

Escenario B1 del cambio climático: análisis desde sus posibilidades y retos

MARGARITA MA. PÉREZ OSORNO* / GLORIA Y. FLÓREZ YÉPES**

FECHA DE RECEPCIÓN: 29/03/2015; FECHA DE APROBACIÓN: 29/06/2015

RESUMEN: Este artículo hace parte de una reflexión sobre los diferentes escenarios del cambio climático planteados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. El Grupo de Trabajo III del panel intergubernamental planteó algunos escenarios sobre el cambio climático entre 1990 y 1992, escenarios que fueron evaluados en 1995 y que debido a los cambios que se venían registrando fue necesario modificarlos, con lo que se obtuvo un nuevo grupo de escenarios en 1996; en este sentido, se analiza concretamente el **escenario B1**, en el cual se plantea un *mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente*, como en la línea evolutiva A1, pero con *rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos*. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima. De esta manera el artículo inicia con una descripción de lo que propone el escenario y a que hace referencia, continuando con el análisis de las variables que incorpora el escenario y finalizando con unas conclusiones acerca del análisis propuesto.

PALABRAS CLAVE:

- cambio climático
- población mundial
- agricultura
- industria,
- servicios e información
- tecnologías limpias

BI scenario of climate change: analysis from your chances and challenges

ABSTRACT: This article is part of a reflection on the different climate change scenarios presented by the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Working Group III of the Intergovernmental Panel raised a few scenarios on climate change between 1990 and 1992, scenarios that were evaluated in 1995 and due to the changes that were being recorded was necessary to modify, bringing a new set of scenarios in 1996; in this regard, it is analyzed the B1 scenario specifically, which poses a convergent world with the same global population that peaks in mid-century and then descends, as in the A1 storyline, but with rapid change of structures economic oriented economy and information services, accompanied by a less intensive use of materials and the introduction of clean technologies for efficient use of resources. The emphasis is on the global solutions aimed at economic, social and environmental sustainability, as well as greater equality, but in the absence of additional initiatives related to climate. Thus, the article begins with a description of what the scenario proposed and referred, continuing the analysis of the variables that incorporates the stage and ending with conclusions about the proposed analysis.

KEYWORDS:

- climate change
- global population
- agriculture
- industry
- services and information
- clean technologies

* Universidad de Antioquia, Colombia.

** Universidad de Manizales, Colombia.

Mundo convergente, misma población mundial. Alcanza su punto máximo a mitad de siglo y disminuye posteriormente

Para un crecimiento poblacional que indica que la población mundial es la misma y que alcanza su punto máximo a mitad del siglo y disminuye posteriormente, el documento de expertos sobre cambio climático y basados en proyecciones realizadas por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA), indica para el **escenario B1** un aumento de 8 700 millones de personas hasta el 2050 y disminuye a 7 000 millones en el período hasta 2100, combinando de ese modo una baja fertilidad con una baja mortalidad, convirtiéndose en uno de los escenarios que menor población tendrá.¹

El hecho de ser uno de los escenarios (junto con el A1) en el que la población proyectada para 2100 es menor que en los demás, genera en una relación directamente proporcional menos cantidades de contaminantes, entre ellos, los gases de efecto invernadero (GEI), es así como las emisiones de metano y de óxido nitroso por uso de tierras son menores en este escenario atribuible al decrecimiento de la población. También supone, comparado con otros escenarios, menor cantidad de emisiones de CO₂, alcanzando su máximo en el 2040 y descendiendo paulatinamente hasta el 2100. En megatoneladas de metano por año también es el menor, alcanzando un pico en el 2030 y descendiendo hasta el 2010.²

En la Tabla 1, se evidencia cómo las proyecciones en las cantidades de GEI entre 1990 y 2100 son menores en el **escenario B1**, asunto relacionado, como ya se mencionó, con la menor proporción de población.

Cabe mencionar que las proyecciones de las cantidades anteriores, también podrían explicarse porque los escenarios B1 y B2 son los que arrojan al final el mayor aumento de la extensión forestal de aquí a 2100, entendiéndose que se pueden comportar como sumideros de CO₂.

Retomando las características descritas del **escenario B1** y revisando los datos del análisis para este artículo, valdría la pena pensar en aquellas alternativas que contribuyan a mantener menores niveles de GEI, porque aunque es un escenario que plantea una baja tasa de crecimiento poblacional, el número de personas que habrá año a año ejercerán fuertes presiones medioambientales.

En términos generales la *agricultura* es un punto importante dentro de este análisis, pues en torno a esta deben considerarse varios asuntos como: la selección de una fuente de agua segura para el riego de los cultivos, la pluviosidad en términos de los requerimientos de agua del cultivo, el área necesaria para sembrar los cultivos del biocombustible y los cultivos de consumo. Adicionalmente otras actividades también están intrínsecamente relacionadas con la producción de GEI como la presencia de actividad ganadera en cuyo proceso digestivo se genera metano.

Tabla 1
Indicadores de proyecciones de GEI por escenarios

GEI	Año	Escenario A1F1	Escenario A2	Escenario B1	Escenario B2
Dióxido de carbono, combustibles de origen fósil (GtC/año)	2020	11,2	11,0	10,0	9,0
	2050	23,1	16,5	11,7	11,2
	2100	30,3	28,9	5,2	13,8
Dióxido de carbono acumulativo, combustibles de origen fósil (GtC)	1990-2100	2128	1773	989	1160
Dióxido de carbono acumulativo, uso de la tierra (GtC)	1990-2100	61	89	-6	4
Dióxido de carbono acumulativo, total (GtC)	1990-2100	2189	1862	983	1164
Dióxido de azufre (MtS/año)	2100	40	60	25	48
Metano (MtCH /año)	2020	416	424	377	384

Fuente: Informe Especial del IPCC. Escenarios de emisiones, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

¹ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Informe Especial del IPCC. Escenarios de emisiones, OMM, PNUMA, 2000.

² Op. cit.

