

CAPÍTULO

25



La ecoinnovación en el aprovechamiento de residuos agroindustriales

y sistemas constructivos
para viviendas
en el contexto venezolano

POR

Wilver CONTRERAS MIRANDA

Mary Elena OWEN DE CONTRERAS

Introducción

Venezuela se ha caracterizado y reconocido por ser un país con enormes potencialidades y capacidades ciertas para consolidarse y alcanzar su desarrollo industrial en distintos periodos de su historia; se observa que en el siglo XX, a partir de sus recursos humanos altamente cualificados se planificaron y gestionaron reconocidas empresas en el ámbito nacional e internacional generadoras de bienes y servicios en el sector hidrocarburo, petroquímico, siderúrgico y explotación de minerales como Petróleos de Venezuela (PDVSA), Pequiven, Sidor, Venalum o Ferrominera, entre otras, las cuales en los últimos 15 años han sido la principal fuente económica para diversos programas sociales, sin dejar de exponer las perspectivas que vienen a representar los sectores forestal, agroindustrial y turístico, este último especialmente por la belleza, diversidad y calidad de los imponentes escenarios naturales, gentilicio y patrimonio cultural con las cuenta cada región del país.

Ese contexto es un desafío para los venezolanos, que a pesar de las dificultades presentadas en las dos últimas décadas en el ámbito político, social y económico, las perspectivas como nación se visualizan en prósperos horizontes para el siglo XXI al contar con fortalezas como su estratégica localización geopolítica, territorio biodiverso, recursos naturales de múltiples características y un recurso humano calificado, mayormente joven y emprendedor, que hacen propicio su desarrollo industrial en el marco del desarrollo sostenible o sustentable. Son posibilidades reales que exigen superar de manera inmediata esas limitaciones a partir de acuerdos estratégicos históricos: ciudadanos, políticos e institucionales, para relativizar el triángulo de la ecoinnovación a toda la sociedad venezolana, sustentado en el equilibrio e interrelación armoniosa de tres vértices fundamentales:

- Consolidación de un Estado democrático, fuerte, emprendedor y con visión trascendental en todo su estamento institucional, legislativo y normativo, comprometido con los grandes intereses del país y del mundo, mediante el establecimiento del desarrollo sostenible en su megadiverso territorio;
- Desarrollo de un aparato socioproductivo nacional ecoeficiente, dinámico, competitivo, respetuoso y armónico con la naturaleza, las tradiciones culturales y responsable socialmente con sus trabajadores y sociedad en general;
- Articulación de los centros de formación e investigación a las actividades del Gobierno y de las organizaciones privadas en la generación de bienes y servicios ecoeficientes, consolidar las funciones institucionales y socioproductivas como guías para la implementación de los más importantes y pertinentes avances científicos, tecnológicos y humanísticos.

Se reconoce la importancia del tercer vértice de la ecoinnovación y que mediante acuerdos institucionales obligarán a que el Estado venezolano voltee la mirada hacia las inmensas posibilidades que ofrece el desarrollo de las capacidades y fortalecimiento de los

centros de formación e investigación de las universidades nacionales que estén enfocados en el establecimiento de proyectos ecoinnovadores y los grandes planes nacionales que propicien el desarrollo nacional, caso del Plan Nacional Simón Bolívar 2014-2019. Esta estrategia permite recurrir a la ciencia de la Ecología Industrial, ya establecida académicamente en la Universidad de Los Andes, siendo fundamento para la puesta en práctica de proyectos industriales y socioproductivos diversos que de igual forma involucrarían a los más importantes centros de investigación universitarios en las diversas áreas o motores del desarrollo estratégico nacional.

En ese sentido se retoma lo expuesto por Porter (2007) en su trabajo *La ventaja competitiva de las naciones*, en la cual comenta que la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar, y que las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar. Reinterpretando a Shumpeter (1978), un proceso, producto o servicio es innovador si es original, patentable y sus consumidores están familiarizados con él, aclarando que si se genera la creación de una nueva fuente de suministro de materia prima o productos semielaborados, al no ser aceptados en el mercado no se consolida la innovación.

De manera que se entiende por ecoinnovación todo proceso, producto o servicio innovador al cual se le incorporan mejoras tecnológicas y mejoras ambientales en procura de la sostenibilidad. En este contexto se fundamentan los objetivos, misión y visión del recientemente fundado Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño (LSE) de la Universidad de Los Andes, creado en convenio con la Universidad Politécnica de Valencia, España, y adscrito a una dependencia histórica del ámbito forestal como el Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF) y el Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado (CEFAP).

