tiene que desviarla del curso de agua y utilizarla para un “uso beneficioso” (incluyendo los usos mineros, agrícola, industrial, municipal, doméstico, hidroeléctrico, etc.). Si ese uso beneficioso cesa, es usuario pierde su derecho, ya que el agua se considera demasiado valiosa para no usarla. Sobre la experiencia chilena con la emisión de derechos de agua no condicionados y sus consecuencias, véase Dourojeanni y Jouravlev (1999) y Donoso y otros (2004).

un sistema de reasignación de los derechos, que puede basarse tanto en mecanismos administrativos como en la creación de mercados de agua³¹.

En lo que respecta a las medidas adoptadas para disminuir o evitar la contaminación del agua, es importante diferenciar aquella que proviene de fuentes puntuales de la causada por fuentes difusas, ya que los mecanismos de control para cada tipo son diferentes.

RECUADRO 6 **¿CÓMO EL AGUA ESTÁ GENERANDO LA NUEVA OLA DE INVERSIÓN EXTRANJERA EN TIERRAS AGRÍCOLAS?**

En la actualidad se está desarrollando una nueva ola de inversiones extranjeras en tierras agrícolas, principalmente en África. La motivación detrás de estas inversiones está relacionada fuertemente con el agua. En efecto, los Estados que poseen escasos recursos hídricos o aquellos en donde estos se han agotado están buscando tercerizar el uso del agua (por ejemplo, mediante la importación de cultivos extranjeros) y los inversores privados están aprovechando estas oportunidades.

El actual régimen mundial de los tratados de protección recíproca de inversiones, sumados a los acuerdos de los Estados receptores con los inversionistas, les brindan las garantías legales que necesitan para proteger sus inversiones (y llevar a los Estados a arbitraje internacional si no cumplen lo pactado). Sin embargo, en muchos casos, estas normas de protección a la inversión no se encuentran balanceadas adecuadamente con las regulaciones internas destinadas a resguardar los derechos a la tierra y al agua de los ciudadanos (véase Bohoslavsky (2010) y Solanes y Jouravlev (2007)).

Por ello, es fundamental que los Estados cuenten con un sólido cuerpo de leyes internas para proteger los derechos a la tierra, al uso del agua, el medio ambiente y los derechos laborales. En los acuerdos firmados por el gobierno receptor de la inversión deberían establecerse controles periódicos de los derechos de agua y de la asignación de agua a los inversionistas, de manera tal de asegurar que estos no perjudiquen el acceso al agua de los ciudadanos. Asimismo, dichos acuerdos no deberían socavar la capacidad del gobierno de promulgar nuevas regulaciones internas en protección del interés público (incluyendo controles de contaminación, o la prohibición de utilizar determinados químicos que son nocivos para la salud humana).

Para que la inversión extranjera beneficie a los países en los que se radica, la misma debe ser parte de una estrategia más amplia de desarrollo, que incluya una mejor gestión de los recursos hídricos y que tenga debidamente en cuenta el valor del agua a la hora de valorar la tierra para la inversión extranjera.

Fuente: Smaller (2010).

Los instrumentos más usuales para el control de la contaminación por fuentes puntuales son las regulaciones de comando y control, generalmente combinadas con estándares de calidad ambiental. Estos estándares habitualmente definen las concentraciones máximas permitidas para una serie de sustancias, las cuales no pueden excederse sin afectar el uso establecido para un determinado cuerpo de agua (Helmer y Hespanho, 1999). De esta forma, los estándares de calidad ambiental sirven de base para otorgar luego permisos o licencias que pueden basarse tanto en el control final de la carga liberada al medio ambiente o en el control de los procesos industriales utilizados (por ejemplo, requiriendo la adopción de la mejor tecnología disponible o practicable)³².

En este sentido, la CWA de los Estados Unidos es un ejemplo de una regulación que combina un sistema de permisos para el vertido de sustancias contaminantes con estándares de calidad del agua. Estos estándares identifican los criterios que deben cumplirse para que el uso designado por la

³¹ Véase Lee y Jouravlev (1998), CEPAL (1995), Dourojeanni y Jouravlev (1999), Solanes y Jouravlev (2005) y Donoso y otros (2004).

³² Entre estas dos opciones para el control de las fuentes puntuales, generalmente las normas tecnológicas resultan más fáciles de monitorear y aplicar, ya que una vez que se encuentra instalado el sistema de tratamiento de efluentes, los incentivos para la descarga sin previo tratamiento son relativamente bajos (CEPAL, 2000).

autoridad de aplicación sea posible. De esta forma, el sistema asegura que la calidad requerida para el cuerpo de agua sea mantenida, a la vez que permite identificar aquellos cuerpos de agua en los que es necesario implementar controles suplementarios.

En algunos países se ha recurrido a instrumentos económicos para incentivar a los usuarios a adoptar prácticas de control de la contaminación, como los impuestos por unidad de contaminación o los sistemas de permisos comercializables. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los países de la región carecen de las condiciones previas necesarias para su implementación efectiva, las que incluyen un sistema consolidado de control de la contaminación del agua en base a instrumentos de comando y control, y una significativa capacidad de monitoreo y control (CEPAL, 2000).

A diferencia de lo que ocurre con la contaminación por fuentes puntuales, la contaminación por fuentes difusas generalmente presenta —debido a altos costos de transacción— dificultades para ser controlada mediante regulaciones de comando y control. En efecto, dadas las características de este tipo de contaminación, es prácticamente imposible conocer el nivel de descarga de cada uno de los agricultores o incluso inferirlos a partir del nivel de contaminación existente en el curso de agua (PNUMA y otros, 2011).

En lo relativo a la contaminación por fuentes difusas, tanto la regulación de los Estados Unidos como la establecida en la Unión Europea se basan en programas de mejores prácticas, diseñados para reducir la cantidad de contaminantes provenientes de fuentes no puntuales. Sin embargo, esto no significa que las normas de comando y control estén completamente ausentes en la regulación de la contaminación agraria. En efecto, son frecuentes las normas que prohíben el uso de ciertas sustancias químicas o que limitan su uso durante determinadas épocas del año, como se vio al analizar la Directiva 91/676/CEE.

Respecto de los programas de mejores prácticas, en los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura (USDA) ha desarrollado una variedad de programas que fomentan la adopción de buenas prácticas de manejo y conservación, a partir de la asistencia técnica y financiera, y la provisión de incentivos económicos. Por otra parte, la normativa de la Unión Europea combina los códigos de buenas prácticas agrarias con la identificación de “zonas vulnerables” en las que los Estados deben implementar programas de acción que, además de las disposiciones de los códigos, deben incluir limitaciones al uso de fertilizantes.

En lo relativo a la articulación entre la legislación de biocombustibles y el marco regulatorio del agua, los Estados Unidos y la Unión Europea han adoptado enfoques diferentes. En efecto, la legislación en materia de biocombustibles en los Estados Unidos no contiene disposiciones específicas referidas a los impactos ambientales producidos por el aumento en la producción de biocombustibles ya que se considera que quedan abarcados por el marco regulatorio existente.

Por el contrario, la directiva de la Unión Europea incluye criterios para asegurar que los biocombustibles utilizados sean generados de acuerdo a ciertos criterios de sustentabilidad. En lo que hace al uso y calidad del agua, se requiere que las materias primas agrícolas que fueran cultivadas dentro de la Unión Europea cumplan con normas de buenas prácticas agrarias. Asimismo, existe la obligación a informar las medidas adoptadas para la protección del agua y la evitación de su consumo excesivo en las zonas en las que hubiera escasez, sin importar si la biomasa fue producida dentro o fuera de la Unión Europea.

V. Regulación de biocombustibles y agua en América Latina

En este capítulo se analizarán algunos ejemplos de la legislación en materia de agua y biocombustibles de la Argentina, el Brasil y el Perú. Cabe aclarar que el objetivo no es brindar al lector un panorama completo de la legislación aplicable a la producción de biocombustibles en estos países, sino presentar algunos ejemplos de las normas adoptadas y su articulación, con el fin de ilustrar aquellos puntos que resulta importante considerar a la hora de evaluar las políticas actuales en la materia.

A. Argentina

1. Legislación de biocombustibles

El marco regulatorio de biocombustibles en la Argentina se organiza alrededor de la Ley N° 26.093, del 19 de abril de 2006, que regula la producción y uso sustentable de los biocombustibles y establece un régimen para su promoción³³. Esta norma resulta de aplicación tanto para el bioetanol como para el biodiesel producidos en base a materias primas de origen agropecuario o agroindustrial y al biogas, generado a partir de desechos orgánicos (Topalian y Lanardonne, 2010).

Dentro de las medidas de promoción, la ley establece un “corte obligatorio” consistente en la obligación de mezclado de los combustibles fósiles (gasoil, diesel oil y nafta) que se comercialicen en el territorio nacional con biocombustibles, en un porcentaje del 5% como mínimo, medido sobre la cantidad total del producto final³⁴.

En lo que respecta a la protección de los recursos hídricos, para poder operar, las plantas productoras de biocombustibles deben contar con una habilitación otorgada por la Secretaría de Energía de la Nación. Dicha habilitación se otorga únicamente cuando las plantas cumplen con los requerimientos relacionados a la calidad de los biocombustibles y su producción sustentable, para lo

³³ Este régimen fue posteriormente complementado por la Ley N° 26.334 que establece el régimen de promoción para la producción de bioetanol.

³⁴ Este porcentaje puede ser modificado por la Secretaría de Energía de la Nación cuando lo considere conveniente en función de la evolución de las variables del mercado interno o ante situaciones de escasez fehacientemente comprobadas.

cual el proyecto deberá someterse a una evaluación de impacto ambiental que incluya el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos³⁵.

Asimismo, la ley le otorga a la Secretaría de Energía de la Nación facultades para establecer las normas técnicas de seguridad y medio ambiente que deberán cumplir las plantas de producción, mezcla y almacenaje de biocombustibles. Sin embargo, hasta el momento sólo se ha sancionado normativa en materia de seguridad.

2. Legislación de aguas

La Argentina se organiza en base a un sistema federal, donde los Estados Provinciales conservan todo el poder no delegado al Gobierno Federal. En materia ambiental, a partir de la reforma constitucional de 1994, se le confiere a la Nación la competencia para dictar normas de presupuestos mínimos de protección ambiental, mientras que las provincias tienen la facultad de aprobar aquellas que sean necesarias para complementarlas. De esta forma, las provincias conservan en su ámbito territorial la competencia de complementar la legislación nacional, en base a las circunstancias especiales de su territorio y los problemas ambientales que enfrentan, aunque sin poder nunca otorgar menos protección que la establecida por la norma nacional (Esaín, 2008).

Asimismo, la Constitución reconoce a los municipios como entidades políticas y establece que las provincias tienen el deber de asegurar su autonomía y regular su alcance. En muchos casos las provincias han delegado en los municipios competencias en materia de gestión de los recursos hídricos, como la habilitación y funcionamiento de los establecimientos industriales y comerciales, y la prevención y eliminación de la contaminación ambiental de los cursos de agua (del Castillo, 2007)³⁶.

El panorama de la regulación de los recursos hídricos en la Argentina es, por tanto, complejo, ya que incluye legislación a nivel federal, provincial y municipal.

La Ley Nacional N° 25.688, del 28 de noviembre de 2002, establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional, que luego podrán ser complementados por la regulación provincial y municipal. Esta norma regula el uso del agua que forma parte del conjunto de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como las contenidas en acuíferos, ríos subterráneos y las atmosféricas.

Para utilizar las aguas alcanzadas por la ley, se deberá contar con el permiso de la autoridad provincial o municipal que resulte competente. El concepto de utilización comprende: i) la toma y desviación de aguas superficiales; ii) el vertido de sustancias en aguas superficiales, siempre que tal acción afecte el estado o calidad de las aguas o su escurrimiento; iii) la colocación e introducción de sustancias en aguas subterráneas; y iv) la toma de aguas subterráneas, su elevación y conducción sobre tierra, así como su desviación. En caso de las cuencas interjurisdiccionales, cuando esta autorización tenga un impacto ambiental significativo sobre las otras jurisdicciones, será vinculante la aprobación del Comité de Cuenca correspondiente.

La mayor parte de las legislaciones provinciales en materia de agua regulan la concesión del uso del agua pública y establecen prioridades para el uso del agua en función de las características de su territorio y de las actividades económicas desarrolladas (del Castillo, 2007). Generalmente, estas normas establecen la prioridad del uso para consumo humano y privilegian aquellas actividades económicas que resultan de mayor interés, cuando la oferta del recurso es limitada. Asimismo, sujetan la concesión al pago de un canon y se reservan la facultad de revocar la concesión por razones de interés público o incumplimiento de los términos establecidos. En lo que respecta al agua subterránea,

³⁵ Sin embargo, este procedimiento se realiza conforme a la normativa provincial correspondiente al lugar de radicación de la planta (Topalian y Lanardon, 2010).