Desde el uso de tierras para alimentación

Entre más extensa es el área para sembrar alimentos, mayor será el uso de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados, por lo tanto mayor sería la cantidad de óxido nítrico que se emitiría a la atmósfera. Entre mayor sea el área requerida para los cultivos también será mayor el aporte de GEI no solo por los fertilizantes nitrogenados sino por las actividades indirectas de apoyo a la agricultura que resultan embebidas en otros sectores. De manera más concreta, un informe de Ecologistas en Acción argumenta que el 14% de GEI que aporta la agricultura bien podría aumentar a un 30% si se consideraran: la energía gastada en la fabricación de fertilizantes, en la producción y utilización de maquinaria agrícola, y en el transporte de insumos y cosechas que se incluyen en los apartados de industria, energía y transporte.³

Cultivos como el arroz y el maíz son de gran conveniencia para el **escenario B1** pues pertenecen al grupo de cultivos con mayor rendimiento en kg/ha, comparado por ejemplo con la cebada que tiene menores rendimientos,⁴ por lo cual requieren menor cantidad de área para su cultivo. Sin embargo, y aun a pesar de esta ventaja, el maíz es uno de los cultivos que mas fertilizantes nitrogenados requiere porque solo absorbe una pequeña cantidad de nitrógeno comparado con lo que se le aplica.⁵ Respecto a los árboles frutales no podría decirse con exactitud cuál sería el más conveniente para el **escenario B1**, los cítricos por ejemplo necesitan entre 40 a 280 litros de agua diariamente.⁶ Considerando esta cantidad de agua y el hecho de que algunos cítricos pueden alcanzar una población en promedio de 200 a 300 plantas por hectárea, también podría ser importante la cantidad de vapor de agua que se emite a la atmósfera aumentando la cantidad de GEI.

Adicionalmente los cítricos en orden de importancia requieren Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Magnesio, Calcio, Zinc, Boro, Azufre, Hierro, Manganeso, Cobre y Molibdeno. Además de la relación directa de estos abonos con los GEI, también se identifican alteraciones en general al medio ambiente como la variación del pH en el suelo y la eutrofización de las aguas en el caso de los abonos fosfatados, salinización de suelos producida por el aporte de impurezas en el caso de los abonos potásicos y efectos tóxicos y acidificantes del SO₂ sobre las plantas en el caso del azufre.⁷

Con el propósito de ejemplificar podemos referir el caso de Argentina, donde el cloruro de potasio (destinado casi en su totalidad como fertilizante) representa hoy un conflicto socio-ambiental en las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro, la Pampa y Buenos Aires. Específicamente en el departamento de Malargüe, provincia de Mendoza, se inició en el año 2012 la construcción de una planta para extraer

cloruro de potasio, proceso que fue suspendido por los impactos, la contaminación y las cantidades de energía requeridas, de acuerdo con ambientalistas de la región.⁸ Solo por mencionar algunos impactos, se describen los relacionados con la contribución de GEI: construcción de infraestructura ferroviaria para el transporte del cloruro de potasio (maquinaria, combustible, fundición de material, adecuación de vías); la extracción del cloruro de potasio se realiza perforando pozos y adicionando agua caliente (proceso que requiere grandes cantidades de agua, gas y energía eléctrica); para el funcionamiento de la planta se requiere un millón de metros cúbicos de gas por día, cantidad equivalente al consumo de la provincia de Mendoza; adicionalmente se proyecta la construcción de una planta generadora de energía solo para que la planta funcione.

Desde el uso de tierras para producción de biocombustibles

Retomando el asunto de la “ventaja” ambiental en términos de la población y la tasa de crecimiento poblacional que plantea el **escenario B1**, podría pensarse que a menos población, menos requerimientos energéticos y

³ *Ecologistas en Acción* (sitio web), “Agricultura y cambio climático”, en Madrid, España, Diciembre de 2010, consulta: 27 de abril de 2015, <http://www.ecologistasenaccion.org/articulo19945.html>

⁴ Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, “Indicadores Cerealistas”, en *Fenalce.org* (sitio web), Cundinamarca, Colombia, 2013, consulta: 27 de abril de 2015, http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/Indice_Cerealista_2013A.pdf

⁵ *Food News* (sitio web), “Fertilizantes nitrógenos para mejorar la eficiencia de las plantas”, en Miami, Florida, 05 de Junio de 2014, consulta: 27 de Agosto de 2014, http://www.foodnewslatam.com/articulos/fertilizantes-nitr%C3%B3genos-para-mejorar-la-eficiencia-de-las-plantas_005366

⁶ FINAGRO, “Los cítricos en el mundo” en *Finagro* (sitio web), Bogotá, Colombia, 27 de Agosto de 2014, consulta: 27 de Agosto de 2014, http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.finagro.com.co%2Fsite%2Fdefault%2Ffiles%2Fnode%2Finfo_sect%2Fimage%2Fcitricos_0.docx&ei=nFv-U8fYNNLBggSxq4HACw&usq=AFQjCNEhFOWb1T XRtlw8WmZaGBed3q6wOw&sig

⁷ *Ingeniero Ambiental* (sitio web), “Agrosustentable: Tema Fertilizantes”, 27 de Agosto de 2014, consulta: 27 de Agosto de 2014, de <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=687>

⁸ *Sustentar* (sitio web), “Cloruro de potasio, otro gran problema para el medio ambiente”, Argentina, 14 de Agosto de 2014, consulta: 14 de Agosto de 2014, <http://www.sustentartv.com.ar/cloruro-de-potasio-otro-gran-problema-para-el-medio-ambiente/>

menor producción de biocombustibles para el reemplazo de energía de origen fósil. Sin embargo, como ya se mencionaba, aunque la población será menor comparada con la de los demás escenarios del cambio climático, un número considerable de habitantes seguirá demandando bienes y servicios.

Aunque el **escenario B1** plantea algunas tendencias que fortalecen la ventaja poblacional, como: cambios hacia economías de servicios y de información; utilización menos intensiva de materiales e introducción de tecnologías limpias con aprovechamiento eficaz de recursos; la preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental y a una mayor igualdad; no puede desconocerse el debate actual sobre los biocombustibles en donde se plantean interrogantes como la competencia entre los biocombustibles y la alimentación para humanos y animales, el alza en los precios de los alimentos por la alta demanda de cultivos con fines de agronegocios y mayor utilización de energía de origen fósil para generar energía a partir de los biocombustibles.