Este laboratorio viene a ser un recinto universitario que sintetiza en su esencia la labor de los autores del presente trabajo, quienes por más de treinta años de investigaciones han sido reconocidos con patentes, premios nacionales, regionales e internacionales, y que con muy poco apoyo financiero han desarrollado y promueven el ecodiseño en proyectos y productos industriales ecoinnovadores de características únicas para la construcción, así como para la generación de energía con la patente de un biodigestor Uforga-ULA en el marco del proyecto de Aldea Ecológica San José de Limones en el estado Mérida, y diversidad de sistemas constructivos prefabricados con materiales alternativos (madera, bambú y adobes tierra cemento) para viviendas y mobiliarios para el ámbito rural y urbano, todo ello en procura de un mayor alcance que permita aperturas a mejores oportunidades y horizontes no solo a la alta industria, sino especialmente a las comunidades rurales que habitan en las periferias de los centros de producción de las grandes plantaciones agroindustriales de plátano, cambur, caña de azúcar, arroz, ajonjolí, sisal y maní, incluidas las plantaciones forestales maderables, gramíneas y bosques naturales, así como su participación, entre otros. Son propuestas que en su concepción y de manera independiente han encontrado eco y desarrollo en importantes centros de investigación del país, entre otros el emblemático Instituto de Desarrollo Experimental

de la Construcción (IDEC) de la Universidad Central de Venezuela, el Centro de Investigaciones de la Vivienda y el Hábitat (CIVHA) o el Grupo de Investigación de la Vivienda Rural de la Universidad de Los Andes.

Este escenario, en su conjunto, abre las perspectivas para la elaboración del presente trabajo, permitiendo abordar los aspectos más distintivos de la investigación y puesta en la práctica social de la ecoinnovación en el aprovechamiento de residuos agroindustriales en el desarrollo de sistemas energéticos y constructivos para viviendas en el contexto venezolano y sus perspectivas para América Latina.

■ Materiales y métodos

El desarrollo metodológico de la presente propuesta puede definirse como un estudio documental sobre un compendio de casos de estudio que han sido resultado de procesos de investigación (I+D+i), de los cuales los autores han sido importantes protagonistas como parte de una institución histórica del sector forestal venezolano como el Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF) de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Se abordan de manera sinóptica diversos estudios sobre la temática y enfoques relacionados con la ecoinnovación en el aprovechamiento de los residuos y materias primas, entre otros, de plantaciones forestales, bosques naturales, cultivos agroindustriales y los provenientes de los ámbitos urbanos y rurales venezolanos para la generación de multiplicidad de productos ecoeficientes que satisfagan las necesidades habitacionales, mobiliario y objetos domésticos de la población, especialmente las de menores recursos.

■ Resultados y discusión

Se presentan en cada uno de los puntos siguientes y resumidamente algunos de los más emblemáticos productos desarrollados a partir de la concepción de la ecoinnovación en Venezuela y las perspectivas futuras que tiene la implementación del triángulo de la ecoinnovación para América Latina. Es un fundamento que traza los nortes de desarrollo sostenible en la generación de nuevos productos semindustriales e industriales, en especial para generar micro, pequeñas y medianas empresas productivas conformadas por ciudadanos y familias de menores recursos, siendo estas organizaciones verdaderos baluartes de la prosperidad de las naciones latinoamericanas en el siglo XXI.

La ecoinnovación en el aprovechamiento de los residuos agroindustriales en Venezuela

Desde la primera mitad del siglo XX, autores como Moslemy (1974) y Maloney (1993), e industriales como Thomas J. Autzen, quien mejoró la tecnología de secado y ensamble de tableros contrachapados, entre otros, han sido hombres fundamentales en la historia de la tecnología de los productos forestales al reseñar las enormes potencialidades que representaban los materiales lignocelulósicos en la elaboración de multiplicidad de ta-

bleros aglomerados, contrachapados, de fibras y *composting* como materia prima en la construcción, para cerramientos de edificaciones y elaboración de muebles.