³⁶ Por ejemplo, según la ley orgánica de las municipalidades de la Provincia de Buenos Aires, “corresponde a la función deliberativa municipal reglamentar ... La prevención y eliminación de las molestias que afecten la tranquilidad, el reposo y la comodidad de la población, en especial ... la contaminación ambiental y de los cursos de agua y el aseguramiento de la conservación de los recursos naturales”.

en general existe escasa normativa a su respecto y sólo los códigos más modernos contienen normas específicas que regulan su uso y aprovechamiento³⁷.

El nivel de eficacia de la normativa provincial en materia de agua, en general, no es elevado: “en muchas jurisdicciones provinciales no se realiza el seguimiento de las concesiones otorgadas, ni se decreta la caducidad de las concesiones por no realizarse el uso del recurso o por incumplimiento de las obligaciones” (del Castillo, 2007). Más específicamente, en lo que hace a los servicios de riego, la percepción de la tarifa sólo se aplica con eficiencia en algunas jurisdicciones y en muchos casos el monto establecido es insignificante y de cobranza dificultosa. Asimismo, la eficiencia del riego es baja, de alrededor del 40%, lo que puede deberse al valor relativo asignado al agua y al bajo mantenimiento de los sistemas de riego.

En lo que respecta a los estándares de calidad ambiental, la Ley N° 25.688 dispone que la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) deberá: i) determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos; ii) definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos; y iii) fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas. Sin embargo, el Poder Ejecutivo aún no ha reglamentado la ley, pese a que ésta establece que debía hacerlo dentro de los 180 días de su publicación, y tampoco se han dictado normas que fijen los límites máximos de contaminación aceptables, ni los parámetros ni estándares ambientales de calidad de las aguas. Esto lleva a que ellos dependan enteramente de la legislación provincial o de los Comités de Cuenca, sin que exista un piso mínimo de protección a nivel nacional que garantice los derechos de los ciudadanos.

Esta situación es particularmente grave si se tiene en cuenta que, en general, las legislaciones provinciales no han adoptado normas que obliguen al tratamiento del agua, promuevan su utilización eficiente ni estimulen la introducción de tecnologías adecuadas para su protección y mejora de su calidad (del Castillo, 2007).

En lo que hace a la producción de biocombustibles, como se señaló anteriormente, la mayor parte de la producción de bioetanol se concentra en la Provincia de Tucumán, mientras que otro tanto sucede con la producción de biodiesel donde la Provincia de Santa Fe concentra un 76% de la capacidad de producción del país (EEAOC, 2011).

Los efluentes del proceso de producción de bioetanol son una de las principales limitaciones que enfrenta la expansión de su producción en la Provincia de Tucumán (véase la página 25). Si bien la legislación provincial prohíbe el vertido de efluentes contaminantes a las masas de aguas superficiales y subterráneas que produzcan o pudieren producir en el corto, mediano y largo plazo una degradación ambiental que afecte la calidad y equilibrio de los ecosistemas, lo cierto es que existen denuncias que señalan que en muchos casos los efluentes del proceso de producción (y en particular la vinaza) son vertidos sin tratar a la cuenca del río Salí, causando un alto índice de mortalidad en la fauna ictícola (Diario Panorama, 2011; Ámbito Financiero, 2011)³⁸.

Para hacer frente a este problema, en el año 2007, la SAyDS suscribió un Plan de Reversión Industrial con los ingenios azucareros que operan en la Provincia de Tucumán (SAyDS, 2007). De acuerdo con el plan, las empresas azucareras y destilerías se comprometían al vuelco cero de cachaza y vinaza al río Salí.

Posteriormente, en el año 2011, cinco ingenios firmaron un nuevo convenio en el marco del mencionado Plan de Reversión Industrial por el que podrán acceder a créditos de hasta 4 millones de pesos argentinos (unos 950 mil dólares) a tasa de interés cero, para la realización de obras destinadas a mejorar su desempeño ambiental (SAyDS, 2011). Asimismo, se establece que las

³⁷ Por ejemplo, el Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires contiene las normas aplicables al uso y aprovechamiento del agua subterránea.

³⁸ Esta situación ha dado lugar incluso a denuncias penales en base a lo establecido por la Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051.

empresas evitarán todo vuelco posible de vinaza, la que podrá tener como destino la fertirrigación o su disposición final en terrenos salinos, con posibilidades ulteriores de recuperación (MSAL, 2011).

B. Brasil

1. Legislación de biocombustibles

El Brasil ha sido pionero en el desarrollo del bioetanol en la región, con la creación del programa Pro-Alcool en la década de 1970 (véase la página 10). En la actualidad, la utilización del bioetanol se encuentra regida por la Ley Federal N° 8.723, “Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências”, del 28 de octubre de 1993, la cual requiere que toda la gasolina vendida en el país contenga como mínimo un 22% de bioetanol y permite al Poder Ejecutivo aumentar ese porcentaje hasta el 25% o reducirlo hasta el 18%³⁹.

En lo que respecta al biodiesel, la Ley Federal N° 11.097, “Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira”, del 13 de enero de 2005, incorpora ese biocombustible a la matriz energética brasileña y establece el porcentaje mínimo obligatorio de biodiesel que deberá mezclarse con el diesel comercializado en dicho mercado (Rodrigues y Accarini, 2008).

2. Zonificación Agroecológica de la Caña de Azúcar

En septiembre de 2009, el Gobierno Federal lanzó el programa de Zonificación Agroecológica de Caña de Azúcar (“Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar”) (ZAE) con el objetivo de lograr un crecimiento balanceado y sustentable de la producción de caña de azúcar y etanol (MAPA, 2011). El ZAE es un estudio de las regiones brasileñas, que no sólo tiene en cuenta su suelo y patrones climáticos, sino también sus aspectos económicos y sociales, para guiar la expansión de la producción de caña de azúcar y las inversiones en los sectores de azúcar y etanol. Entre los objetivos del ZAE está la identificación de las zonas aptas para la expansión del cultivo de azúcar en secano (sin riego pleno).

En base al ZAE, el Gobierno Federal presentó un proyecto de ley en el Congreso, estableciendo las reglas y pautas para la expansión de la producción de caña de azúcar y el otorgamiento de créditos al sector azucarero (MAPA, 2011). De aprobarse el proyecto, se prohibirá en todo el territorio nacional la remoción de vegetación autóctona para la expansión del cultivo de caña. Mientras tanto, el ZAE sirve como instrumento para la toma de decisiones a nivel federal y estatal, y para la implementación de políticas públicas que tiendan al ordenamiento de la expansión del cultivo de caña de azúcar para fines industriales.

3. Legislación de aguas

Al igual que la Argentina, el Brasil se organiza en base a un sistema federal. La Constitución establece las competencias del Gobierno Federal, los Estados, Municipios y el Distrito Federal. Asimismo, y en la materia que nos ocupa, define el dominio hídrico de las entidades que componen la federación. De acuerdo a la Constitución, son bienes del Estado Federal “los lagos, los ríos y cualquier corriente de agua existente en terrenos de su dominio o que bañen más de un estado, sirvan de límites con otros países o se extiendan a territorio extranjero o provengan de él”; mientras que corresponden a los estados “las aguas superficiales o subterráneas, fluyentes, emergentes y en depósito” existentes en sus territorios (con excepción de las derivadas de las obras de la Unión).

La Constitución establece que es competencia privativa del Poder Legislativo Federal el dictado de normativa sobre aguas, aunque puede por ley complementaria autorizar a los estados a legislar sobre cuestiones específicas de la materia (Pompeu, 2010). Asimismo, los Estados conservan

³⁹ En la actualidad, por la Resolución N° 143/2007 del Ministerio de Agricultura ese porcentaje es del 25% (Morgera y otros, 2009).

competencias para el dictado de normas administrativas sobre la utilización de las aguas de su dominio. Las concesiones y autorizaciones para la captación de agua son entonces otorgadas por el respectivo titular del dominio; mientras que el control de la contaminación de las aguas es competencia concurrente del Gobierno Federal, los Estados y el Distrito Federal; y es competencia común de estos con los municipios⁴⁰.

a) Ley de Política Nacional de Recursos Hídricos

La Ley N° 9.433, del 8 de enero de 1997, recurre a cinco instrumentos básicos para la organización de la política de recursos hídricos: i) la planificación a nivel de cuenca; ii) la clasificación de los cuerpos de agua en función de su uso predominante; iii) la concesión de derechos de uso de los recursos hídricos; iv) los cargos por el uso del agua; y v) el sistema de información sobre los recursos hídricos.

Las Resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (CONAMA) N° 357/2005 fija las categorías para el uso de aguas superficiales en base a las cualidades requeridas para sus usos predominantes⁴¹. La clasificación es el resultado de un proceso que, en base a los principales usos y restricciones, establece el nivel de calidad que debe ser alcanzado o mantenido por un determinado cuerpo de agua (Veiga y Magrini, 2011). En base a esta clasificación se otorgan luego los permisos para el uso del agua y la descarga de efluentes.

El régimen de concesión de derechos de uso de los recursos hídricos tiene como objetivo asegurar el control cuantitativo y cualitativo de los aprovechamientos de agua y el efectivo ejercicio de dichos derechos. Están sujetos a concesión, entre otros usos: i) la captación de agua o extracción de agua de un acuífero subterráneo para consumo final o para ser utilizada como insumo de un proceso productivo; ii) el vertido de residuos líquidos o gaseosos, tratados o no, con el propósito de su dilución, transporte o eliminación; y iii) otros usos que alteren el régimen, la cantidad o la calidad de agua existente en un cuerpo de agua⁴².

La ley reconoce que el agua es un recurso natural limitado que debería estar dotado de un valor económico y establece cargos por el uso del agua con el objetivo de: i) dar a los usuarios una indicación de su valor real; ii) incentivar su racionalización; y iii) obtener recursos financieros para financiar los programas contemplados en los planes de recursos hídricos (Figueiredo, 2011). Es decir que, tanto la captación o extracción de agua como el vertido de efluentes están sujetos al pago de un cargo por el uso de los recursos hídricos. Es dable aclarar que, en lo que hace al vertido de efluentes, el pago del cargo no implica una exención del cumplimiento de la normativa ambiental aplicable (Pompeu, 2010).

En este sentido, las Resolución N° 357/2005 determina los límites para las descargas de contaminantes para cada sustancia en cada categoría, aunque sin distinguir la actividad que los produce o la tecnología de control utilizada, y sin tener en cuenta la capacidad de carga del cuerpo de agua para recibirlos (Veiga y Magrini, 2011).

b) La Legislación del Estado de San Pablo

Más allá de la política hídrica nacional, los estados pueden establecer sus propios sistemas para la administración de sus recursos hídricos y, en este sentido, casi todos han sancionado sus propias leyes en la materia (Benjamin, 2006).

En el Estado de San Pablo, la Ley N° 7.663, del 30 de diciembre de 1991, fija la política de recursos hídricos estadual y el sistema integrado de gestión de los cuerpos de agua que se encuentran

⁴⁰ La Constitución establece competencias concurrentes en materia ambiental (Pompeu, 2010).

⁴¹ Respecto de las aguas subterráneas, la Resolución N° 397/2008 fija las categorías para su clasificación, y las condiciones de calidad para cada uno de los usos predominantes.

⁴² La concesión del derecho de uso está condicionada a las prioridades fijadas en los Planes de Recursos Hídricos y debe respetar la clasificación del cuerpo de agua.

bajo su dominio. Al igual que ocurre con la normativa federal, esta ley obliga a los emprendimientos que demanden la utilización de los recursos hídricos del estado a contar con la autorización o licencia de los órganos o entidades competentes.

Asimismo, fija cargos por el uso del agua, tanto en lo que hace a la captación como a la asimilación, transporte y dilución de efluentes. Si bien estas disposiciones buscan generar incentivos para la racionalización del uso del agua y obtener recursos para financiar los programas y obras hidráulicas, existe evidencia anecdótica que indica que, como consecuencia de las presiones del sector agrícola, en algunos casos los cobros por el agua para riego han sido establecidos a niveles tales que no afectan o casi no afectan el desenvolvimiento económico de la industria agropecuaria (PNUMA y otros, 2011). Sin embargo, el cobro por el uso del agua ha contribuido significativamente a disminuir la demanda del sector sucro-alcoholero (véase la página 22).

En lo que respecta a los efluentes del proceso de producción de etanol, uno de los principales problemas es el adecuado tratamiento y disposición de uno de sus subproductos: la vinaza. Durante años este efluente fue vertido a los cursos de agua del país hasta que esta práctica fue prohibida por ley y la vinaza comenzó a utilizarse para la fertirrigación de los cultivos de caña. Sin embargo, su uso continuo como fertilizante puede llevar a altas concentraciones de potasio en el suelo y aguas subterráneas.