Los cultivos para generar biocombustible, al igual que los cultivos que consumen las personas, también requieren fertilizantes para crecer y para obtener mejores productos en términos económicos, más cuando éstos generalmente son sembrados bajo la modalidad de monocultivo y sin ningún tipo de rotación. Retomando el caso de la planta de cloruro de potasio en Argentina (uno de los mayores productores de soya con fines de agronegocio), ésta ha reportado el uso de grandes cantidades de potasio porque mejora el rendimiento de este cultivo. La soya además es uno de los cultivos con menores rendimientos por hectárea

(3 t), pero de considerable rendimiento en la generación de biocombustible (200 litros/t). El hecho de que solo se produzcan 3 toneladas en una hectárea implica sembrar más soya y usar más potasio para mejorar su rendimiento.

No es gratuito entonces que a la par que se extienden las fronteras de los cultivos con fines de biocombustible también se abran fábricas, industrias y plantas para la obtención de fertilizantes, tocando asuntos que se convierten en objeto de estudio de la ecología política, como lo muestra claramente el caso de la planta de cloruro de potasio ya mencionada:⁹

El proyecto de Potasio Río Colorado va a generar el fertilizante destinado a los agronegocios brasileiros que aportará aún más en la deforestación del Amazonas. La ecuación es perversa: se construye una megaplanta que consume cantidades de agua y energía abismales, que puede tener consecuencias ambientales muy graves, para producir un fertilizante que será utilizado para seguir profundizando el monocultivo sojero que desaloja campesinos y pueblos originarios, contamina con sus agrotóxicos, provoca desmontes, deteriora el suelo y concentra cada vez más la producción.

Como lo evidencia la revisión de la literatura, no sólo la soya requiere fertilizantes, otros cultivos que se utilizan para producir biocombustible también los requieren. Es así que la palma,¹⁰ el algodón, el maíz, la remolacha, el trigo,¹¹ la higuera¹² y la yuca¹³ en mayor o menor proporción requieren fertilizantes nitrogenados para mejorar sus niveles de rendimiento, con las mencionadas consecuencias ambientales que esto puede generar. Las algas, que también hacen parte de los cultivos para generar biocombustible, antes que requerir fertilizantes nitrogenados, son en sí un fertilizante que proporciona nitrógeno de forma orgánica a otros cultivos con todos los beneficios ambientales que puede acarrear, como mejorar el suelo, vigorizar las plantas, liberar más lentamente el nitrógeno, acondicionar suelos, contribuir a la retención de humedad y proporcionar oligoelementos.¹⁴

Lo anterior lleva a pensar que para sostener las ventajas comparativas del **escenario B1** respecto a los demás escenarios en cuanto a las emisiones de GEI, podría pensarse en las algas como una alternativa orientada a la fertilización orgánica de otros cultivos, incluso más que una alternativa energética.

Los biocombustibles y los diferentes asuntos que estos involucran plantean serias dudas acerca de si es el camino que se debe seguir para reemplazar los combustibles provenientes de fuentes fósiles. De cara al análisis que se intenta realizar teniendo en cuenta las características del **escenario B1** del cambio climático, se exponen las respuestas a algunas preguntas que dan cuenta del debate actual:

⁹ *Sustentar, op. cit.*

¹⁰ N.G. Patrick, P.S. Chew, K.J. Goh y K.K. Kee, "Requisitos de nutrientes y la sostenibilidad en palmas de aceite maduras - Una evaluación", *Revista Palmas* 20, no. 4, Bogotá, Colombia, 1999, pp. 19-27.

¹¹ Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Los fertilizantes y su uso*, Roma, 2002.

¹² Daniel E. Rodríguez y Juan S. Duque, "Plan de negocios para el cultivo de higuera, estudio de caso municipio de Balboa (Risaralda)" (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2010).

¹³ Luis F. Cadavid López, "Suelo y Fertilización para la Yuca", *AgriFood-Gateway Horticulture International*, Department of Horticultural Science, Raleigh NC, Estados Unidos, consulta: 14 agosto, 2014, <http://hortintl.cals.ncsu.edu/es/articles/suelo-y-fertilizacion-para-la-yuca>

¹⁴ *QuimiNet* (sitio web), "Incremento los rendimientos y la calidad de la cosecha", consulta: 28 agosto, 2014, <http://www.quiminet.com/articulos/incremento-los-rendimientos-y-la-calidad-de-la-cosecha-3558177.htm>

¿Las mezclas de biocombustible con combustibles de origen fósil exigidas por las legislaciones de algunos países latinoamericanos, justifican la producción en masa de biocombustibles?

Argentina solo ostenta el 7%¹⁵ (InfoLeg, 2013), Colombia el 10% (Ministerio de Mina y Energía, 2011), Perú entre un 2% y un 7.8% (ACSC, 2009), Chile entre un 2% y un 5% (Diario Oficial de la República de Chile, 2008), Brasil entre un 3% y un 5% (NextFuel, 2009), Uruguay 5% (G. y Lorenzi) y Paraguay 1% (NextFuel, 2010).

De acuerdo a estas cifras, la respuesta es sí bajo la perspectiva del crecimiento económico de algunas empresas multinacionales que han respondido al incentivo a la producción de biocombustibles, pero bajo el desarrollo económico y una sustentabilidad ambiental y social la respuesta es no. Parece evidente que con estos porcentajes tan bajos se trata de favorecer más a intereses particulares y no de pensar en los biocombustibles como una verdadera alternativa.

¿Cuál es la reducción real de los gases de efecto invernadero (GEI), a partir de la incorporación de los biocombustibles en reemplazo de los combustibles de origen fósil?

Para el cultivo de grandes extensiones de alimentos que serán la materia prima de los biocombustibles, se están deforestando grandes áreas de bosques en lugares de estratégica importancia ecológica como la selva amazónica peruana, brasilera y ecuatoriana, malasia e indonesia.¹⁶ Las selvas y los bosques son importantes sumideros de dióxido de carbono, y si estas son arrasadas para cultivos energéticos se cuestionaría una reducción real de GEI.