Asimismo exponen Contreras, Cloquell y Owen de C. (2005) que el inventor alemán Karl Friedrich Otto Hetzer, el investigador Freas y Selbo (1954) y el arquitecto finlandés Alvar Aalto son referencias de los cimientos conceptuales y génesis del desarrollo tecnológico de la madera laminada (*Glulam*) para edificaciones y elaboración de muebles, de los cuales, empresas como Holtza en España, Leipziger Kisten- und Leistenfabrik GmbH en Alemania e Ikea en Suecia, son ejemplo de la innovación tecnológica en el ámbito internacional, dado que la mayoría de centros de investigación en la ciencia y tecnología de la madera y sus productos forestales del mundo han basado sus investigaciones para implementar la ecoinnovación en nuevas formas de manufactura y productos industriales acordes al aprovechamiento racional de recursos forestales. Entre otros, y los más emblemáticos, están el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de los Estados Unidos y el Forintek de Canadá guías de la implementación del triángulo de la ecoinnovación en la generación de grandes empresas como la canadiense Trus Joist McMillan, que en las postrimerías del siglo XX y en el umbral del siglo XXI, interrelacionados a grandes avances tecnológicos en el diseño de adhesivos estructurales y procesos de manufactura industrial, motorizan los más importantes avances en nuevos procesos y productos forestales: los tableros de partículas orientadas (MDH y HDF); los tableros de partículas orientadas (OSB); los vigas o forjados de doble T; las vigas laminadas de chapas (LVL), de tiras (Parallam - PSL) y la madera contralaminada, de muy reciente desarrollo.

Esta base del conocimiento tecnológico ha sido inspiración en la generación de propuestas ecoinnovadoras en los centros de investigación para la construcción y de la tecnología de la madera de Venezuela, siendo el LNPF-ULA protagonista de las más significativas propuestas, y que junto con el IDEC-UCV e investigadores de las universidades autónomas nacionales hacen tributo a las posibilidades ciertas de que en Venezuela se desarrolle, como propuesta de los autores con visión estratégica de futuro de sostenibilidad, un Plan Nacional de Ecoinnovación para el Desarrollo de Nuevos Productos para la Construcción a partir de Residuos Agroindustriales, Forestales, Rurales y Urbanos (**FIGURA 1**).

Las plantaciones forestales, territorios generadores de oportunidades para la población rural del oriente y sur venezolano

Venezuela es un país megadiverso con grandes potencialidades en sus recursos forestales, muy a pesar de sus altas tasas de deforestación, que la ubican entre los primeros países de América Latina, y que han ocasionado grandes daños, mayormente en la región centro occidental del país, a ecosistemas naturales como producto del desarrollo urbano e industrial iniciado a finales de la década de los años cincuenta del siglo XX, la expansión de la frontera agrícola y la demanda de la industria de forestal y de la construcción y del mueble.