A comienzos del año 2006, la Agencia de Protección Ambiental del Estado de San Pablo fijó un estándar técnico para la fertirrigación de los cultivos que estableció límites para el uso de la vinaza como fertilizante. De acuerdo a esta regulación, las concentraciones de potasio no pueden exceder el 5% de la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Cuando se alcanza este límite, la aplicación de la vinaza queda limitada al reemplazo de este nutriente en función de la extracción media del cultivo.

c) El Protocolo Ambiental de la Caña de Azúcar

Como parte de un proyecto estratégico de la Secretaria de Medio Ambiental del Gobierno de San Pablo para estimular la sustentabilidad de la cadena productiva de azúcar, etanol y bioenergía, en junio de 2007, el gobierno del Estado celebró un acuerdo de cooperación con la Unión de la Industria de la Caña de Azúcar (UNICA) para la adopción de acciones destinadas a consolidar el desarrollo sustentable de la industria de caña de azúcar del estado⁴³.

El protocolo prevé entre las obligaciones de los productores e industrias de caña de azúcar que adhieran al protocolo las siguientes: i) proteger las fuentes de agua en las zonas rurales, recuperando la vegetación a su alrededor; ii) implementar un plan técnico de conservación del suelo, incluida la lucha contra la erosión y la contención del agua de lluvia en los caminos; y iii) implementar un plan técnico de conservación de recursos hídricos, favoreciendo el adecuado funcionamiento del ciclo hidrológico, incluidos programas de control de calidad del agua y la reutilización del agua en los procesos industriales.

El protocolo reconoce y premia la adopción de buenas prácticas ambientales del sector con un certificado de conformidad que es renovado anualmente. El objetivo del certificado es influir en la imagen de las plantas y asociaciones frente al mercado interno y externo, determinando un patrón positivo de planes y metas de adecuación ambiental a seguir⁴⁴.

El 85% de los productores de San Pablo adhirieron al protocolo. Asimismo, el consumo de agua de las plantas que participan del programa se redujo de 1,77 metro cúbico por tonelada de caña molida en el período 2007-2008 a 1,55 metro cúbico en 2009-2010 (Jank, 2009). Esto se debió a que el sector invirtió en el 2009 más de 20 millones de reales (unos 10 millones de dólares) en torres de enfriamiento y circuitos cerrados, economizando más de 48 mil millones de litros de agua en relación al año anterior.

⁴³ Véase <http://english.unica.com.br>.

⁴⁴ Véase <http://www.ambiente.sp.gov.br>.

C. Perú

1. Legislación de biocombustibles

La Ley N° 28.054 fijó el marco legal para el desarrollo de los biocombustibles en el Perú, con objeto de diversificar el mercado de combustibles, fomentar el desarrollo agropecuario y agroindustrial y reducir la contaminación ambiental.

En el año 2005, se aprobó el Decreto Supremo N° 013-2005-EM, “Reglamento de Promoción del Mercado de Biocombustibles”, que fue posteriormente modificado parcialmente por los Decretos Supremos N° 021-2007-EM y 061-2010-EM. Esta norma, y sus posteriores modificaciones, establecieron los porcentajes de mezcla de biodiesel y bioetanol que podían comercializarse en el país.

En este sentido, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 021-2007-EM, a partir del 1 de abril de 2010, la gasolina mezclada con etanol sería de uso obligatorio y reemplazaría a todas las gasolinas y a partir del 1 de enero de 2009 lo mismo ocurriría con el biodiesel. Sin embargo, dado que la producción nacional de etanol no alcanzó a cubrir los requerimientos del mercado, el Decreto Supremo N° 061-2010-EM fijó un nuevo cronograma por regiones para la implementación de su uso obligatorio.

En lo que respecta a la protección de los recursos hídricos, los proyectos de inversión en cultivos para la producción de biocombustibles deben tener en cuenta la zonificación ecológica y económica de la región, cuenca o localidad, y de no existir la misma, se deberá tomar en cuenta la “capacidad de uso mayor” de los suelos.

La zonificación ecológica y económica es un proceso que tiende a identificar las diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. El esquema técnico-metodológico de este proceso comprende la identificación y caracterización de unidades espaciales relativamente homogéneas, denominadas “Unidades Ecológicas Económicas”. Estas unidades son luego evaluadas a fin de determinar alternativas de usos sostenibles con el propósito de formular la propuesta de zonificación.

2. Legislación de aguas

La Ley de Recursos Hídricos (N° 29.338), del 31 de marzo de 2009, regula el uso y gestión responsable de las aguas superficiales y subterráneas. Esta ley establece que el uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado a su disponibilidad y reconoce tres clases de uso de agua: el uso primario, el uso poblacional y el uso productivo.

De acuerdo al principio de prioridad en el acceso al agua, la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritaria sobre cualquier otro uso, inclusive en épocas de escasez. Siguiendo este principio, se establece que tendrá prioridad para el otorgamiento y el ejercicio de los usos, el uso primario, seguido por el poblacional y por último el uso productivo, el cual incluye el uso agrícola, energético e industrial, entre otros.

Bajo esta normativa el agua es considerada un bien del dominio y uso público, que integra el patrimonio de la Nación, por lo que sobre ella no existe propiedad privada. Salvo para el uso primario, se requiere contar con un derecho de uso otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) con participación del consejo de cuenca regional o interregional, según corresponda.

La ley contempla tres clases de derecho de uso de agua: licencia de uso, permiso de uso y autorización de uso de agua. La licencia de uso de agua es un derecho de uso que otorga a su titular la facultad de usar este recurso con un fin y en un lugar determinado, en los términos y condiciones previstos por la legislación vigente y en la correspondiente resolución administrativa que la otorga. Para su obtención se requiere: i) que exista la disponibilidad del agua solicitada y que ésta sea apropiada en calidad, cantidad y oportunidad para el uso que se destine; ii) que la fuente de agua a la que se contrae la solicitud tenga un volumen de agua disponible que asegure los caudales ecológicos;

iii) que no ponga en riesgo la salud pública y el ambiente; iv) que no se afecte derechos de terceros; y v) que el interesado presente el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad sectorial competente. Asimismo, una vez otorgada la licencia, su titular está obligado a: i) utilizar el agua con la mayor eficiencia técnica y económica, en la cantidad, lugar y para el uso otorgado, garantizando el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y evitando su contaminación; y ii) cumplir oportunamente con la retribución económica por el uso del agua y las tarifas, cuando corresponda⁴⁵.

En lo que respecta a la regulación de efluentes, para el vertido directo o indirecto de agua residual tratada a un cuerpo de agua se requiere la autorización de la ANA, sujeta al pago de una retribución económica, graduada en función de la calidad y volumen de los efluentes vertidos.

Para obtener la autorización de la ANA, es necesaria la previa opinión técnica favorable de las autoridades ambientales y de salud, que verifican el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental y de los límites máximos permisibles⁴⁶. Para ello, se requiere presentar el instrumento ambiental pertinente, aprobado por la autoridad ambiental, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones: i) someter los residuos a los necesarios tratamientos previos; y ii) comprobar que las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.

En caso de que el vertido de efluentes tratados pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes relacionados, la autoridad debe disponer medidas adicionales, incluyendo uso de tecnologías superiores, y puede llegar hasta suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado. Asimismo, se prevé que en aquellos casos en los que el vertido de efluentes afecte la salud o el modo de vida de la población local, la ANA debe suspender inmediatamente las autorizaciones otorgadas. En igual sentido, se prohíbe el vertido de sustancias contaminantes que representen riesgos significativos de acuerdo a los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación.

D. Análisis y conclusiones

En general, las legislaciones analizadas recurren al establecimiento de derechos de uso como base de la política de recursos hídricos. Sin embargo, para que este sistema favorezca la inversión en tecnologías que disminuyan el consumo de agua es necesario que estos derechos tengan estabilidad legal, que el monto establecido como contraprestación sea suficientemente elevado para servir de incentivo y que la autoridad de aplicación haga un seguimiento adecuado de las concesiones otorgadas.

En efecto, el cobro de un cargo por la captación de agua ha contribuido significativamente a disminuir la demanda de la industria suco-alcoholera en el Estado de San Pablo. Sin embargo, existe evidencia anecdótica que señala que no ha ocurrido lo mismo con el uso de agua para riego debido al establecimiento de cobros demasiado bajos para afectar el desenvolvimiento de la industria agropecuaria. Es importante resaltar que este tipo de políticas pueden distorsionar la utilización del agua, llegando a afectar la sustentabilidad del recurso⁴⁷.

Por otra parte, los mecanismos de cooperación entre la industria y el Estado pueden contribuir a mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, tal como se vio en el caso del Protocolo Ambiental de la Caña de Azúcar. En efecto, esta iniciativa logró alcanzar una participación del 85% de los productores, quienes invirtieron en la mejora de las tecnologías utilizadas, logrando como resultado reducir el consumo del agua en más 48 mil millones de litros al año.

⁴⁵ La falta de pago de dos cuotas consecutivas es causal de revocación de la licencia.

⁴⁶ Los estándares de calidad ambiental del agua establecen el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

⁴⁷ Para una discusión de los efectos de los subsidios a la agricultura véase Solanes (2004) y Solanes y Jouravlev (2005).

Asimismo, el ordenamiento ambiental del territorio y el dictado de normas de zonificación pueden ser herramientas útiles para regular la expansión de los cultivos utilizados como fuente de biomasa, de forma tal de disminuir su impacto sobre la cantidad de agua disponible para otros usos y el medio ambiente. En efecto, este tipo de normativa permite ordenar la expansión de la superficie cultivada en base a las características del suelo, los patrones climáticos y la disponibilidad de los recursos hídricos, logrando un crecimiento sustentable de la producción de biomasa.

En este sentido, el programa de ZAE puede servir como ejemplo de una norma dedicada exclusivamente a regular el crecimiento del sector sucro-alcoholero que busca, entre otros objetivos, identificar zonas aptas para su expansión en secano. Al dirigirse a toda la industria y no sólo al sector dedicado a la generación de biocombustibles, el programa de ZAE permite, asimismo, hacer frente a los impactos indirectos del aumento de la producción de biomasa.

En lo que respecta a las medidas adoptadas para disminuir o evitar la contaminación por fuentes puntuales, la prohibición del vertido de vinaza a los cuerpos de agua y su adecuado control dieron buenos resultados en el Brasil, donde la vinaza comenzó a utilizarse para la fertirrigación de los cultivos de caña. Sin embargo, no ocurrió lo mismo en la Provincia de Tucumán, donde si bien la legislación provincial prohíbe el vuelco de efluentes contaminantes, existen denuncias que señalan que en muchos casos la vinaza es vertida a la cuenca del río Salí sin recibir tratamiento previo.

En este caso, quizás sería necesario reforzar la capacidad de monitoreo y control a fin de lograr el efectivo cumplimiento de la norma. Asimismo, la adopción de una legislación basada en estándares tecnológicos (por ejemplo, que exija la adopción de la “mejor tecnología disponible”) en reemplazo de la prohibición genérica del vertido de efluentes, podría simplificar la tarea de contralor.

Por otra parte, en la Provincia de Tucumán se han establecido mecanismos de cooperación voluntaria entre el gobierno federal, el gobierno provincial y la industria, destinados a la realización de obras que mejoren su desempeño ambiental. Las empresas que participan de esta iniciativa se han comprometido a evitar el vertido de vinaza en los cuerpos de agua, la que tendrá como destino la fertirrigación o su disposición final en terrenos salinos. A este respecto, será necesario tener en cuenta que el uso continuo de la vinaza como fertilizante podría generar altas concentraciones de potasio en el suelo y aguas subterráneas. La legislación adoptada por el Estado de San Pablo puede servir como ejemplo de una norma que busca dar respuesta a los problemas generados por el uso de la vinaza para fertirrigación.

Por último, en lo que respecta a la contaminación por fuentes difusas, en muchos casos no existe legislación adecuada para hacer frente a este problema. En este sentido, es necesario el desarrollo de estrategias que fomenten la adopción de buenas prácticas en la agricultura, a fin de disminuir los impactos de fertilizantes, pesticidas y sedimentos sobre los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. La experiencia del Protocolo Ambiental de la Caña de Azúcar en el Estado de San Pablo puede ser un buen ejemplo de cómo la cooperación entre la industria y el gobierno ha contribuido a la adopción de prácticas que mejoran el uso de los recursos hídricos, con resultados ya visibles en el consumo de agua de las empresas participantes.

VI. Conclusiones y recomendaciones

En primer lugar, como se vio a lo largo del informe, existen diferencias significativas en la demanda y productividad del agua entre las distintas combinaciones de cultivo/región geográfica/tecnología utilizada, por lo que cualquier estrategia destinada a abordar los impactos de los biocombustibles en los recursos hídricos debe comenzar por un análisis del impacto a nivel local, regional y de cuenca.