Algunos de los cultivos para producción de biocombustibles requieren grandes cantidades de agua para su crecimiento, agua que en muchos lugares ya es escaza y somete a los diferentes territorios a un mayor estrés hídrico. Cinco de los cultivos para la producción de biocombustible que más comprometen el recurso hídrico en sus usos directos e indirectos a través de la huella hídrica son la jatropha, el sorgo, la soya, el trigo y el arroz, situación que tendría que considerarse en aquellos territorios donde el agua es escaza. ¿Qué contribución a la disminución de GEI podría darse bajo estas circunstancias, considerando que podría generarse más vapor de agua, uno de los mayores GEI? ¿Sería posible que en estas zonas con estrés hídrico, el mecanismo causante sea el aumento de la radiación solar que a su vez podría incrementar el vapor de agua que se emita a la atmosfera?

Recientemente asistimos al deplorable espectáculo de la muerte de grandes cantidades de animales en la Orinoquía Colombiana, específicamente en el Depar-

tamento del Casanare. Las entidades ambientales del nivel nacional argumentaron que el cambio climático había ocasionado esta situación, y aunque aparentemente es la causa, es realmente la consecuencia de algunas actividades que se adelantan en la zona. Carmenza Castiblanco,¹⁷ investigadora del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional, sede Bogotá, informa de una serie de afectaciones en Casanare y Meta por la producción de biocombustibles y que al aplicar una lógica simple se entendería porqué tantos animales murieron de sed.

El primero tiene que ver con el retiro de agua de los ríos, lagos, lagunas y ciénagas para el riego de las palmas:

- Reduce los caudales y llega en ocasiones a hacer desaparecer los cuerpos de agua en temporadas secas.
- Las desviaciones de cauces de los ríos, las construcciones de represas y otras infraestructuras destinadas a retirar agua para fines agrícolas causan alteraciones muy graves a la estructura hidrológica y, con ello, a los ciclos reproductivos y migratorios de especies.
- Los cambios en la estructura hidrológica afectan los patrones de sedimentación y de inundación, lo que causa importantes impactos en la diversidad biológica y en el bienestar humano.

La intención que persigue la introducción de biocombustibles es la reducción de GEI, partiendo del principio de que de los biocombustibles implican una combustión más limpia, craso error cuando se miden las emisiones de los GEI solo por la combustión y no se consideran todas las emisiones que se generan en el proceso de los biocombustibles como: la maquinaria usada para la tala de árboles, la adecuación de los terrenos, el proceso de siembra de los cultivos, la fertilización de los terrenos, la extracción de la cosecha, el transporte de la cosecha a los sitios de procesamiento, el procesamiento del material, la

¹⁵ Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, *InfoLeg*, consulta: 28 agosto, 2014, <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/218395/norma.htm>

¹⁶ “Biocombustibles en Perú: elementos en juego”, *Youtube* <https://www.upv.es/entidades/ADE/infoweb/fade/info/U0655397.pdf>, Consulta: 28 de agosto de 2014.

¹⁷ Milton J. Crosby, “Se agudizarán conflictos por uso del agua para cultivos de palma”, *Agencia de Noticias UN*, 17 septiembre, Colombia, 2013.

obtención de los diferentes subproductos, la distribución de los subproductos, entre otros aspectos. Nuevamente esta situación plantea una ecuación perversa: producción de biocombustible que usa grandes cantidades de energía y que genera GEI para reemplazar energías fósiles que generan GEI.

¿Cuál es el argumento real que hace que Latinoamérica se esté volcando a la masificación de producción de biocombustibles?

Una de las razones fundamentales para que Latinoamérica se esté volcando hacia la producción masificada de biocombustibles es nuevamente un objeto que puede ser explicado desde la compleja ecología política.

Los Estados Unidos de América, es uno de los países que más consume petróleo, en total importa el 65% desde Angola, Venezuela, Irak y Kuwait. La curva de producción de petróleo en ese país a partir de 1995 fue menor que la curva de importaciones netas y mucho menor que el consumo de barriles por día. Lo anterior ha hecho que inclusive el país cuente con una ley denominada Ley de Seguridad e Independencia Energética 2007 (EISA) que exige mandatos en la producción de biodiesel convencional, no celulósico, de biomasa y celulósico de manera progresiva hasta generar 35 millones de galones en el año 2022.¹⁸

Acudiendo a costumbres ya viejas, estos países del primer mundo, y que tienen grandes influencias sobre organismos internacionales, terminan imponiendo condiciones por ejemplo para los préstamos del Banco Mundial a los países tercermundistas. A cambio de estos préstamos terminan cediendo y recibiendo problemas como desechos agrotóxicos, plaguicidas que ya no se usan, y “alternativas de negocio” como la producción de biocombustible. En el caso de Estados Unidos, que ya tiene sus recursos naturales suficientemente agotados, que depende de otros países para satisfacer sus demandas energéticas, que tiene que pagar precios cada vez más elevados por el petróleo, que su seguridad nacional se puede ver comprometida por esta dependencia y en nombre de eso ha intervenido de manera arbitraria en

diferentes conflictos internacionales; incentiva agronegocios en países de Latinoamérica como Brasil y Argentina para que estos asuman las consecuencias desfavorables sociales, ambientales y económicas por ingresos que nunca alcanzan a justificarlas.

Un asunto más perverso es que, algunos países latinoamericanos como el Perú¹⁹ por ejemplo, no alcanza a tener la materia prima (cultivo para biocombustible), bien sea para satisfacer la demanda interna que le permita cumplir con las reglamentaciones de mezclas o para intentar competir en el mercado de los biocombustibles, generando la obligatoriedad de importar materia prima.

Desde la industria

Desde las características que plantea el **escenario B1**, se debe pensar en aquellas industrias que por sus características ofrezcan posibilidades de conservar las ventajas del escenario como la menor proyección de población y la menor proporción de GEI comparado con los demás escenarios.