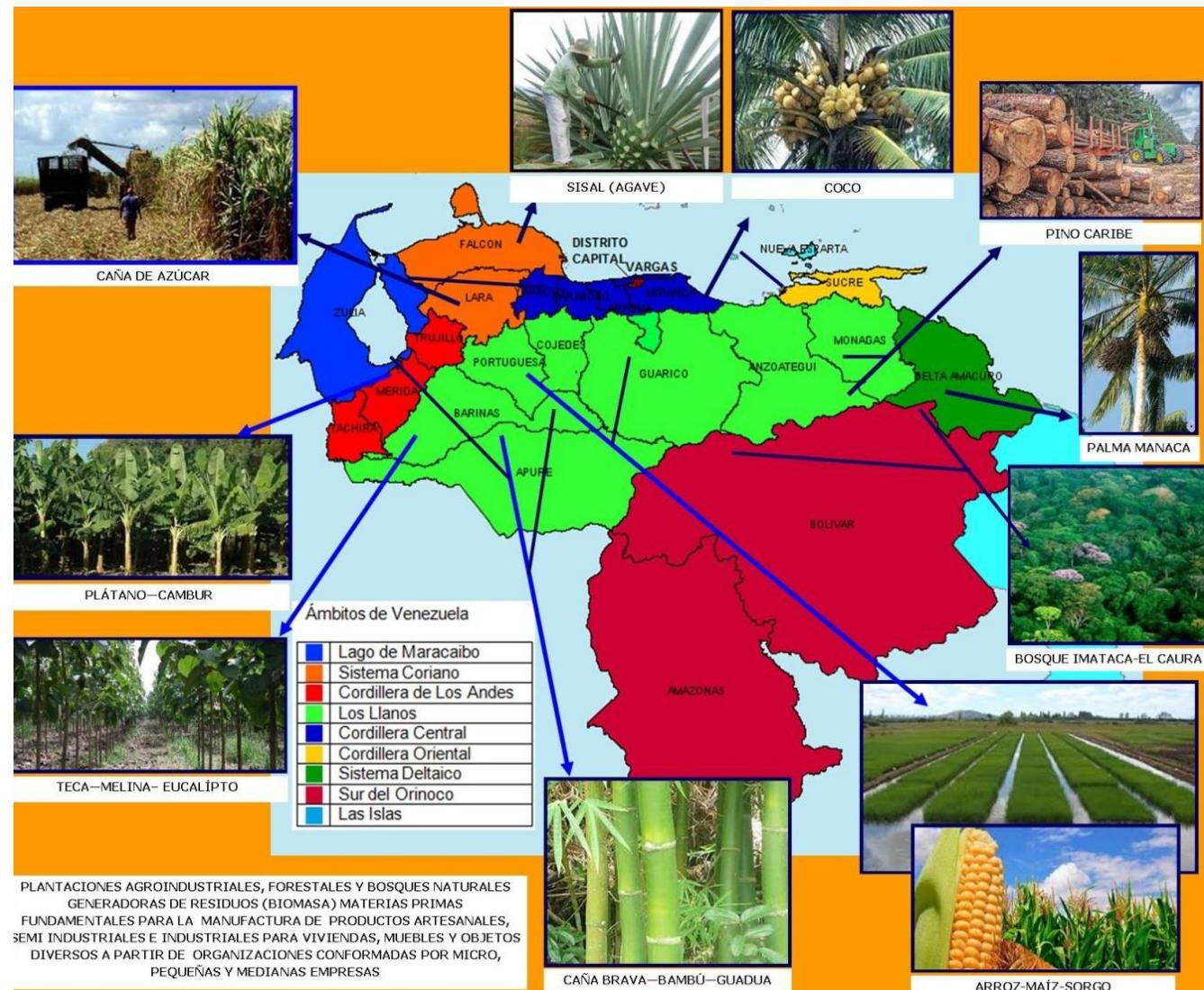


FIGURA 1

Mapa que sintetiza la localización de los principales centros productivos agroindustriales, plantaciones forestales y bosques naturales (ABRAE-Reservas Forestales Imataca y El Caura). Fuente: Elaboración propia

Señala la FAO (2017) que en materia de suministro de madera para suplir las necesidades de la población y del sector industrial nacional, están definidas las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), las cuales constituyen una de las figuras jurídicas para garantizar la conservación del ambiente y de los recursos de forma bien definida y concretamente delimitada. En el país existen 250 ABRAE, las cuales cubren una superficie aproximada de 42 millones de Ha. Dentro de estas áreas se han destinado a la Producción Forestal Permanente alrededor de 15 millones de hectáreas de bosques. Toda la extracción de árboles está reglamentada en Venezuela por el Estado. Para tie-

rras privadas y tierras públicas o terrenos baldíos se conceden permisos, mientras que en las Reservas Forestales y Lotes Boscosos, el aprovechamiento forestal se lleva a cabo mediante Planes de Ordenación y Manejo Forestal (POMF) otorgados por medio de concesiones de larga duración. Por otra parte, Venezuela registra más de 600 mil hectáreas de plantaciones forestales de especies foráneas y que en orden de importancia lideran el pino caribe, el eucalipto, la teca y la melina.

En la actualidad, quien dirige los destinos de las ABRAE es el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (Minea), siendo la Empresa Nacional Forestal Socialista, creada en el 2013, la responsable de la implementación del Manejo Forestal Sustentable (MFS) a ser aplicado en la Reserva Forestal de Imataca. Es una empresa titánica que se espera proyectar a todo el compendio de reservas forestales nacionales que, en una propuesta con visión sistémica e integradora de la sostenibilidad, involucra a todos los más importantes autores que conforman la cadena forestal del país.

Entre los cuatro grandes desafíos del estado venezolano en materia de MFS, está el de valorar los bienes y servicios provenientes del bosque como instrumento técnico-científico para el diseño de políticas y la adopción de decisiones que estimulen nuevas formas de manejo y de gestión de los bosques. Este gran desafío involucra no solamente la explotación ecoeficiente de la madera del bosque natural, sino de manera directa la interrelación con la generación de procesos, productos y servicios artesanales, seminindustriales e industriales a las tres estrategias de la Ecología Industrial a fin de garantizar la ecocertificación de toda la cadena forestal. Por eso, el involucrar e integrar de manera efectiva y con alto nivel de pertinencia y capacitación técnica a las comunidades originarias, diversas organizaciones que hacen vida en las reservas forestales y comunidades rurales adyacentes a los bosques y plantaciones forestales, es imperativo para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas intervenidos.