En segundo lugar, existen oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso de agua en la producción de biomasa. En este sentido, la mejora en la productividad del agua en la etapa de producción de biomasa puede lograrse a través de la adopción de técnicas de riego más eficientes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el aumento en la eficiencia del riego en ciertos casos puede afectar negativamente la sustentabilidad del recurso (dependiendo del destino del flujo de retorno y cambios en el uso consuntivo). Por otra parte, la identificación y promoción del uso de cultivos con menores requerimientos hídricos puede contribuir a disminuir la presión sobre los recursos hídricos. Finalmente, el ordenamiento ambiental del territorio y el dictado de normas de zonificación pueden ser herramientas útiles para regular la expansión de los cultivos utilizados como fuente de biomasa, de forma tal de reducir su impacto sobre la disponibilidad agua.

En tercer lugar, también es posible mejorar la eficiencia en el uso de agua durante el proceso de producción de biocombustibles. En efecto, la mejora en los procesos industriales, motivada por una legislación adecuada, puede contribuir a disminuir considerablemente la tasa de extracción de agua de la industria, reduciendo de esta forma su impacto en la disponibilidad de agua. En este sentido, es central el establecimiento de derechos de uso combinados con el pago de una contraprestación suficiente para servir de incentivo y con el adecuado seguimiento de las concesiones otorgadas por parte de la autoridad de aguas. Asimismo, los mecanismos de cooperación entre la industria y el Estado para la mejora de las tecnologías utilizadas también pueden contribuir al cumplimiento de este objetivo.

Por último, es posible lograr una disminución de los impactos en la calidad del agua a través de la mejora en las prácticas agrícolas y procesos industriales utilizados. En lo que respecta a los impactos en la fase agrícola, las principales fuentes de contaminación provienen del uso de fertilizantes y pesticidas, y del arrastre de sedimentos generados como consecuencia de la erosión del suelo. Para hacer frente a estos efectos, es necesario el desarrollo de programas que estimulen la adopción de mejores prácticas. En este sentido, la implementación de estrategias destinadas a corregir la forma en que se aplican los fertilizantes y la utilización de prácticas de manejo integrado de plagas pueden disminuir la probabilidad de que estos contaminantes lleguen a los cuerpos de agua

superficiales y subterráneas. Asimismo, las estrategias basadas en el manejo de aguas escurridas, como la creación de humedales en el perímetro de los campos, pueden resultar eficaces para frenar el aumento de nutrientes. Por otra parte, la aplicación de prácticas de conservación, como la siembra directa, contribuyen a disminuir la contaminación por sedimentos al aumentar la materia orgánica de los suelos, a la vez que reducen la lixiviación de nutrientes.

En lo relativo a los impactos de la fase industrial, resulta central la adopción de normas sobre el vertido de efluentes combinadas con estándares de calidad del agua, y el adecuado control de su cumplimiento por parte de la autoridad de aplicación. En este sentido, las normas basadas en la adopción de la mejor tecnología disponible facilitan la tarea de control en comparación con las normas que prohíben el vertido de efluentes. Asimismo, la cooperación de la industria y el Estado puede contribuir a la modificación de los procesos industriales involucrados —siempre que no implique la captura del Estado por la industria—, disminuyendo la cantidad de efluentes generados y mejorando el tratamiento que ellos reciben.

En conclusión, existen distintas estrategias que pueden contribuir a mejorar los procesos de producción de biomasa y biocombustibles y disminuir sus impactos en la calidad y cantidad de agua. En este sentido, el desarrollo de los biocombustibles puede ser visto como una oportunidad para mejorar las estrategias legislativas y las políticas públicas destinadas a la protección de la calidad de los recursos hídricos y a lograr su uso eficiente y sustentable.

Bibliografía

- AAPRENSID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa) (2011), *Siembra Directa* (disponible en Internet en: <http://www.aapresid.org.ar>).
- _____ (2010), *Evolución de la Superficie bajo Siembra Directa en Argentina* (disponible en Internet en: <http://www.aapresid.org.ar>).
- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2010), *World Energy Outlook 2010*, Paris.
- Albavera, Fernando Sánchez y Roxana Orrego Moya (2007), “*Tablero de Comando*” para la Promoción de los Biocombustibles en el Perú, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Documento de Proyecto*, LC/W.153, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Ámbito Financiero (2011), “Tucumán clausuró, acorralada, ingenio por contaminación”, *Ámbito Financiero*, 11 de septiembre (disponible en Internet en: <http://www.ambito.com>).
- ANA (Agência Nacional de Águas); FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo); União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) y Centro de Tecnologia Canaveira (CTC) (2009), *Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética*, Brasília (disponible en Internet en: <http://www.ambienteenergia.com.br>).
- Benjamin, Antonio Herman (2006), “Brasil”, *Gobernanza del agua en América del Sur: dimensión ambiental*, Alejandro Iza y Marta Rovere (eds.), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido (disponible en Internet en: <http://data.iucn.org>).
- Bohoslavsky, Juan Pablo (2010), *Tratados de protección de las inversiones e implicaciones para la formulación de políticas públicas (especial referencia a los servicios de agua potable y saneamiento)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Documento de Proyecto*, LC/W.326, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Bolwig, Simon y Peter Gibbon (2009), *Biofuel Sustainability Standards and Public Policy: A Case Study of Swedish Ethanol Imports from Brazil*, Trade and Agriculture Directorate, Joint Working Party on Trade and Environment (disponible en Internet en: <http://orbit.dtu.dk>).
- Bonsucro (Better Sugar Cane Initiative) (2011a), *About Bonsucro* (disponible en Internet en: <http://www.bonsucro.com>).
- _____ (2011b), *Bonsucro Objectives* (disponible en Internet en: <http://www.bonsucro.com>).
- _____ (2011c), *Bonsucro Production Standard Version 3.0* (disponible en Internet en: <http://www.bonsucro.com>).
- Cappelli, Nelson Luis; Cláudio Kiyoshi Umezú y Leonardo Alvarado Mora (2009), “Automatización en la Industria Azucarera de Brasil”, *XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola y Áreas Afines*, Medellín.

- Carballo, Stella Maris (2011), *Comunicación privada*, 7 de septiembre.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2000), *Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación*, LC/IN.137, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- _____ (1995), *Mercados de derechos de agua: entorno legal*, LC/R.1485, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Chidiak, Martina; Leonardo Stanley y Carlos Galperín (2010), “Biocombustibles en Argentina: Eficiencia, Competitividad y Sostenibilidad”, *Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e implicancias económicas*, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (disponible en Internet en: <http://www.pnuma.org>).
- Coelho, Fernando Bezerra (2011), *A Política Nacional de Irrigação e a Produção de Biocombustíveis no Semi-Árido*, Ministério da Integração Nacional (disponible en Internet en: <http://www.forumnordeste.com.br>).
- Commission of the European Communities (2002), *Report from the Commission. Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources*, Bruselas.
- Coviello, Manilo; José Javier Gómez; Carlos Razo y Adrián Rodríguez (2008), *Biocombustibles líquidos para transporte en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Documento de Proyecto*, LC/W.203, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- CRS (Congressional Research Service) (2010), *Clean Water Act: A Summary of the Law*, Washington, D.C. (disponible en Internet en: <http://openocrs.com>).
- CSBP (Council on Sustainable Biomass Production) (2011), *CSBP Announces Plan to Launch First Standard for Sustainable Biomass and Bioenergy Production* (disponible en Internet en: <http://www.csbp.org>).
- _____ (2010), *Draft Provisional Standard for Sustainable Production of Agricultural Biomass* (disponible en Internet en: <http://www.csbp.org>).
- del Castillo, Lilian (2007), *La Gestión del Agua en Argentina*, Buenos Aires, Ciudad Argentina.
- Diario Panorama (2011), “Santiago pidió otra vez a Tucumán que controle los desechos industriales”, *Diario Panorama*, 14 de julio (disponible en Internet en: <http://www.diariopanorama.com>).
- Donato, Lidia y Ignacio Huerga (2009), *Balance Energético de la Producción de Biodiesel a Partir de Soja en la República Argentina*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (disponible en Internet en: <http://www.inta.gov.ar>).
- Donoso, Guillermo; Andrei Jouravlev; Humberto Peña y Eduardo Zegarra (2004), *Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 80, LC/L.2224-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Dourojeanni, Axel y Andrei Jouravlev (1999), *El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 3, LC/L.1263-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Dworak, Thomas; Ulrike Eppler; Jan-Erik Petersen; Stephanie Schlegel y Cornelius Laaser (2008), *A review of the possible impact of biomass production from agriculture on water*, European Environment Agency (EEA) (disponible en Internet en: <http://ecologic-events.eu>).
- EEOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres) (2011), “Biocombustibles en la Argentina y Tucumán, cifras de la industria en el período 2009-2011”, *Reporte Agroindustrial. Estadísticas y Márgenes de Cultivos Tucumanos*, Las Talitas, Tucumán.
- EPA (United States Environmental Protection Agency) (2011a), *Biofuels and the Environment: First Triennial Report to Congress (Preliminary Draft)* (disponible en Internet en: <http://oaspub.epa.gov>).
- _____ (2011b), *Guidance to Identify Waters Protected by the Clean Water Act* (disponible en Internet en: <http://www.epa.gov>).

- _____ (2010), *Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Summary and Analysis of Comments* (disponible en Internet en: <http://www.epa.gov>).
- _____ (2008), *Nonpoint Source Pollution: The Nation's Largest Water Quality Problem* (disponible en Internet en: <http://www.epa.gov>).
- Esaín, José Alberto (2008), *Competencias Ambientales*, Buenos Aires, Argentina, AbeledoPerrot.
- Figueiredo, Guilherme José Purvin de (2011), *Curso de Direito Ambiental*, San Pablo, Editora Revista Dos Tribunais.
- Figueroa, Roberto; Eduardo Romero y Guillermo Fadda (2009), “El Riego de la Caña de Azúcar”, *Manual del Cañero*, Eduardo Romero, Patricia Digonzelli y Jorge Scandaliaris (eds.), Las Talitas, Tucumán, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) (disponible en Internet en: <http://www.eeaoc.org.ar>).
- Fiorio, P. R.; J.A.M. Demattê y G. Sparovek (2000), “Cronologia do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP”, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, volumen 35.
- Gerbens-Leenes, P.W.; A.Y. Hoekstra y Th. van der Meer (2009), “The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply”, *Ecological Economics*, volumen 68 (4) (disponible en Internet en: <http://www.waterfootprint.org>).
- Guevara, Javier Coello y Paula Castro Pareja (2008), “Biocombustibles, Agua y Agricultura en los Andes”, *Revista Virtual REDESMA*, julio (disponible en Internet en: <http://www.cedecap.org.pe>).
- Helmer, Richard y Ivanildo Hespanto (1999), *Control de la Contaminación del Agua. Guía para la aplicación de principios relacionados con el manejo de la calidad del agua*, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima.
- Huertas, David; Göran Berndes; Magnus Holmén y Gerd Sparovek (2010), “Sustainability certification of bioethanol: how is it perceived by Brazilian stakeholders?”, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, volumen 4 (4).
- Huffaker, Ray (2010), “Protecting water resources in biofuels production”, *Water Policy*, volumen 12, número 1 (disponible en Internet en: <http://www.iwaponline.com>).
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2006), *Censo Agro 2006: IBGE revela retrato do Brasil agrário* (disponible en Internet en: <http://www.ibge.gov.br>).
- ISCC (International Sustainability & Carbon Certification) (2011a), *Asociación ISCC* (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- _____ (2011b), *ISCC Statutes* (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- _____ (2011c), *Organización de la Asociación ISCC* (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- _____ (2010a), *ISCC 202-01 Checklist for the Control of Requirements for the Production of Biomass, ISCC Draft 10-01-10*.
- _____ (2010b), *Sustainability Requirements for the Production of Biomass V. 1.15* (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- _____ (2010c), *System Basics for the Certification of Sustainable Biomass and Biomass Energy V. 1.15* (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- Ismail, M. y A. Rossi (2010), *A Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma.
- Jank, Marcos Sawaya (2009), *Resultados do Protocolo Ambiental da Cana-de-Açúcar*, União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) (disponible en Internet en: <http://www.unica.com.br>).
- Kundzewicz, Z.W.; L.J. Mata; N.W. Arnell; P. Döll; P. Kabat; B. Jiménez; K.A. Miller; T. Oki; Z. Sen y I.A. Shiklomanov (2007), “Freshwater resources and their management”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.), Cambridge University Press (disponible en Internet en: <http://www.ipcc.ch>).
- Lee, Terence y Andrei Jouravlev (1998), *Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Medio*