En ese sentido, podría decirse que las industrias menos perjudiciales desde la huella hídrica total (cantidad de agua directa o indirecta para la producción del bien o servicio) serían, en su orden: curtiembres (5 lt de agua/1kg de producto), los hidrocarburos (8 lt de agua/1kg de producto), fundición y afines (10 lt de agua/1kg de producto) y; los más perjudiciales: industria papelera (180 lt de agua/1kg de producto), textiles (150 lt de agua/1kg de producto) y productos químicos (100 lt de agua/1kg de producto).²⁰

En términos generales y observando el asunto de manera integral, también deben considerarse asuntos como los requerimientos energéticos de las diferentes empresas (indicando un mayor porcentaje de emisiones de GEI) que generan una mayor cantidad de desechos, las que generan mayor cantidad de aguas residuales y de peores calidades, para las que no existan tecnologías desarrolladas que reduzcan los impactos ambientales que generan, las que mayor posibilidades tengan de generar problemas de salud pública en la población aledaña y las que pocos beneficios en el orden de lo social reporten.

El metano que es también un GEI, en el relleno sanitario estaría directamente relacionado con la cantidad de basura y la composición de esta, y que en el **escenario B1**, donde hay menos personas, se esperaría que fuera una ventaja. Esto implica revisar qué tipo de industria genera menos producción de residuos sólidos y más si se tiene en cuenta que aunque el camino del aprovechamiento de residuos sólidos está indicado, pocas son las estrategias que finalmente se materializan.

En conclusión, un panorama ideal que acompañe las bondades contenidas en el **escenario B1** podría rescatar

¹⁸ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Estados Unidos, *Mercado de Biocombustibles en Estados Unidos*, <http://www.consejeria-usa.org/PDFs/Biocombustibles.pdf> Consulta: 29 de Agosto de 2014.

¹⁹ “Biocombustibles en Perú: elementos en juego”, *Youtube* <https://www.upv.es/entidades/ADE/infoweb/fade/info/U0655397.pdf> [Consulta: 28 de agosto de 2014]

²⁰ N. Rodríguez, *Módulo Agua, Cambio Climático, Eficiencia Energética y Desarrollo Sostenible*. Manizales, Caldas, Colombia, 2014.

un territorio en donde la industria que se priorice sea la de curtiembres; en donde los cultivos que se seleccionen para alimentar a la población requieran en menor proporción agua y fertilizantes nitrogenados en este caso sería preferible el arroz, el maíz, la cebada, el sorgo, en vez de la soya; en donde la proteína para alimentar a la población sea preferiblemente pescado en vez de pollo o cerdo, por los bien conocidos efectos en la generación de cantidades importantes de metano; en donde la bebida estimulante sea preferiblemente el té en vez del cacao y el café, la huella hídrica de los últimos es mayor; en donde el cultivo energético para la producción de biodiesel sean las algas porque en vez de requerir fertilizantes nitrogenados antes pueden serlo para otros cultivos, porque tiene el rendimiento más alto comparado con los demás cultivos energéticos, porque no se tendrían que deforestar grandes áreas de bosques, porque se cultivan en agua y además para su reproducción requieren poca.

Alto coeficiente de materiales e incorporación de tecnologías limpias y que utilizan eficientemente los recursos

Las tecnologías limpias hacen parte de una nueva tendencia hacia la conservación de los recursos naturales, convirtiéndose en una iniciativa que busca promover no solo la minimización de los impactos ambientales, sino también el aumento de la productividad. A pesar de que existen diferentes herramientas para la implementación de estas estrategias, han existido diferentes barreras en la adopción de estas alternativas para diferentes países, las cuales están relacionadas tanto con los procesos de comunicación como con la resistencia al cambio y la dificultad de realizar inversiones para la innovación tecnológica, por los costos que ésta genera.²¹

Las tecnologías limpias están orientadas tanto a reducir como a evitar la contaminación ambiental modificando procesos, productos y/o servicios;²² en este sentido, se consideran para este caso todos los aspectos relacionados con los cambios tecnológicos, proyecciones de tecnologías limpias relacionadas principalmente con el cambio de energías convencionales por energías limpias, así como las alternativas de energías limpias en los procesos industriales y la implementación de nuevas tecnologías para el tratamiento avanzado de aguas residuales.

Tecnologías limpias para energías alternativas

Los cambios mundiales que han existido en torno a las nuevas tecnologías para el uso de energías limpias se han venido incrementando en los últimos años, dado que la situación energética mundial actual ha sido el resultado de la combinación de diversas tendencias económicas,

políticas, tecnológicas, sociales y ambientales que han conllevado a la necesidad de pensar en soluciones urgentes a las problemáticas ambientales que desde la energía tradicional se han generado.

De acuerdo a lo anterior, y

Como parte de las irracionales tendencias energéticas, que han prevalecido desde la Revolución Industrial en Inglaterra, el consumo global de energía primaria aumentó en unas diez veces a lo largo del siglo XX, mientras que la población mundial creció en cuatro veces (de 1,6 mil millones a 6,1 mil millones), y todo parece indicar que el dinamismo de la demanda energética continuará en las próximas décadas.²³

Si bien es cierto que todas las energías de alguna manera producen un grado de alteración a los ecosistemas, también es cierto que se debe generar nuevas alternativas menos contaminantes y más eficientes.

El biodiesel se produce a través de diferentes cultivos: cultivo energético a partir de palma africana, biodiesel a partir de cultivo de algas, producción de etanol a partir de caña de azúcar, producción de biodiesel a partir de algodón; cultivo energético a partir de etanol de maíz, producción de biodiesel a partir de etanol de higuera, producción de etanol a partir del cultivo de yuca; producción de biodiesel a partir del cultivo de la soya, producción de biodiesel a partir del cultivo de jatropha, producción de etanol a partir del cultivo del trigo; producción de etanol a partir del cultivo del sorgo.

Es importante resaltar que el cambio hacia la tecnología limpia debe reflejarse en el proceso de transformación del biodiesel, puesto que es allí donde se causa uno de los

²¹ Comisión Mundial Consultiva, Mesa: Industria, *Tecnologías limpias para la mejora de los procesos y la minimización de residuos en el Uruguay*, Universidad de la República, Uruguay, 2004, http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/Tecnologias_limpias_Uruguay.pdf Consulta: 28 de agosto de 2014.