Todo el recurso forestal nacional de bosques naturales y plantaciones forestales ofrece grandes potencialidades para consolidar el desarrollo sostenible toda una gama de productos forestales maderables para la construcción de multiplicidad de viviendas y edificaciones de servicios básicos en el marco de la Gran Misión Vivienda Venezuela, así como del mobiliario que vendría a dar confort, según Centeno (2012), a más de 2,7 millones de unidades habitacionales necesarias para suplir el déficit para familias de menores recursos económicos. Es esta la oportunidad de desarrollar, generar de trabajo, solventar una gran necesidad nacional y establecer la cultura constructiva con madera en Venezuela. Una muestra de ello son los productos ecoinnovadores y sistemas constructivos con madera y productos forestales desarrollados a través de la historia en el Laboratorio de Sostenibilidad y en el Ecodiseño (Cefap- LNPF), destacando entre otros valiosos trabajos, primeramente los de Wicke (1972), posteriormente los de Contreras W., Owen de Contreras, Garay y Contreras (1999), Contreras, Owen de Contreras y Contreras (2004) y Contreras, Cloquell y Owen de Contreras (2006) en la investigación de tableros planos, corrugados y bóvedas para entresijos, paredes y techos a partir de aglomerados de pajilla madera y cemento, los cuales son económicos, permiten la apropiabilidad de

la tecnología por las comunidades, y el aprovechamiento de material de residuos del bosque, plantaciones y procesos industriales de aserradero, al igual que los trabajos en materia de tableros aglomerados de partículas, tableros contraenchapados y tableros OSB para mobiliario y cerramientos realizados, entre muchos, por Garay (1988) y Moreno, Garay, Durán y Valero (2007). Se resalta la elaboración de madera laminada por primera vez en Venezuela y Latinoamérica, la viga Pinollam, concebida por Owen de C. y Contreras (1997) con residuos de madera juvenil de pino caribe.

En materia de sistemas constructivos, Contreras, Owen de C. y Contreras (2003) han propuesto, entre otros, el sistema constructivo Uverito con madera de pino caribe de las plantaciones del sur de Monagas y Anzoátegui, así como Contreras, Owen de C., y Contreras (2015) desarrollaron un proyecto integral de un sistema constructivo con madera haciendo uso de la madera de teca de las plantaciones del estado Barinas. De igual manera, Barrios, Sosa y Contreras (2010) proyectan de manera original el uso de estas especies de pino caribe y teca para elaborar edificios residenciales de madera laminada encolada con calidad estructural. En su conjunto, el LNPF reúne datos de más de 400 especies de madera que han sido investigadas y determina sus propiedades físicas y mecánicas con lo propositivo en materia de usos según los esfuerzos de diseño, resistencia al ambiente y agentes xilófagos.

Las plantaciones de caña brava y bambú, territorios generadores de oportunidades en las regiones llaneras y del Sur del Lago de Maracaibo

En el contexto nacional, por su gran potencial de recursos hídricos y grandes extensiones de tierras en la región llanera, el Sur del Lago y los valles entre montanos de otras regiones, tienen todas las posibilidades para establecer un Plan Nacional de Siembra y Aprovechamiento Tecnológico de gramíneas, caña brava y bambú. Así lo exponían Contreras, Owen de Contreras, Valero, Cloquell y Contreras (2010) al reconocer las ventajas de estas especies para mejorar el paisaje, recuperar áreas degradadas, aportar cañas y biomasa para la construcción de diversos objetos domésticos, viviendas e infraestructuras socioproductivas rurales, así como productos de alta tecnología como el “Cañallam” y la viga “Coclowen”, realizadas y patentadas reportadas por Contreras, Owen de Contreras y Contreras (2001 a; 2001 b), Contreras y Owen de Contreras (2006) y Contreras (2006), las cuales son vigas laminadas ecoinnovadoras elaboradas con caña brava y bambú y proyectadas para ser manufacturadas por el solapamiento de esteras debidamente encoladas y sometidas a presión y calor, mientras que la segunda es elaborada por un proceso de extrusión y poniendo tiras de estos materiales en la dirección longitudinal para que absorban los esfuerzos en las zonas de tracción y tensión. Recientemente, Contreras, Owen de Contreras y Contreras (2015), con su visión de arquitectura sostenible, terminaron el proyecto de viviendas rurales basándose en la sostenibilidad y con estructuras y cerramientos de bambú, caña brava y cerramientos alternativos del tipo contraenchapados que, a su vez, han permitido el ecodiseño de novedosos ataúdes y bicicletas a precios

accesibles, excelente estética, calidad y seguridad. De igual forma, Estrada y Contreras (2017) proyectan tableros ecoeficientes a partir de plantaciones de bambú localizadas en San José de Acateno, estado de Puebla, México, para muebles con la incorporación de tejidos artesanales de las comunidades originarias de la región.