- Ambiente y Desarrollo*, N° 6, LC/L.1097, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Magrin, G.; C. Gay García; D. Cruz Choque; J.C. Giménez; A.R. Moreno; G.J. Nagy; C. Nobre y A. Villamizar (2007), “Latin America”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.), Cambridge University Press (disponible en Internet en: <http://www.ipcc.ch>).
- Mann, Howard y Carin Smaller (2010), “Foreign Land Purchases for Agriculture: What Impact on Sustainable Development?”, *Sustainable Development Innovation Briefs*, volumen 8 (disponible en Internet en: <http://www.un.org>).
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil) (2011), *Zoneamento Agroecológico da Cana de Açúcar* (disponible en Internet en: <http://www.cnps.embrapa.br>).
- _____ (2009), *Anuário Estadístico de Agroenergia*, Brasilia (disponible en Internet en: <http://www.agricultura.gov.br>).
- Masiá, Gerardo y Ramiro Cid (2010), *Aplicación y Manejo de Agroquímicos*, Instituto de Ingeniería Rural del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Castelar (disponible en Internet en: <http://www.msal.gov.ar>).
- MMA (Ministério do Meio Ambiente de Brasil) (2006), *Impactos ambientais na cadeia produtiva, distribuição e uso do biodiesel* (disponible en Internet en: <http://www.mma.gov.br>).
- Molden, David; Karen Frenken; Randolph Barker; Charlotte de Fraiture; Bancy Mati; Mark Svendsen; Claudia Sadoff y Max Finlayson (2007), “Trends in water and agricultural development”, *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, International Water Management Institute (IWMI), Londres, Colombo, Earthscan (disponible en Internet en: <http://www.iwmi.cgiar.org>).
- Morandini, M. (2009), *Aplicación de la Vinaza al Suelo en la Provincia de Tucumán*, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) (disponible en Internet en: <http://www.ambiente.gob.ar>).
- Morgera, Elisa; Kati Kulovesi y Ambra Goberna (2009), “Case Studies on Bioenergy Policy and Law: Options for Sustainability”, *FAO Legislative Study*, N° 102, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma (disponible en Internet en: <http://www.fao.org>).
- MSAL (Ministerio de Salud de la República Argentina) (2011), *Avanza la Reconversión Industrial de Empresas Azucareras en la Cuenca Salí-Dulce* (disponible en Internet en: <http://www.msal.gov.ar>).
- NRC (United States National Research Council) (2008), *Water implications of biofuels production in the United States*, Washington, D.C., The National Academies Press.
- NRCS (Natural Resource Conservation Service) (2011a), *About NRCS* (disponible en Internet en: <http://www.NRCS.usda.gov>).
- _____ (2011b), *Windows Pesticide Screening Tool WIN-PST 3.1* (disponible en Internet en: <http://www.NRCS.usda.gov>).
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2011), *OECD - FAO Agricultural Outlook 2011-2020* (disponible en Internet en: <http://www.fao.org>).
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2010), *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009*, Stuttgart.
- Ongley, Edwin (1996), *Control of Water Pollution from Agriculture*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma (disponible en Internet en: <http://www.fao.org>).
- Perera, Jorge Gustavo (2009), *Concentración y Combustión de Vinazas*, Ministerio de Gobierno y Justicia de la Provincia de Tucumán, Secretaría de Estado de Gobierno y Justicia, Subsecretaría de Asuntos Técnicos (disponible en Internet en: <http://www.tucuman.gov.ar>).

- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2009), *Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels* (disponible en Internet en: <http://www.unep.fr>).
- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Oeko-Institut y IEA (International Energy Agency) Bioenergy Task 43 (2011), *The Bioenergy and Water Nexus*, Nairobi.
- Pompeu, Cid Tomanik (2010), *Direito de Águas no Brasil*, San Pablo, Revista dos Tribunais.
- Proforest (2010), *Agricultural production models and methods for UK Biofuels*, Renewable Fuels Agency Research Program, Oxford.
- _____ (2004), *Criterios de Basilea para una Producción Responsable de Soja*, preparado por ProForest para Coop Switzerland en cooperación con el WWF de Suiza (disponible en Internet en: <http://www.proforest.net>).
- Rajagopal, Deepak y David Zilberman (2007), “Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels”, *Policy Research Working Paper*, N° 4341, Banco Mundial, Washington, D.C. (disponible en Internet en: <http://www-wds.worldbank.org>).
- Revesz, Richard (2008), *Environmental Law and Policy*, New York, Foundation Press.
- Rodrigues, Rodrigo Augusto y José Honório Accarini (2008), *Programa Brasileño de Biodiesel* (disponible en Internet en: <http://www.biodiesel.com.ar>).
- Romero, Eduardo; Jorge Scandaliaris; Patricia Digonzelli; Fernanda Leggio Neme; Juan Giardina; Juan Fernández de Ullivarri; Sergio Casen; Javier Tonatto y Luis Alonso (2009), “La Caña de Azúcar. Características y Ecofisiología”, *Manual del Cañero*, Eduardo Romero, Patricia Digonzelli y Jorge Scandaliaris (eds.), Las Talitas, Tucumán, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) (disponible en Internet en: <http://www.eeaoc.org.ar>).
- RSB (Roundtable on Sustainable Biofuels) (2010a), *RSB Guidance on Principles & Criteria for Sustainable Biofuel Production Version 2.0* (disponible en Internet en: <http://rsb.epfl.ch>).
- _____ (2010b), *RSB Principles & Criteria for Sustainable Biofuels Production Version 2.0* (disponible en Internet en: <http://rsb.epfl.ch>).
- _____ (2010c), *RSB Terms of Reference* (disponible en Internet en: <http://rsb.epfl.ch>).
- RTRS (Round Table on Responsible Soy Association) (2011a), *Argentinean National Interpretation of RTRS Standard for Responsible Soy Production*.
- _____ (2011b), *Brazilian National Interpretation of RTRS Standard for Responsible Soy Production*.
- _____ (2011c), *Hoja de Datos* (disponible en Internet en: <http://www.responsiblesoy.org>).
- _____ (2011d), *Nuevo Modelo RTRS* (disponible en Internet en: <http://www.responsiblesoy.org>).
- _____ (2011e), *¿Qué es la RTRS?* (disponible en Internet en: <http://www.responsiblesoy.org>).
- _____ (2010), *Estándar RTRS para la Producción de Soja Responsable*.
- _____ (2007), *Estatutos de la Asociación Internacional de Soja Responsable*.
- Sanzano, Agustín y Guillermo Fadda (2009), “Características de los Suelos para Caña de Azúcar. Recomendaciones de Manejo”, *Manual del Cañero*, Eduardo Romero, Patricia Digonzelli y Jorge Scandaliaris (eds.), Las Talitas, Tucumán, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) (disponible en Internet en: <http://www.eeaoc.org.ar>).
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) (2011), *Ingenios tucumanos firman convenio para cuidado de medio ambiente*, Coordinación de Prensa y Difusión, 3 de octubre (disponible en Internet en: <http://www.ambiente.gov.ar>).
- _____ (2007), *Cuenca Salí Dulce. Componente Industria. Síntesis de lo actuado*, Dirección Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable, Subsecretaría de Promoción del Desarrollo Sustentable, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, diciembre.
- Schmitz, Norbert (2011), *ISCC State of Affairs One Year after Take Off*, International Sustainability & Carbon Certification (ISCC) (disponible en Internet en: <http://www.iscc-system.org>).
- Simpson, T.W.; L.A. Martinelli; A.N. Sharpley y R.W. Howarth (2009), “Impact of Ethanol Production on Nutrient Cycles and Water Quality: The United State and Brazil as Case Studies”, *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*, R.W. Howarth y S. Bringezu (eds.), Gummingsbach.
- Smaller, Carin (2010), “Sed Mundial: Cómo el agua está generando la nueva ola de inversión extranjera en tierras agrícolas”, *Investment Treaty News*, volumen 1 (2), diciembre.

- Solanes, Miguel (2004), “Editorial”, *Carta Circular*, N° 21, Red de Cooperación en la Gestión Integral de Recursos Hídricos para el Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Solanes, Miguel y Andrei Jouravlev (2007), *Revisiting privatization, foreign investment, international arbitration, and water*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 129, LC/L.2827-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- _____ (2005), *Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 101, LC/L.2397-P, Santiago de Chile (disponible en Internet en: <http://www.eclac.org>).
- Studdert, Guillermo (2001), *Labranza Conservacionista*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (disponible en Internet en: <http://www.inta.gov.ar>).
- Sustainable Ethanol Initiative (2008), *About the initiative* (disponible en Internet en: <http://www.sustainableethanolinitiative.com>).
- Swinbank, Alan (2009), *EU Support for Biofuels and Bioenergy, Environmental Sustainability Criteria and Trade Policy*, International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) (disponible en Internet en: <http://ictsd.org>).
- Taipe, Cayo Ramos (2010), “Análisis de los Efectos de la Producción de Cultivos Bioenergéticos sobre la Disponibilidad de los Recursos Hídricos: El caso del Sistema Chira”, *Bioenergía y Seguridad Alimentaria “BEFS”*. *El análisis BEFS para el Perú*, Erika Felix y Cadmo Rosell (eds.), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma (disponible en Internet en: <http://www.fao.org>).
- Thomas, Richard (2009), “The European Directive on the Protection of Groundwater: A Model for the United States”, *Pace Environmental Law Journal*, volumen 26 (1).
- Timilsina, Govinda y Ashish Shrestha (2010), “Biofuels: markets, targets and impacts”, *Policy Research Working Paper*, N° 5364, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Topalian, Gustavo y Tomás Lanardonne (2010), “El marco regulatorio de los biocombustibles en la República Argentina”, *Revista del Colegio de Abogados de la Ciudad de Buenos Aires*, volumen 70 (2).
- Tucumán, Provincia de (2010), *Lineamientos Estratégicos para el Desarrollo de Tucumán 2016-2020*, San Miguel de Tucumán (disponible en Internet en: <http://www.tucuman.gov.ar>).
- USDA (United States Department of Agriculture) *Colombia Biofuels Annual* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2011b), *Conservation Programs* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2011c), *Paraguay Biofuels Annual* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2011d), *Peru Biofuels Annual* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2010a), *Biofuels Annual Argentina* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2010b), *Brazil Biofuels Annual* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- _____ (2010c), *Brazil Oilseeds and Products Annual* (disponible en Internet en: <http://gain.fas.usda.gov>).
- Veiga, L.B.E. y A. Magrini (2011), “Water resource management: suggestions to the Brazilian model based on the American experience”, *Water Resource Management IV*, C.A. Brevia y V. Popov (eds.), Ashurst Lodge WIT Press.
- WISE (Water Information System for Europe) (2008), *Nota sobre el Agua 9. Integración de la política de Aguas: vincular toda la legislación comunitaria sobre el agua en un único marco* (disponible en Internet en: <http://ec.europa.eu>).
- Wolf, Susan y Neil Stanley (2011), *Wolf and Stanley on Environmental Law*, Routledge.
- Zarrilli, Simonetta (2008), *Making Certification Work for Sustainable Development: The Case of Biofuels*, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (disponible en Internet en: <http://www.unctad.org>).
- Zeehandelaar, Ben (2011), *Comunicación privada*, 18 de agosto.

Anexos

Anexo 1

Esquemas de certificación y buenas prácticas para el uso del agua en la producción de biocombustibles⁴⁸

Etanol

Iniciativa para el etanol sustentable⁴⁹

La empresa SEKAB desarrolló este esquema como una forma de asegurar que el etanol que vendía al mercado sueco era producido en forma social y ambientalmente sustentable (Bolwig y Gibbon, 2009). El esquema cubre sólo el etanol importado desde el estado de San Pablo, Brasil, para SEKAB y no está abierto a otros importadores o productores. El etanol certificado bajo este proceso está disponible en el mercado sueco desde agosto de 2008 (Sustainable Ethanol Initiative, 2008).

Dentro de los criterios para el “etanol sustentable” se encuentra el cumplimiento de condiciones ecológicas de acuerdo a la Iniciativa Ambiental de la UNICA⁵⁰ que incluye: i) la protección de los bosques cercanos a cursos de aguas; ii) la protección de los recursos hídricos; y iii) la adopción de programas para la reutilización del agua en procesos industriales y para la conservación de su calidad.

Bonsucro: Iniciativa para una mejor caña de azúcar⁵¹

Bonsucro es una asociación que reúne a distintas partes interesadas en la producción de caña de azúcar (productores, consumidores, organizaciones ambientales) con el objetivo de reducir sus impactos negativos (Bonsucro, 2011b). Para ello, ha desarrollado un estándar basado en indicadores numéricos que busca asegurar que los productos derivados de caña de azúcar han sido producidos en cumplimiento de criterios transparentes, creíbles y mensurables. Luego de una fase piloto que se desarrolló durante el año 2010, en junio de 2011 comenzó formalmente el proceso de certificación (Bonsucro, 2011a).