²² J. A. Arroyave Rojas y L. F. Garcés G., "Tecnologías Ambientalmente Sostenibles", en: *Revista Producción + Limpia*, vol. 1, no. 2., julio-diciembre 2006, p. 78-86, http://www.lasallista.edu.co/xcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf

²³ Ramón Pichs Madruga, "Tendencias energéticas mundiales: implicaciones sociales y ambientales", en *EcoSolar, Revista Científica de las Energías Renovables*, Cuba Solar, vol. 20, no. 1, 2006, <http://www.cuba-solar.cu/biblioteca/ecosolar.asp?Inc=24> Consulta: 28 de agosto de 2014.

mayores impactos ambientales por las emisiones atmosféricas que se generan y por los posibles derrames del combustible que se puedan presentar; se debe pensar en un proceso integral de producción más limpia que implique la adopción de tecnologías limpias en todos los niveles de la producción.

La palma africana es uno de los cultivos que mayor impacto ambiental presenta, no solo por las grandes extensiones de tierra que requiere para su producción, sino también por los residuos que se generan en su proceso productivo; por ser un cultivo nuevo que se ha venido implementando en Colombia en los últimos años, en el país aún no se cuentan con suficientes tecnologías limpias para su proceso de transformación, así mismo, la producción de combustible a partir de caña de azúcar y de yuca genera altos consumos de agua, para lo cual se requiere implementar no solo tecnologías limpias para los sistemas de riego sino también para optimizar el recurso en el proceso de transformación.

Algunos aspectos a considerar en el momento de establecer tecnologías limpias pueden ser los siguientes:

- Dispositivos ahorradores de energía
- Análisis de flujos energéticos
- Análisis de flujos de sustancias
- Implementación de sistemas de ciclos de vida

Tecnologías limpias en los procesos industriales

En los procesos industriales se han venido implementando nuevas tecnologías con el fin de minimizar los impactos ambientales que éstos generan, en este sentido, se han establecido acciones tendientes a: i) mejorar la eficiencia de los procesos de producción; ii) reducir la contaminación y; iii) hacerlo en forma continua.²⁴

Los mayores problemas de contaminación ocasionados a nivel industrial están relacionados principalmente con emisiones atmosféricas y altos consumos de agua y energía; la generación de residuos y emisiones durante el proceso productivo puede ser considerada como una pérdida del proceso y un mal aprovechamiento de la materia prima

empleada, por lo tanto, representa un costo adicional del proceso productivo. Así mismo, la generación de residuos origina impactos económicos importantes asociados a los costos de tratamiento y disposición final de éstos.

A través del tiempo el control de la contaminación se ha pensado una vez generados los contaminantes durante el proceso productivo, conllevando a la aplicación de tecnologías de etapa final o “fin de tubo” (*end of pipe*), que muchas veces alcanzan costos elevados y baja minimización de los impactos ambientales ocasionados por la actividad productiva, haciendo las empresas menos competitivas.

Las tecnologías limpias se orientan a la jerarquía de gestión de los contaminantes, “considerando las oportunidades de prevención de la contaminación: reducción de los residuos en el origen; reutilización y reciclado; tratamiento o control de la contaminación; disposición final”.²⁵

Otro aspecto importante y por el cual es necesario determinar tecnologías limpias es la generación de emisiones atmosféricas pues, en cada una de las empresas industriales se generan grandes concentraciones de CO₂ en mayor o menor medida. Una de las posibles alternativas que se pueden establecer para esta disminución puede ser la de implementar cultivos que capturen CO₂, como por ejemplo del trigo, el sorgo y la naranja. Se consideran capturadores de carbono y en promedio cada cultivo en un año capta entre 400 y 600 gramos por m², es decir 4 y 6 toneladas de CO₂ por año por hectárea (Carvajal, Micaela, s.f.), lo que se relaciona directamente con las posibilidades de las ventajas comparativas del **escenario B1**.

La incorporación de tecnologías limpias no solo garantizan la buena producción de los cultivos, sino un ambiente sano para las comunidades y buen rendimiento de los mismos, por lo que debe promoverse la utilización de energías limpias, como el caso del aprovechamiento de la energía solar, cambios nutricionales para disminuir la cantidad de nitrógeno, cambios en los procesos tecnológicos y maquinaria para la refrigeración, evitar la tecnología obsoleta, incluir programas de producción más limpia que garanticen no solo una producción sana sino también un bienestar social y una sostenibilidad económica.

Tecnologías limpias para el tratamiento de aguas residuales

La mejor estrategia para minimizar las aguas residuales en un sistema productivo es la minimización en la fuente y no al final del tubo; a pesar de que las plantas de tratamiento de aguas residuales son importantes, también es cierto que es fundamental minimizar la carga antes de llegar a la planta.

El tratamiento de aguas en Colombia se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y cre-

²⁴ Leandro Sandoval Alvarado, “Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos”, en *Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos*, 2006, <http://www.redrrss.pe/material/20090128192419.pdf> Consulta: 28 de agosto de 2014.

²⁵ Sandoval, *op. cit.*

cientes. La descarga de aguas residuales domésticas y los vertimientos agropecuarios están contaminando los ríos, las aguas subterráneas, los humedales y las represas de agua, causando un grave daño al medio ambiente y a la salud humana.

Los vertimientos generados por el sector agrícola colombiano son los más contaminantes; seguido por los vertimientos causados por el sector industrial, principalmente por la industria de alimentos.

La implementación de tecnologías limpias para el tratamiento de aguas residuales en Colombia se ha venido incorporando en los últimos años. “Colombia trata el 10% de las aguas residuales a pesar de contar con una capacidad instalada que alcanzaría el 20%. Según un estudio de UNICEF, menos de la cuarta parte de los municipios de 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales”.²⁶

La mayoría de los sistemas productivos, tanto los relacionados con la producción de cultivos, como los relacionados con la industria en general y la industria del biodiesel en particular, generan altas concentraciones de aguas residuales; entre mayor sea el consumo igualmente se generarán más lixiviados. Esto obliga a adoptar estrategias para el tratamiento de aguas residuales, como las que se enuncian abajo.

Contar con alcantarillados diferentes: uno para la recolección de agua de lluvias y otros para las aguas residuales; a nivel de cada empresa igualmente debe existir una recolección diferenciada para cada uno de los residuos líquidos.

Por la naturaleza de los procesos productivos, existe la posibilidad de que las aguas residuales puedan contener sólidos y/o grasas, para ello es necesario la instalación de trampas de grasas para impedir que sean descargadas al sistema de alcantarillado.