Las plantaciones de plátano y cambur, territorios generadores de oportunidades para las comunidades del Sur del Lago de Maracaibo

Venezuela es un país que se ha caracterizado por contar con una extensión irregular de más de cuarenta y siete mil hectáreas de plátano localizadas en el Sur del Lago de Maracaibo, concentradas mayoritariamente en los estados Zulia y Mérida. Sus productos frutales son de reconocida calidad en los mercados nacionales e internacionales. Exponen Contreras Miranda y Owen de Contreras (1997 b) que una vez concluida la cosecha del racimo del fruto de plátano, son millones de toneladas de biomasa que se pierden cada día en los terrenos de las plantaciones productivas, de las cuales su tallo central (vástago) contiene el 93% de humedad, mientras que las hojas y los machines (tallos donde se forman y adhieren los frutos) poseen 90% de fibra orgánica. Esta realidad es similar para las pequeñas plantaciones de cambur o banano que se cultivan en las zonas de montaña y que por sus tamaños relativamente pequeños, terrenos distantes entre parcelas y accesos en su mayoría dificultosos, el aprovechamiento de sus residuos como materia prima solo se destina a fines artesanales.

Aunque en la actualidad se están desarrollando tableros ecológicos con los residuos en la India, ya desde el año 1984, Contreras y Owen de Contreras (1997a y 1997b) habían propuesto el desarrollo agroindustrial del aprovechamiento de los residuos de las plantaciones de plátano en el Sur del Lago para la elaboración de tableros aglomerados de partículas con adhesivos fenol formaldehído y urea formaldehído para la elaboración de cerramientos y mobiliario, así como tableros de fibra/partículas con cemento y otros minerales para elaboración de cerramientos, techos y paneles técnicos, los cuales cuentan con varias patentes industriales ante el Servicio Autónomo de Propiedad Intelectual (SAPI), Caracas, Venezuela, Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en el año 1993, y máximos reconocimientos por la Universidad de Los Andes. Son propuestas aún vigentes como baluarte tecnológico para consolidar el desarrollo sostenible en las comunidades rurales de la región.

Las plantaciones de caña de azúcar, territorios generadores de oportunidades para poblaciones rurales del centro y occidente de Venezuela

Las plantaciones de caña de azúcar son el cuarto rubro que contribuye al desarrollo agrícola e industrial del país, ya que se cuenta con un estimado de 116.000 ha destinadas al cultivo, de las cuales 90.000 tn./día son para la molienda en 17 centrales para producir azúcar, que en los últimos años han disminuido como producto de la crisis económica

que ha venido afectando al país (Contreras, Owen de Contreras y Contreras, 2001 b). Este rubro exige gran cantidad de mano de obra, siendo suplemento calorífico, y a partir de la caña se producen multiplicidad de productos. Por eso, la industria azucarera nacional, que en su desarrollo productivo pasó de lo artesanal a procesos industriales y contextualiza en sus alrededores poblaciones rurales en condiciones de pobreza y desempleada, está obligada a incorporar en sus planes de desarrollo la Ecología Industrial y generar nuevas oportunidades con la creación de MyPE, empresas de propiedad social (EPS) o cooperativas, así como a aumentar la producción, disminuir costos e implantar programas de conservación del suelo y recursos naturales en sus territorios.

Esta realidad se denota en las plantaciones de caña de azúcar, cultivo histórico en Venezuela con claras oportunidades de generar micro y pequeñas industrias para la elaborar múltiples productos forestales para la industria de la construcción, muebles y artesanías, aumentando los niveles de ocupación laboral y mejorando la calidad de vida de sus habitantes. De ahí que surge la propuesta original de Contreras, Owen de C., Rondón, Contreras y Contreras (2015) al concebir tableros ecoinnovadores termofundibles con residuos de bagazo de caña de azúcar debidamente procesados tecnológicamente para conformar esterillas y unidos con plásticos del tipo poliuretano y polietileno, residuos del empaque de fertilizantes agroindustriales y desechos de comunidades rurales. La factibilidad de este tipo de tecnología ha sido demostrada por Contreras y Rondón (2016) a través de estudios realizados y comparados con las normas nacionales e internacionales para contrachapados de madera con chapas y esterillas conformadas por tiras de pino caribe, teca o melina, abriendo un horizonte posible a la apropiabilidad tecnológica por las comunidades rurales.