El estándar se organiza alrededor de 5 principios: i) obedecer las leyes; ii) respetar los derechos humanos y los estándares laborales; iii) manejar la eficiencia en los insumos, producción y procesamiento para incrementar la sustentabilidad; iv) manejar activamente la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas; y v) mejora continua de las áreas centrales del negocio (Bonsucro, 2011c). Para cada uno de estos principios se establecen indicadores que permiten verificar su cumplimiento.

Para poder obtener la certificación, los productores deben cumplir, entre otros requisitos, con el 80% de los indicadores contenidos en los principios de 1 a 5 (Bonsucro, 2011c). Asimismo, existe una lista de criterios esenciales que deben ser satisfechos antes de que se considere el cumplimiento de los demás indicadores⁵² entre los que se incluye la evaluación del impacto de las empresas en la biodiversidad y los servicios ambientales.

⁴⁸ Los esquemas abordados en este anexo fueron seleccionados para presentar una variedad de metodologías y enfoques a los problemas que presenta la producción de biocombustibles.

⁴⁹ Sustainable Ethanol Initiative.

⁵⁰ Cuando el estándar habla de la “Iniciativa Ambiental de la Unión de la Industria de Caña de Azúcar de Brasil” se estaría refiriendo al protocolo de cooperación firmado entre el gobierno del Estado de San Pablo y UNICA (Bolwig y Gibbon, 2009).

⁵¹ Better Sugar Cane Initiative.

⁵² Estos requisitos esenciales son: i) el cumplimiento de todas las leyes relevantes que resulten aplicables; ii) el cumplimiento de las convenciones de la OIT sobre trabajo infantil, trabajo forzado, discriminación, libertad de asociación y derecho a negociar convenios colectivos; iii) pagar por lo menos el salario mínimo nacional a los empleados y trabajadores; iv) evaluar el impacto de las empresas en la biodiversidad y los servicios ambientales; y v) para los nuevos proyectos de caña de azúcar, asegurar un proceso transparente y participativo que trate los impactos acumulativos e inducidos a través de una evaluación de impacto ambiental y social.

Dentro de este criterio, tres indicadores resultan relevantes para la protección de los recursos hídricos. El primero de ellos es que la demanda acuática de oxígeno por unidad-peso de producción no puede superar 1 kilogramo de DQO ó 0,5 kilogramo de DBO₅. El segundo, se refiere al uso de fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo (calculado como equivalente de fosfato) que no puede superar los 120 kilogramos por hectárea por año. Este indicador se utiliza como medida del potencial efecto de eutrofización y busca minimizar las pérdidas por aplicación excesiva, con la consecuente contaminación de las napas freáticas y de los cursos de agua. El tercer indicador relevante es el uso de herbicidas y pesticidas que no puede exceder los 5 kilogramos de ingrediente activo por hectárea por año, para minimizar la contaminación del aire, del suelo y del agua.

El criterio 4.2 se refiere a la implementación de medidas para mitigar los impactos adversos identificados, para lo cual se requiere: i) la existencia de una lista de impactos adversos identificados, tales como la contaminación del agua; ii) la existencia de un plan de mitigación; y iii) la verificación de la implementación de las medidas de mitigación propuestas, incluyendo la consulta a los potenciales afectados.

Por último, el principio número 5 hace referencia a la mejora continua de las áreas claves del negocio y, en particular, el criterio 5.2 tiene por objeto lograr la continua mejora del status del suelo y de los recursos hídricos. Para ello, se toma como criterio el consumo neto de agua por unidad-peso de producto. En efecto, durante la etapa agrícola, el agua comprada o captada para riego no puede superar 130 kilogramos por un kilogramo de caña, y durante la etapa de procesamiento el agua consumida menos el agua devuelta a los cursos de agua debe ser menor o igual a 30 kilogramos por un kilogramo de etanol.

Biodiesel

Estándar de la Asociación Internacional de Soja Responsable (RTRS)⁵³

La Asociación Internacional de Soja Responsable (RTRS)⁵⁴ surge en el año 2006 con el objetivo de promover el uso y el crecimiento de la producción responsable de soja, a través del compromiso de todos los eslabones de la cadena de valor (RTRS, 2011e). Con miras al cumplimiento de ese objetivo, en marzo de 2010 esta entidad estableció un esquema de certificación de soja responsable que incluye un estándar para su producción, un sistema de verificación y un mecanismo de acreditación de las empresas auditoras (RTRS, 2010)⁵⁵.

El estándar establece: i) principios, expresados como declaraciones fundamentales sobre un resultado deseado; ii) criterios que es necesario cumplir para alcanzar cada principio; iii) pautas que deben seguirse para cada criterio; y iv) indicadores expresados en términos medibles que permitan evaluar la conformidad con el estándar (RTRS, 2010).

Los productores interesados en certificar su cumplimiento con el estándar deben contratar a un auditor autorizado, quien verificará la observancia de los principios y criterios establecidos por

⁵³ RTRS (Round Table on Responsible Soy) registra como antecedente los Criterios de Basilea para una Producción Responsable de Soja. Los criterios de Basilea fueron desarrollados por Proforest (una organización sin fines de lucro) y WWF (World Wildlife Fund) Suiza en el año 2004 con el objetivo de generar un conjunto de normas aceptadas internacionalmente para definir la producción responsable de soja (Proforest, 2004). Sin embargo, el estándar no llegó a estar operativo y Proforest y WWF en la actualidad apoyan RTRS.

⁵⁴ De acuerdo con sus estatutos, RTRS es una asociación incorporada bajo las normas de la Confederación Suiza, compuesta por dos categorías de miembros: miembros participantes con derecho a voto y miembros observadores sin derecho a voto. Pueden ser miembros participantes: los productores, los miembros de la industria, comercio, finanzas (incluyendo a actores de la cadena de valor tales como procesadores, comercializadores, fabricantes de alimentos e instituciones financieras) y las organizaciones de la sociedad civil (RTRS, 2007).

⁵⁵ Este estándar fue desarrollado a través de un proceso participativo que incluyó a los distintos grupos de interés que forman parte de RTRS, como así también al público en general, a través de distintos períodos de consulta pública (RTRS, 2010). Luego de un período de pruebas de campo en cinco países, que tuvo lugar durante el año 2009, y la revisión de sus resultados por los miembros de RTRS, la versión 1.0 del estándar fue aprobada el 10 de junio de 2010.

RTRS (RTRS, 2011d)⁵⁶. Si la auditoría resulta exitosa, se procederá a la emisión de un certificado que acredita el cumplimiento del estándar. Este certificado es válido por 5 años, aunque se prevé la realización de seguimientos anuales para garantizar el efectivo cumplimiento de los criterios y pautas establecidos, y para asegurar la mejora continua del sistema de producción.

A comienzos de junio de 2011, se otorgaron las primeras certificaciones y se efectuó la primera venta de soja certificada a Europa (RTRS, 2011c)⁵⁷. En la actualidad existen aproximadamente 80 mil hectáreas certificadas y 70 mil más se encuentran en proceso de certificación (Zeehandelaar, 2011). RTRS espera alcanzar las 450 mil toneladas de soja certificada en el año 2011, para llegar a un total de 1,5 millones de toneladas en el 2012.

El estándar RTRS contiene principios y pautas para la conservación y protección del agua durante el proceso de producción de soja. En efecto, el principio 5 se refiere a la adopción de prácticas agrícolas adecuadas y contiene criterios destinados a la protección de los recursos hídricos. Dentro de este principio, el criterio 5.1 evalúa si el productor mantiene o mejora la calidad y disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas (RTRS, 2010). Para ello, se analiza si el productor implementa prácticas agrícolas adecuadas para minimizar impactos difusos y puntuales en la calidad del agua superficial y subterránea debidos a residuos químicos, fertilizantes, erosión u otras fuentes de contaminación, y para fomentar la recarga de los acuíferos.

Para verificar si las prácticas adoptadas son efectivas, el estándar requiere la implementación de un sistema de monitoreo que, tomando como punto de referencia el momento de la certificación, sirva para revisar las tendencias en el tiempo. Por ejemplo, en los casos en que resulte apropiado deberían monitorearse parámetros tales como pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez y conductividad eléctrica. Asimismo, debería considerarse el monitoreo a nivel de cuenca y, en caso de que existan pozos, estos deberían ser utilizados para monitorear el agua subterránea.

En caso de utilizarse agua para riego, el auditor deberá analizar si existe un procedimiento documentado de prácticas adecuadas y si el riego se realiza de acuerdo a la legislación y mejores prácticas (si es que éstas existen). Asimismo, deberá verificar si se cuenta con un proceso para la medición del consumo de agua. Como pauta para la evaluación de este criterio, se establece que debería prestarse atención a otros usos posibles, y si hay escasez, el consumo humano debe ser prioritario.

En lo que respecta a la protección de áreas riparias, el criterio 5.2 evalúa si se mantienen o reestablecen las áreas de vegetación natural cercanas a manantiales y a lo largo de cursos de agua naturales. En particular, el productor debe identificar y cartografiar la ubicación de todos los cursos de agua y el estado de su vegetación riparia. En aquellos casos en que dicha vegetación haya sido eliminada, deberá evaluarse si existe un plan que establezca plazos para su restauración y si dicho plan se está implementando. Por último, el auditor deberá verificar que no se drenen humedales naturales y se mantenga la vegetación nativa.

Finalmente, en lo relativo al uso de agroquímicos, el criterio 5.9 se refiere a la implementación de medidas apropiadas para prevenir la deriva de agroquímicos a aguas vecinas. En particular, se evalúa que no se realice la aplicación aérea de plaguicidas de las clases Ia, Ib y II según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁵⁸ a menos de 500 metros de masas de agua —el término, que de acuerdo con el estándar, incluye, pero no se limita a, cursos de agua, ríos,

⁵⁶ El proceso de auditoría incluye un período de consulta pública en la que se reciben comentarios sobre las empresas que serán auditadas (RTRS, 2011d).

⁵⁷ Al 15 de agosto de 2011, dos productores habían certificado RTRS: el Grupo Maggi (Brasil) y Viluco S.A. (Argentina) (Zeehandelaar, 2011). Asimismo, otros seis productores de soja se encontraban en proceso de certificación: Cystasa (Paraguay), AGD (Argentina), Los Grobo (Argentina), Adecoagro (Argentina), SLC Agrícola (Brasil) y varios campos de APDC (Brasil). Los informes de certificación se encuentran disponibles en el sitio web de RTRS (<http://www.responsiblesoy.org>).

⁵⁸ La OMS clasifica a los pesticidas de acuerdo a la toxicidad de sus componentes en cinco clases. La clase “Ia” corresponde a los pesticidas considerados como extremadamente peligrosos, la “Ib” a aquellos clasificados como altamente peligrosos, y la “II” a los moderadamente peligrosos (OMS, 2010).

corrientes, marismas, manantiales, lagos, reservorios y acequias—; y que no se apliquen otros plaguicidas a menos de 30 metros de ellas⁵⁹.

Estándares generales

Sustentabilidad Internacional & Certificación de Carbono (ISCC)⁶⁰

ISCC es un sistema de certificación de biomasa y biocombustibles producidos de forma sustentable (ISCC, 2010c) que fue desarrollado por la empresa consultora MEO Carbon Solutions con el apoyo del Ministerio Federal de Alimentos, Agricultura y Protección al Consumidor de Alemania (Ismail y Rossi, 2010).

El desarrollo de ISCC comenzó en el año 2007 con la conformación de los distintos grupos de trabajo que colaboraron en la formación del estándar (Schmitz, 2011). Durante el año 2008 se realizaron pruebas pilotos en Europa, el Brasil y la Argentina, proceso que culminó en el año 2010 con la puesta en marcha del estándar y la creación de la Asociación ISCC⁶¹ que actualmente se encuentra a cargo de la definición y desarrollo del sistema (ISCC, 2011b). A la fecha más de 500 empresas en todo el mundo han obtenido la certificación otorgada por ISCC, de las cuales 18 se encuentran en América Latina. De estas, cinco son guatemaltecas, cuatro son brasileras, tres son argentinas, tres son costarricenses, una es nicaragüense, una es paraguaya y una es peruana.

A diferencia de otros estándares, ISCC establece criterios para todos los componentes de la cadena de valor, incluyendo el cultivo de biomasa, su procesamiento, y la distribución de biocombustibles (ISCC, 2010c)⁶².

En lo que respecta a la producción de biomasa, el estándar se organiza alrededor de seis principios con sus respectivos criterios (ISCC, 2010b). Estos criterios son clasificados como “deberes importantes” y “deberes menores”. Para una auditoría exitosa, los productores deben acreditar el cumplimiento de todos los “deberes importantes”⁶³ y un 60% de los “deberes menores”⁶⁴.