Las canaletas deben contar con trampas de grasa y estar cubiertas con rejillas metálicas desmontables, estar limpias y en constante estado de mantenimiento; éstas deben tener una pendiente del 2%. El sistema de desagüe debe garantizar la evacuación sanitaria de los desechos y aguas residuales, mismas que deben disponerse en la red de alcantarillado o en su defecto de manera tal que no generen un riesgo para la salud y el ambiente.

Sostenibilidad económica, social y ambiental. Soluciones globales con equidad

Frente a este componente del **escenario B1** se retoma lo planteado en el informe titulado *Sostenibilidad y Equidad: Un mejor futuro para todos*, el cual señala que para lograr la sostenibilidad de una manera justa y eficaz es necesario abordar las desigualdades en acceso a salud, educación e ingresos en todos los países, con el fin de impulsar la pro-

ducción de energía limpia y protección de los ecosistemas, a la vez que se genera un desarrollo económico amigable con el medio ambiente.²⁷

El sistema económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica es insostenible. Un planeta limitado no puede suministrar indefinidamente los recursos que esta explotación exigiría. Es así que se impone la idea de un desarrollo real que permita la mejora de las condiciones de vida, pero compatible con la explotación racional del planeta sin descuidar el medio ambiente, es el llamado desarrollo sostenible.²⁸

Posibilidades de desarrollo desde el contexto social

Para que el desarrollo se convierta en un proceso sustentable y sostenido en el tiempo es necesario que dicha expansión se produzca en un contexto de equidad social. Tal condición implica la incorporación efectiva y progresiva del conjunto de individuos que conforman la sociedad. La satisfacción adecuada de sus necesidades de salud, educación y capacitación son requisitos básicos para el incremento de la potencialidad productiva de las personas y factores determinantes para una apropiada participación de la población en los beneficios del progreso. Desde luego, el impulso del desarrollo a largo plazo exige reconocer la vasta heterogeneidad económica, social y demográfica y diseñar y aplicar políticas consecuentes y adecuadas a las diferentes realidades nacionales.²⁹ Es

²⁶ “El tratamiento de aguas residuales en Colombia”, *Twenergy*, 2014. Consultada el 18 agosto de 2014, <http://twenergy.com/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>

²⁷ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Sostenibilidad y Equidad: un mejor futuro para todos”, en *Revista Humanum*, Bol. No. 79, 2011, <http://www.revistahumanum.org/revista/sostenibilidad-y-equidad-un-mejor-futuro-para-todos-3/> Consulta: 18 de agosto de 2014.

²⁸ José Gregorio Barrios Vera, “Sostenibilidad económica y social como prioridad para la sustentabilidad ambiental”, en *Gestiopolis*, 21 de abril, 2010, <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/sostenibilidad-economica-social-sustentabilidad-ambiental.htm> Consulta: 18 de agosto de 2014.

²⁹ Comisión Económica para América Latina y el Caribe, “América Latina y el Caribe: crecimiento económico sostenido, población y desarrollo”, 2000, <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/4914/P4914.xml&xsl=/celade/tpl/p9f.xsl&base=/celade/tpl/top-bottom.x> Consultada el 19 agosto, 2014.

alentador encontrar comunidades que tienen tendencia al cambio de pensamiento frente a las problemáticas ambientales, donde buscan establecer energías limpias que sean menos contaminantes con el medio ambiente, se piensa en el progreso con una visión conservacionista y con procesos de sensibilización que ayudarán a garantizar una mejor conducta frente al medio ambiente.

Posibilidades de desarrollo sostenible desde el contexto económico

El establecimiento de cultivos como sustento y como alternativa económica plantean diferentes alternativas económicas de desarrollo, más rentables unas que otras, de acuerdo a su rendimiento y exigencias ambientales y nutricionales y considerando el área requerida para el sustento de cada habitante. Uno de los cultivos que menos área requiere para su producción es el sorgo, con el cual se estima que una población de 6000 habitantes, requeriría 2,3has por habitante de acuerdo a su consumo per capita. Los cultivos que mayor área requieren para su producción son: los cítricos y la caña de azúcar, ésta última es la que más agua demanda.

Otro aspecto determinante en el contexto de la sostenibilidad económica es el que tiene que ver con el establecimiento de las diferentes industrias que generarán un crecimiento económico y que conllevan exigencias ambientales propias de la actividad. Frente al desarrollo económico no podría decirse cual es la mejor empresa ya que todas de una u otra forma alimentan indicadores económicos, como la generación de empleo y aumento de PIB; es la forma organizacional y de administración que determinará el comportamiento y crecimiento eco-

nómico de cada una de ellas y la forma como impactarán a las localidades donde se establecen.

Para lograr los objetivos de crecimiento y de desarrollo es necesario concentrar la política pública en atacar las causas que producen y reproducen la pobreza. El mejoramiento de las condiciones de vida de la población, mediante el desarrollo de sus atributos, reduce las discrepancias en los niveles de productividad e ingresos y contribuye, por ende, a la atenuación de los estados de privación relativa.³⁰

Posibilidades del desarrollo sostenible desde el contexto ambiental

Son innumerables los esfuerzos que se han venido realizando en torno a la sostenibilidad ambiental que busca lograr un equilibrio entre el desarrollo y la preservación de los recursos naturales. Son innumerables las variables que tienen que incluirse en un análisis ambiental. Una muy importante es la demanda energética, asunto tratado a lo largo de este documento; y lo relacionado con la introducción de tecnologías limpias en los diferentes procesos industriales en el marco del **escenario B1** del cambio climático. Así, lograr la sostenibilidad de los territorios no es asunto fácil, requiere del conocimiento de toda la oferta ambiental para saber cómo usarla y manejarla; es necesario conocer también las necesidades de la comunidad frente a los recursos naturales así como las posibilidades de desarrollo; por otro lado se debe considerar que la voluntad política también es importante en la toma de decisiones referente a la sostenibilidad, pues ésta garantizará que los procesos se mantengan en el tiempo.