Las plantaciones de arroz, maíz y sorgo, territorios generadores de oportunidades en la región llanera central de Venezuela

Los estados Guárico y Portuguesa, entre otros, representan *el granero de Venezuela* por sus desarrollos agroindustriales de grandes extensiones de cultivos de arroz, sorgo y maíz. A pesar de la disminución productiva actual, una vez estabilizada la crisis económica del país tenemos la oportunidad de desarrollar plantas conexas a las tradicionalmente establecidas para consolidar pequeñas y medianas empresas que aprovechen los residuos de biomasa como las cáscaras de arroz, las hojas tallos de sorgo o maíz, que permitan elaborar insumos constructivos como tableros con cemento para cerramientos, bóvedas para entresijos y techos, así como tableros de fibra y de partículas para mobiliario. Los autores desarrollaron a principios de la década de los años noventa en el LNPF varios tipos de productos constructivos de los anteriormente mencionados con excelentes resultados de resistencia físico-mecánica, calidad y costos competitivos, además de facilitar la apropiabilidad de la tecnología por las comunidades rurales llaneras.

Las plantaciones de sisal, territorios generadores de oportunidades a las comunidades del estado Lara y regiones áridas venezolanas CHAK

El sisal es un producto que se puede obtener de las plantas de agave, que han sido cultivadas con fines productivos, especialmente para productos de licor (tequila y aguardiente), cuerdas y artesanías diversas. En las industrias de licor del estado Lara como Aguardiente Jirajara o en Jalisco, México, una vez aprovechada la piña del agave, las plantas pasan a ser residuo. Por eso los autores, al igual que con la cáscara de arroz, desarrollaron a principios de la década de los noventa en el LNPF varios tipos de productos constructivos con excelentes resultados de resistencia, calidad y costos competitivos, además de facilitar la apropiabilidad de la tecnología por las comunidades rurales larenses; y en esa concepción similar se han hecho investigaciones en la Universidad de Guadalajara sobre las perspectivas del aprovechamiento del agave en México para elaboración de insumos constructivos. Por su parte, Yuraima Centeno (2012), en el IDEC-UCV, hizo una valiosa investigación demostrando la factibilidad técnica del aprovechamiento de las fibras de sisal (*Agave sisalana*) para mejorar el desempeño de la mezcla con cemento en materiales constructivos de cerramiento.

Las plantaciones de coco, territorios generadores de oportunidades en las regiones costeras de Venezuela

Contreras y Owen de Contreras, al igual que con la cáscara de arroz y el sisal, desarrollaron a finales de la década de los noventa en el LNPF varios tipos de productos constructivos con este material con excelentes resultados de resistencia físico-mecánica, calidad visual y costos competitivos, además de propiciar la apropiabilidad de la tecnología por las comunidades rurales costeras. Recientemente, López y Sifontes (2016), con la asesoría del Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño, desarrollaron mezclas para la elaboración de bloques de cemento y arena para cerramientos, en los cuales se incorporan de manera separada las fibras de coco, sisal y vástago de plátano con excelentes resultados. Todo ello conduce a proponer un Plan Nacional de Tecnología para el Aprovechamiento de los Residuos de las Plantaciones Cocoteras de las Regiones Costeras de Venezuela para la Elaboración de Insumos Constructivos.

Productos ecoinnovadores para la construcción a partir de residuos urbanos y rurales en Venezuela

El aprovechamiento y valorización de algunos residuos urbanos y rurales se convierte en una propuesta ecoinnovadora que se consolida con la definición del “Modelo de Ecodiseño, Sistémico e Interactivo de Sostenibilidad para la Interrelación de Factores Antrópicos y Medioambientales en un Territorio” elaborado por Contreras, Owen de C., Rondón, Contreras y Contreras (2015), aplicable en la gestión de organismos públicos a diversos niveles estratégicos, comenzando por los municipios venezolanos, administradores de los territorios urbanos y rurales.

En Venezuela, la mayoría de los municipios dirigen su disposición a los vertederos sanitarios según los dictámenes de la Ley de Gestión Integral de la Basura (LGIB, 2010), observándose que no hay planes que permitan gestionarlos de forma integrada a otros sectores de producción. El modelo planteado permite la participación de la industria de la construcción y del mueble, entre otras, al reutilizar o reciclar parte de los residuos y desechos sólidos y convertirlos en materia prima para la generación de nuevos productos a ser usados en edificaciones habitacionales. Con ello existiría un potencial beneficio para las comunidades de bajos recursos económicos si ponen en práctica el modelo planteado, ya que al aprovechar los residuos y desechos sólidos producidos en sus municipios, trabajando en forma coordinada con los organismos públicos para generar nuevos productos comercializables en su territorio, pueden lograr un desarrollo socioeconómico que se traduce en una contribución al mejoramiento de su calidad de vida.