En cuanto a la protección del agua durante la etapa de cultivo, el segundo principio establece que la biomasa debe ser producida de forma ambientalmente responsable, incluyendo la protección del suelo, el agua y el aire, y la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

Si se utiliza agua subterránea para riego, el productor debe respetar los derechos de uso de agua existentes, sean estos formales o tradicionales, y debe poder justificar el uso de riego a la luz de la disponibilidad del agua para consumo humano. Asimismo, se toma como criterio el respeto a la legislación local. Se agregan como “deber menor” que el productor pueda justificar el método de riego utilizado y que el agua sea sustraída de una fuente renovable, a fin de proteger el medio ambiente.

Respecto a la protección de aguas subterráneas contra la contaminación con productos químicos, el estándar establece como criterio que los productos derivados del petróleo y los fitosanitarios que se utilicen sean guardados de manera apropiada, de forma tal de reducir el riesgo de contaminación. En especial, se requiere que el almacenaje resulte consistente con la mejor tecnología

⁵⁹ Sin embargo, podría haber una excepción a la aplicación manual de productos químicos que no pertenecen a las categorías Ia, Ib o II si se toman las medidas adecuadas para prevenir la deriva y está permitido por la ley y las recomendaciones del fabricante.

⁶⁰ International Sustainability & Carbon Certification.

⁶¹ De acuerdo a sus estatutos, ISCC es una asociación registrada en la ciudad de Colonia, Alemania (ISCC, 2011a). Entre sus miembros se encuentran empresas agrícolas, industriales, proveedoras y de logística, junto con organizaciones no gubernamentales, sociales, y otras dedicadas a la investigación.

⁶² Sin embargo, en estas últimas dos etapas el estándar se centra en las emisiones de dióxido de carbono.

⁶³ Sin embargo, se prevén excepciones para aquellos casos en que las condiciones locales hagan imposible el cumplimiento de un “deber importante”.

⁶⁴ ISCC ha publicado un documento donde se establecen pautas para los organismos de certificación sobre cómo verificar el cumplimiento de los criterios.

disponible y las leyes respectivas; y que prevenga la contaminación de los materiales almacenados. Asimismo, en lo que respecta al uso de pesticidas, el productor debe estar preparado para hacer frente a posibles derrames, de forma tal de evitar la contaminación de aguas subterráneas.

Para el uso de fertilizantes, el estándar establece como criterio que durante la aplicación de aquellos con un contenido considerable de nitrógeno, el productor tenga cuidado de evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En particular, el productor debe demostrar que cumple con una distancia de por lo menos 3 metros de las orillas del río, y que toma medidas para evitar que los fertilizantes se escurran, acumulándose en aguas superficiales y subterráneas. Asimismo, se requiere que las máquinas utilizadas para la aplicación de estos productos estén en buenas condiciones y sean capaces de asegurar una aplicación precisa.

Por otra parte, en lo que respecta a su almacenamiento, el estándar requiere que éste sea apropiado para reducir el riesgo de contaminación de los cursos de agua. En particular, el productor debe asegurarse de que todos los fertilizantes inorgánicos (ya sea en polvo, granulados o líquidos) sean almacenados de manera tal de que presenten un riesgo mínimo de contaminación⁶⁵.

En lo que respecta al uso de productos fitosanitarios, el estándar también establece criterios para evitar la contaminación de aguas subterráneas. En particular, requiere que las instalaciones que se utilicen para el almacenaje de productos fitosanitarios y todas las áreas designadas para el llenado o mezcla se encuentren equipadas con un contenedor de material inerte absorbente como arena, escobillón y pala y bolsas plásticas, que deben estar señalizadas y en una ubicación fija, para ser usadas en caso de derrame del producto. Asimismo, el sistema utilizado para el deshecho de envases vacíos debe minimizar el riesgo de contaminación del medio ambiente y los cursos de agua, aunque este requisito sólo constituye un deber menor bajo el estándar.

Por último, el estándar fija como “deber menor” que los productores mantengan o restablezcan las áreas de vegetación natural ubicadas alrededor de manantiales y cursos de agua naturales. El productor debe probar que conoce el estado de la vegetación en áreas ribereñas; y, en los casos en que ésta haya sido removida, que existe un plan que incluye un cronograma para su restablecimiento.

Consejo para la Producción Sustentable de Biomasa (CSBP)⁶⁶

CSBP es una organización establecida en 2007⁶⁷ para el desarrollo de estándares de sustentabilidad para la producción de biomasa y su conversión en bioenergía a partir de la participación y el consenso de distintos grupos de interés (CSBP, 2010). En el año 2010, CSBP aprobó un estándar provisional para la producción sustentable de biomasa que en la actualidad se encuentra en la fase de pruebas de campo (CSBP, 2011). Se espera que para el año 2012 estas pruebas hayan concluido y el estándar esté listo para su implementación.

El estándar tiene como visión asegurar que en los Estados Unidos la producción de biomasa y bioenergía sea sustentable, balanceando los imperativos económicos, ambientales y sociales (CSBP, 2010). Actualmente, el estándar provisional sólo establece criterios para la producción sustentable de biomasa, pero CSBP espera que la versión final (que estará lista en el año 2012) contemple también las obligaciones de los productores de energía.

CSBP reconoce dos niveles de certificación: “Nivel de Certificación Plata” y “Nivel de Certificación Oro” (CSBP, 2010). Para obtener el primer nivel de certificación, los participantes son auditados por un tercero que verifica el cumplimiento de los principios, criterios e indicadores del programa. El segundo nivel de certificación se define como el más alto nivel de performance, donde

⁶⁵ Por ejemplo, el fertilizante líquido almacenado debe estar rodeado de una barrera impermeable y el productor debe haber considerado la proximidad de cursos de agua y el riesgo de inundaciones.

⁶⁶ Council on Sustainable Biomass Production.

⁶⁷ CSBP surgió a partir de los encuentros de empresas, organizaciones no gubernamentales, académicos, productores y agencias del gobierno de los Estados Unidos con el fin de buscar una forma de asegurar la producción sustentable de energía basada en biomasa.

las prácticas de producción mejoran significativamente las condiciones ambientales y socioeconómicas, más allá de la línea de base establecida para el primer nivel.

Para evaluar la performance ambiental en la etapa de producción de biomasa, el estándar recurre a dos enfoques: las mediciones de desempeño y la evaluación de las prácticas implementadas. Las mediciones de desempeño permiten a los participantes conocer en forma clara el resultado de las operaciones que desarrollan. Sin embargo, en algunos casos, estas mediciones pueden ser muy costosas o incluso puede resultar difícil establecer una relación causal entre las mediciones de calidad de los recursos naturales y las acciones realizadas. En estas situaciones, se utiliza la observación de las prácticas de manejo implementadas como forma de medir la performance ambiental. Tanto en lo que respecta a las mediciones de desempeño como a las prácticas de manejo, CSBP usa, en la medida de lo posible, los protocolos y herramientas desarrollados por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (Natural Resource Conservation Service) (NRCS)⁶⁸.

El primer principio es que la producción de biomasa debe basarse en un plan de manejo integrado de los recursos naturales que debe ser cumplido, implementado, monitoreado y actualizado de acuerdo a los objetivos del estándar y debe ser apropiado a la escala e intensidad de la explotación. Los participantes del programa deberán compilar y evaluar información de línea de base sobre las condiciones existentes en el área propuesta para la certificación, la cual servirá para orientar las decisiones sobre objetivos y opciones para el manejo de la tierra. En base a esta información, los participantes desarrollarán un plan de manejo específico para cada área de producción, tipo de suelo, cobertura forestal, etc., y un cronograma para su implementación. Asimismo, deberán monitorear de forma continua las prácticas de manejo de forma tal de asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

En lo que respecta a la protección de los recursos hídricos, el cuarto principio establece que la producción de biomasa y bioenergía debe mantener o mejorar la calidad de aguas superficiales, de aguas subterráneas y de los ecosistemas acuáticos. Dentro de este principio, el primer criterio es el mantenimiento o mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Los indicadores para verificar su cumplimiento dependen del nivel de certificación.

Para el primer nivel, o “Nivel de Certificación Plata”, se requiere una planificación integrada del manejo de los recursos hídricos que contemple los impactos en su calidad. El plan debe establecer las tasas de aplicación de agroquímicos en base al resultado de las mediciones de suelo y tejido vegetal, y contener una planificación del manejo de nutrientes y aplicación de pesticidas.

El tercer indicador se refiere al uso de aguas residuales para riego. El estándar permite el uso de aguas residuales para riego de forma consistente con el plan de manejo de nutrientes. Sin embargo, antes de su aplicación las aguas residuales deben ser testeadas. En caso de que se trate de aguas residuales de origen animal, deben testarse por nitrógeno, fósforo, y sólidos suspendidos totales; mientras que las aguas residuales de origen municipal deben testarse por nitrógeno, nitratos, fósforo y sólidos suspendidos totales. Por último, para las aguas residuales de origen industrial, las fuentes deben realizar un perfil químico completo que incluya metales, iones, y compuestos contaminantes orgánicos y volátiles.

En lo que respecta al uso de nitrógeno, el quinto indicador requiere que los participantes utilicen un presupuesto de nitrógeno para balancear la cantidad de esta sustancia que entra y sale de la explotación de forma tal de que un mínimo de nitrógeno residual quede en ella; o adoptar un conjunto de prácticas de conservación que incluyan el balance de nutrientes, el uso eficiente de los mismos, el manejo o tratamiento en campo, y la utilización de “zonas buffer” o de amortiguación de contaminantes.

El sexto indicador establece pautas para al uso de fósforo. En efecto, los participantes deben adoptar prácticas de conservación que incluyan el manejo de fósforo si utilizan fertilizantes (ya sean éstos orgánicos o sintéticos), lodo o estiércol. Asimismo, los participantes deben tomar las medidas

⁶⁸ El NRCS es una agencia permanente del Departamento de Agricultura (USDA) del Gobierno de los Estados Unidos a cargo de la conservación y restauración de los recursos naturales en tierras privadas, a través de programas de asistencia en la gestión y conservación del suelo, el agua, el aire, y la flora y fauna (NRCS, 2011a).

necesarias (ya sea reduciendo la aplicación o tomando medidas adicionales de mitigación) para lograr una calificación de bajo o mediano riesgo en el índice de fósforo (“*phosphorus index*”) del NRCS. Las prácticas de conservación deben incluir el balance de nutrientes, su uso eficiente, el manejo o tratamiento en campo y la utilización de “zonas buffers” o de amortiguación de contaminantes.

El séptimo indicador trata lo relativo al manejo de pesticidas. Los participantes del programa deben adoptar métodos de manejo de plagas que controlen de forma efectiva los brotes de plagas, enfermedades, fuego y la introducción de especies invasoras, a la vez que no deben producir daños a la salud humana o al medio ambiente. El manejo integral de plagas debe ser utilizado cuando sea practicable, pero en cualquier caso los métodos de manejo de plagas deben incluir: i) cuando sea posible, el uso de los productos menos tóxicos y de un espectro más limitado; ii) la aplicación de pesticidas de acuerdo a los requisitos de la etiqueta; iii) la aplicación de pesticidas de acuerdo a prácticas de conservación; iv) la provisión de equipos y el entrenamiento de los empleados y contratistas para la aplicación segura, el almacenamiento de pesticidas y la respuesta ante derrames peligrosos; y v) si se utilizan agentes de control biológico, éstos deben ser aplicados por trabajadores entrenados, quienes deben utilizar un equipo apropiado. Asimismo, se requiere que su uso sea documentado, monitoreado, y controlado estrictamente de acuerdo con las leyes nacionales y estatales y los protocolos científicos internacionalmente aceptados.

El octavo indicador requiere la adopción de medidas de mitigación por el uso de pesticidas cuando los índices de riesgo son intermedios o altos de acuerdo a la base de datos del NRCS (NRCS, 2011b). Esta base de datos funciona como una herramienta para la evaluación del riesgo ambiental de los pesticidas, incluyendo su potencial para afectar el agua o erosionar el suelo.

El noveno indicador se refiere a la disposición final de productos químicos utilizados para la agricultura, sus contenedores y residuos líquidos o sólidos no-orgánicos, la que debe ser realizada fuera de la explotación y de acuerdo con las normas federales y estatales.

Para el segundo nivel, o “Nivel de Certificación Oro”, se requiere la adopción de prácticas de manejo más rigurosas que las prácticas de conservación antes mencionadas, y los participantes deben poder demostrar que sus prácticas mejoran la calidad de aguas superficiales o subterráneas. Sin embargo, en caso de que las aguas adyacentes cumplan con los estándares de calidad relacionados con la producción agropecuaria, los participantes estarán exentos de cumplir con este requisito adicional. En lo que respecta al uso de pesticidas, los participantes deben alcanzar un puntaje de bajo riesgo en la base de datos del NRCS, y deben adoptar un programa de manejo integral de plagas como parte integral del plan de manejo, incluyendo prevención, y control biológico en lugar de utilizar pesticidas químicos, siempre que sea posible. Por último, los participantes deben utilizar agricultura de precisión u otros métodos equivalentes, apropiados para la escala de la explotación, para reducir su huella ambiental.