³⁰ CEPAL, *op. cit.*

Bibliografía

- ◆ Arroyave Rojas J. A. y L. F. Garcés G., “Tecnologías Ambientalmente Sostenibles”, en: *Revista Producción + Limpia*, vol. 1, no. 2., julio-diciembre 2006, p. 78-86, http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf
- ◆ Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Los fertilizantes y su uso*, Roma, 2002.
- ◆ Barrios Vera, José Gregorio, “Sostenibilidad económica y social como prioridad para la sustentabilidad ambiental”, en *Gestiopolis*, 21 de abril, 2010, <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/sostenibilidad-economica-social-sustentabilidad-ambiental.htm> Consulta: 18 de agosto de 2014.
- ◆ “Biocombustibles en Perú: elementos en juego”. *Youtube* <https://www.upv.es/entidades/ADE/infoweb/fade/info/U0655397.pdf> Consulta: 28 de agosto de 2014.
- ◆ Cadavid López, Luis F., “Suelo y Fertilización para la Yuca”, AgriFoodGateway Horticulture International, Department of Horticultural Science, Raleigh NC, Estados Unidos, consultada el 14 agosto, 2014, <http://hortintl.cals.ncsu.edu/es/articulos/suelo-y-fertilizacion-para-la-yuca>
- ◆ Comisión Económica para América Latina y el Caribe, “América Latina y el Caribe: crecimiento económico sostenido, población y desarrollo”, 2000, <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/4914/P4914.xml&xsl=/celade/tpl/p9f.xsl&base=/celade/tpl/top-bottom.x> Consultada el 19 agosto, 2014.
- ◆ Comisión Mundial Consultiva, Mesa: Industria, *Tecnologías limpias para la mejora de los procesos y la minimización de residuos en el Uruguay*, Universidad de la República, Uruguay, 2004, http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/Tecnologias_limpias_Uruguay.pdf Consulta: 28 de agosto de 2014.
- ◆ Crosby, Milton J., “Se agudizarán conflictos por uso del agua para cultivos de palma”, Agencia de Noticias UN, 17 de septiembre, Colombia, 2013.
- ◆ *Ecologistas en Acción* (sitio web), “Agricultura y cambio climático”, Madrid, España, Diciembre de 2010, consultada el 27 de abril de 2015, <http://www.ecologistasenaccion.org/article19945.html>
- ◆ Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, “Indicadores Cerealistas”, en *Fenalce.org* (sitio web), Cundinamarca, Colombia, 2013, consultada el 27 de abril de 2015 http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/Indice_Cerealista_2013A.pdf
- ◆ “El tratamiento de aguas residuales en Colombia”, *Twenergy*, 2014, consultada el 18 agosto de 2014, <http://twenergy.com/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>
- ◆ Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, “Los cítricos en el mundo”, en *Finagro* (sitio web), Bogotá, Colombia, 27 de Agosto de 2014, consultada el 27 de Agosto de 2014, http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.finagro.com.co%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fnode%2Finfo_sect%2Fimage%2Fcitricos_0.docx&ei=nFv-U8fYNNLBggSxq4HACw&usq=AFQjCNEHFOWb1TXRtlw8WmZaGBed3q6wOw&sig
- ◆ *Food News* (sitio web), “Fertilizantes nitrógenos para mejorar la eficiencia de las plantas”, Miami, Florida, 05 de Junio de 2014, consultada el 27 de Agosto de 2014, http://www.foodnewlatam.com/articulos/fertilizantes-nitr%C3%B3genos-para-mejorar-la-eficiencia-de-las-plantas_005366
- ◆ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, *Informe Especial del IPCC. Escenarios de emisiones*, OMM, PNUMA, 2000.
- ◆ *Ingeniero Ambiental* (sitio web), “Agrosustentable: Tema Fertilizantes”, 27 de Agosto de 2014, consultada el 27 de Agosto de 2014, <http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=687>
- ◆ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Estados Unidos, *Mercado de Biocombustibles en Estados Unidos*, <http://www.consejeria-usa.org/PDFs/Biocombustibles.pdf> Consulta: 29 de Agosto de 2014.
- ◆ Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, *InfoLeg*, consultada el 28 agosto, 2014, <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/218395/norma.htm>
- ◆ Patrick N.G., P.S. Chew, K.J. Goh, K.K. Kee, “Requisitos de nutrientes y la sostenibilidad en palmas de aceite maduras - Una evaluación,” *Revista Palmas* 20, no. 4, Bogotá, Colombia, 1999, pp. 19-27.
- ◆ Pichs Madruga, Ramón, “Tendencias energéticas mundiales: implicaciones sociales y ambientales”, en *EcoSolar, Revista Científica de las Energías Renovables*, Cuba Solar, vol. 20, no. 1, Cuba, 2006, <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar.asp?Inc=24> Consulta: 28 de agosto de 2014.

- ◆ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Sostenibilidad y Equidad: un mejor futuro para todos”, en *Revista Humanum*, Bol. No. 79, 2011, <http://www.revistahumanum.org/revista/sostenibilidad-y-equidad-un-mejor-futuro-para-todos-3/> Consulta: 18 de agosto de 2014.
 - ◆ *QuimiNet* (sitio web), “Incremento los rendimientos y la calidad de la cosecha”, consultada el 28 agosto, 2014, <http://www.quiminet.com/articulos/incremento-los-rendimientos-y-la-calidad-de-la-cosecha-3558177.htm>
 - ◆ Rodríguez Arias, Daniel E. y Juan S. Duque Nieto, “Plan de negocios para el cultivo de higuera, estudio de caso municipio de Balboa (Risarcaldá)” (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2010).
 - ◆ Rodríguez, N., *Módulo Agua, Cambio Climático, Eficiencia Energética y Desarrollo Sostenible*, Manizales, Caldas, Colombia, 2014.
 - ◆ Sandoval Alvarado, Leandro, “Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos”, en *Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos*, Perú, 2006, <http://www.redriss.pe/material/20090128192419.pdf> Consulta: 28 de agosto de 2014.
 - ◆ *Sustentar* (sitio web), “Cloruro de potasio, otro gran problema para el medio ambiente”, Argentina, 14 de agosto de 2014, consultada 14 de agosto de 2014, <http://www.sustentartv.com.ar/cloruro-de-potasio-otro-gran-problema-para-el-medio-ambiente/>
-