En cuanto a la cantidad de agua, el primer nivel, o “Nivel de Certificación Plata”, requiere que el riego y el manejo del agua no agote los recursos disponibles. Como primer indicador del cumplimiento de este criterio, los participantes deberán proporcionar documentación anual que acredite el cumplimiento y actualización del plan de manejo de agua, el que deberá asegurar su uso eficiente en las prácticas de riego. Este plan deberá incluir: i) una estrategia para maximizar la eficiencia en el sistema de riego y reducir el uso de agua cuando esto sea posible; ii) la reutilización de aguas residuales cuando esto sea posible; y iii) la adopción de prácticas de conservación relacionadas con el manejo de agua.

Como segundo indicador, los participantes deberán demostrar el cumplimiento de las normas locales. El tercer indicador se refiere a la prevención del agotamiento del recurso y requiere que en aquellas áreas donde la autoridad local del agua determine que las aguas superficiales o subterráneas están siendo consumidas con una velocidad mayor a aquella con la que naturalmente se reponen, los participantes del programa adquieran permisos existentes para cualquier riego adicional, en lugar de solicitar nuevos permisos, lo que implicaría un aumento de la tasa de agotamiento.

El cuarto indicador es que los participantes del programa tengan derechos de uso de agua legalmente válidos antes de hacer uso de ésta para riego. Asimismo, el sexto indicador se refiere al

máximo uso de agua por unidad de superficie. Los participantes deben medir el uso del agua de una forma tal que permita calcular la cantidad de agua aplicada por unidad de superficie cultivada y asegure que ésta sea consistente con las tasas de uso del agua de la tecnología de riego más eficiente disponible. En aquellos casos en los cuales las circunstancias específicas requieran el uso de otras tecnologías de riego, los participantes deberán demostrar que el agua es utilizada de la forma más eficiente posible, dadas las circunstancias. Asimismo, en su evaluación de los métodos alternativos de riego, los auditores deberán considerar los niveles de aguas subterráneas, el tipo del suelo, la topografía, los permisos existentes, las fuentes de agua, el uso de agua reciclada, el uso de riego para llevar fertilizantes y pesticidas y otros factores relevantes.

Quienes deseen acreditar el segundo nivel, o “Nivel de Certificación Oro”, deberán demostrar que han logrado una reducción neta en el uso del agua, ya sea en la operación o dentro del distrito de riego, y que el agua que no es utilizada se devuelve al medio ambiente de acuerdo a las normas y procedimientos legales.

Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sustentables (RSB)⁶⁹

RSB es una iniciativa internacional coordinada por la Escuela Politécnica Federal de Lausana (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) (EPFL) en Suiza que reúne a productores, empresas, organizaciones no gubernamentales y gobiernos, y agencias intergubernamentales con el objetivo de asegurar la producción y procesamiento sustentable de biocombustibles⁷⁰.

A través de un proceso colaborativo, del que participaron distintas partes interesadas, RSB creó un estándar para la producción sustentable de biocombustibles que incluye criterios para cada etapa del proceso de producción (producción de biomasa, procesamiento, producción de biocombustibles y mezcla) (RSB, 2010b). La primera solicitud de certificación bajo este estándar fue recibida por RSB en agosto de 2011.

El estándar se organiza alrededor de doce principios, que a su vez se subdividen en criterios e indicadores que serán medidos por los auditores durante el proceso de certificación. El segundo principio establece que la producción de biomasa, su procesamiento y la producción de biocombustibles de forma sustentable deben ser planificadas, implementadas y mejoradas de forma continua, a través de: i) una evaluación de su impacto abierta, transparente y participativa; ii) el manejo de procesos; y iii) el análisis de su viabilidad económica.

El primer criterio requiere que los productores de biomasa, sus procesadores, y los productores de biocombustibles lleven a cabo un estudio de impacto que analice los efectos y riesgos de sus actividades y aseguren su sustentabilidad a través del desarrollo de planes efectivos y eficientes de implementación, mitigación, monitoreo y evaluación. En este sentido, para el cumplimiento del criterio se requiere una revisión de todas las operaciones existentes y nuevas, cualquiera sea su tamaño, para determinar si es necesario realizar una evaluación del impacto social y ambiental o una evaluación de impacto social y ambiental rápida. Asimismo, se requiere un plan de manejo ambiental y social para la producción y procesamiento de biomasa, y para la producción de biocombustibles, que deberá asegurar el cumplimiento de los principios y criterios establecidos por el estándar.

El séptimo principio se refiere a las prácticas de conservación y requiere evitar impactos en la biodiversidad, los ecosistemas y el valor de conservación. Para ello, los participantes deben mantener o mejorar las funciones y servicios de los ecosistemas que son directamente afectados por la producción de biocombustibles, entre los que se encuentra la regulación de la cantidad y calidad del agua.

Asimismo, el tercer criterio se refiere a la protección, restauración o creación de “zonas buffers” o de amortiguación de contaminantes para evitar los impactos negativos (por ejemplo, el

⁶⁹ Roundtable on Sustainable Biofuel.

⁷⁰ El gobierno de RTRS está en manos de un consejo de administración formado por representantes de las siete cámaras que agrupan a las partes interesadas (RSB, 2010c).

escurrimiento) en las áreas continuas a la zona de operación. El tamaño, distribución y calidad de estas zonas dependerá del tipo de áreas que separan y del tipo de actividad (RSB, 2010a). Si a nivel nacional no existieran pautas sobre el tamaño y características de estas zonas, los participantes deberán recurrir a pautas internacionales, como las de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

El noveno principio hace referencia más específicamente al uso del agua durante la producción de biomasa, su procesamiento y la producción de biocombustibles, y establece que las operaciones deben mantener o mejorar la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas y respetar los derechos existentes sean estos formales o consuetudinarios.

El primer criterio dentro de este principio es el respeto de los derechos de uso de agua de las comunidades locales e indígenas. Como requisitos mínimos para el cumplimiento del criterio se requiere que no se utilice agua para la producción de biocombustibles a expensas del uso por parte de las comunidades locales que utilizan esos recursos para su subsistencia. Asimismo, quienes participen del proceso de certificación deberán evaluar los potenciales impactos de sus actividades en la disponibilidad de agua para la comunidad local y los ecosistemas, y mitigar cualquier impacto negativo. En caso de que los derechos de uso de agua se encuentren en disputa, no podrán aprovecharse para la producción de biocombustibles hasta que dicha disputa haya sido solucionada a través de la negociación de un acuerdo con las partes interesadas que podrían verse afectadas, obteniendo su consentimiento previo e informado.

Asimismo, cuando como resultado del proceso de revisión requerido por el segundo principio, resulte necesario llevar a cabo una evaluación del agua, los participantes deberán: i) identificar a los usuarios aguas abajo y a los usuarios de aguas subterráneas; ii) evaluar y documentar los potenciales impactos de sus operaciones en los derechos de uso de agua existentes (tanto legales como consuetudinarios); iii) respetar y proteger todos los derechos de uso existentes a través de un plan de manejo ambiental y social de forma tal de prevenir la violación de dichos derechos; y iv) obtener el consentimiento libre e informado de las partes afectadas ante cualquier modificación de los derechos existentes.

El segundo criterio es que la producción de biocombustibles incluya un plan de manejo del agua, cuyo objetivo sea su utilización de forma eficiente y el mantenimiento o mejora de la calidad de los recursos hídricos que son utilizados en el proceso. Los requisitos mínimos para el cumplimiento de este criterio incluyen la implementación de un plan de manejo del agua y su integración en el plan de manejo ambiental y social.

El plan de manejo del agua debe: i) identificar todas las etapas del proceso productivo en las que el agua es extraída o descargada y el potencial escurrimiento durante la operación, con una descripción de las técnicas utilizadas para la extracción, transporte y descarga del agua y los momentos más críticos en los que ocurren estas actividades; ii) incluir una estimación del volumen de agua recibido del sistema de provisión público o extraído de la napa freática durante la cadena de producción e identificar las fuentes de extracción; iii) incluir una estimación de la naturaleza y volumen del potencial escurrimiento a través de la cadena de producción y los compartimientos naturales (suelo, napas freáticas, cursos de agua, etc.) o colectores que afecte dichos escurrimientos; y iv) medidas para reducir el consumo y la contaminación del agua en los puntos más críticos (RSB, 2010a). Sin embargo, se prevé la posibilidad de adaptarlo a la escala e intensidad de la operación, permitiendo que los pequeños operadores sólo cumplan con requisitos i) y iv)⁷¹.

⁷¹ Se considera “pequeño productor de biocombustible” a quien procesa una cantidad de biomasa menor o igual a 10 mil toneladas al año. Se define como “pequeño procesador de biomasa” a aquel que procesa una cantidad total de biomasa, ya sea para la producción de biocombustibles u otros usos, menor o igual a 50 mil toneladas al año. Por otra parte, “pequeño productor de biomasa” es quien tiene un área total destinada a la producción de productos agrícolas, ya sea para la producción de biocombustibles o para otro uso, menor o igual a 75 hectáreas.

Asimismo, el plan de manejo del agua debe ser consistente con las condiciones de precipitación del lugar y cualquier otro plan de manejo local o regional existente, e incluir a las áreas vecinas que recibirán las aguas escurridas. Debe estar disponible para el público y se debe monitorear anualmente su efectividad. Como requisito de progreso, deberán establecerse pasos a seguir para la reutilización y el reciclado de aguas usadas, que resulten apropiados a la escala y la intensidad de la operación.

El tercer criterio es que los procesos de producción no contribuyan al agotamiento de los recursos hídricos, ya sean estos superficiales o subterráneos, más allá de su capacidad de renovación. Como requisitos mínimos para el cumplimiento del criterio se requiere que no se extraiga agua para la producción de biocombustibles más allá de la capacidad de renovación de los reservorios, cursos de agua o napas freáticas. En áreas bajo estrés hídrico, no podrán utilizarse variedades que requieran riego o sistemas que realicen un uso intensivo de agua dulce, si no se implementan buenas prácticas o un proceso adecuado de mitigación que no contradiga otros requisitos del estándar y que asegure que los niveles de agua se mantengan estables. Asimismo, los participantes no deberán extraer agua de cursos de agua naturales en la medida en que esta práctica modifique el curso de agua o el equilibrio físico, químico o biológico existente con anterioridad al comienzo de las operaciones.

Como requisitos de progreso se requiere que los participantes demuestren un compromiso con el mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua a través de la implementación de prácticas de su ahorro (como por ejemplo, la captación y acumulación de agua de lluvia).

El cuarto y último criterio es que los participantes contribuyan al mantenimiento y mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, incluyendo los humedales. Dentro de los requisitos mínimos para el cumplimiento de este criterio se incluye que las actividades destinadas a la producción de biocombustibles no ocurran en un área crítica para la recarga del acuífero, sin una autorización específica de las autoridades competentes. Asimismo, los participantes deberán implementar las mejores prácticas disponibles con el objetivo de mantener o mejorar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas que son utilizadas para la producción de biocombustibles, hasta alcanzar un nivel óptimo para los sistemas locales, tanto en lo que se refiere a la provisión de agua, como al funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios por parte de ellos.

Los participantes deberán, asimismo, tomar precauciones para contener los efluentes y evitar los escurrimientos y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por agentes químicos o biológicos, y establecer zonas que sirvan para amortiguación entre el lugar donde se realizan las operaciones y los recursos de aguas superficiales o subterráneas.

Asimismo, como requisito de progreso, se requiere que las operaciones existentes reviertan la degradación de los recursos hídricos ocurrida con anterioridad a la certificación y por la cual ellos son directamente responsables. En igual sentido, siempre que sea aplicable, los participantes (con exclusión de los pequeños operadores) deben participar en proyectos que mejoren la calidad del agua en la cuenca. Por último, las aguas residuales o escurridas que contengan sustancias orgánicas y minerales potencialmente contaminantes deben ser tratadas o recicladas para prevenir cualquier impacto negativo en seres humanos, vida silvestre, el agua y el suelo.

El onceavo principio se refiere al uso de tecnología, materias primas y al manejo de residuos y requiere que las tecnologías utilizadas en la producción de biocombustibles minimicen el riesgo de daños al medio ambiente y a las personas, y mejoren su performance ambiental o social en el largo plazo. Dicha mejora incluye la disminución en el consumo del agua y el uso de productos químicos como fertilizantes y pesticidas, en comparación con las prácticas comunes en el contexto local (RSB, 2010a).