■ Conclusiones

El aporte de la ecoinnovación en el desarrollo sustentable de las comunidades rurales y urbanas se hace evidente en los nuevos productos presentados en esta investigación, elaborados a partir del aprovechamiento de los residuos de las plantaciones agrícolas y forestales, además de los residuos sólidos generados en los asentamientos humanos, los cuales son utilizados como materia prima para la fabricación de diversos productos por micro y pequeñas empresas que se pueden establecer en las adyacencias de las plantaciones o de los centros de producción agroindustrial generando otras fuentes de empleo, mayor beneficio socioeconómico a los habitantes de las periferias y, a su vez, disminuyendo los impactos negativos ocasionados por la actividad antrópica del hombre.

La generación de nuevos productos para suplir necesidades básicas del hombre, como viviendas, mobiliario y artículos deportivos, entre otros, ha sido a través de la historia uno de los potenciadores del desarrollo y es en los centros de investigación donde se gestan; de ahí la importancia de integrarlos a las instituciones del estado, en particular en Venezuela, que con su potencial humano y de recursos naturales tiene la oportunidad de generar nuevas y mejores oportunidades y horizontes no sólo para la alta industria, sino especialmente para las comunidades rurales que habitan en las periferias de los centros de producción de las grandes plantaciones agroindustriales de plátano, cambur, caña de azúcar, arroz y plantaciones forestales de pino caribe y teca, entre otras, al integrar y poner en práctica los principios desarrollo sustentable/sostenible en sus políticas para lograr el equilibrio armónico de la vida del hombre en nuestro país.

■ Referencias

- Centeno Yuraima. (2012), Evaluación del desempeño de la mezcla con cemento y fibras de sisal (Agave Sisalana), para fabricar materiales constructivos de cerramiento y otros componentes. Venezuela: IDEC-UCV.
- Contreras Miranda, W. (2006). Propuesta Metodológica de Diseño Ambientalmente Integrado para Proyectos de Diseño de productos Forestales laminados Encolados con calidad Estructural. Tesis Doctoral. España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Contreras Miranda W., Cloquell Ballester V. y Owen de Contreras M. (2005). La Madera. Productos Forestales. Industria Forestal. Conceptos y clasificación. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Contreras Miranda, W.; Cloquell, V.; Owen de Contreras. M. (2009). *Ecodiseño & Sostenibilidad*. El Diseño Ambientalmente Integrado (dAI), en el Desarrollo de Nuevos Productos de Madera. (1): 137-140
- Contreras Miranda W., Owen de Contreras M., Rondón Sulbarán M. T., Contreras Owen A. A. y Contreras Á. S. (2015). *Designo*. El Ecodiseño en un modelo sistémico de sostenibilidad para el aprovechamiento de los residuos urbanos y rurales. Volumen. (2): 32-71.
- Contreras Miranda, W. y Owen de C. M. (2006). *Revista Forestal Latinoamericana*. Diseño de Tableros de Partículas de Caña Brava y Adhesivo Fenol – Formaldehído (R 10% / R 13%). (39): 39- 55.
- Contreras Miranda, W. y Owen de Contreras. M. (1997 a). *Revista Forestal Latinoamericana*. Utilización de la Planta Musácea Plátano (Musa Paradisiaca) en la fabricación de tableros de partículas de plátano y cemento. (21): 67-92.
- Contreras Miranda, W. y Owen de Contreras. M. (1997 b). *Revista Forestal Latinoamericana*. Tableros Aglomerados de partículas de plátano (Musa , Grupo AAB, cv “Harton”). (22): 73-76.
- Contreras Miranda, W., Owen de Contreras M. y Contreras Y. (2003). Sistema Constructivo con Madera – Uverito. Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Contreras Miranda, W.; Owen de Contreras. M.; Contreras, Y. (2004). *Revista Forestal Venezolana*. Generación de nuevos productos forestales para sistemas estructurales a partir de gramíneas y residuos de plantación de pino caribe (*Pinus caribaea var. Hondurensis*). (1): 75-91.
- Contreras Miranda, W.; Owen de Contreras. M.; Garay, D.; Contreras, Y. (1999). *Revista Forestal Venezolana*. Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava *Gynerium sagittatum* y adhesivo ureaformaldehído. 43(2): 129-135.
- Contreras Miranda, W.; Owen de Contreras. M.; Valero, E.; Cloquell. V.; Contreras, A.S. (2010). *Ecodiseño & Sostenibilidad*. El Diseño Ambientalmente Integrado y el Ecodiseño en la elaboración de tableros aglomerados de partículas de bambú con adhesivo fenol Formaldehído. (2): 117-144.
- Contreras Miranda W. y Rondón Sulbarán M. T. (2016). *Construcción y Tecnología*. Evaluación de uniones en tableros contrachapados de madera de pino caribe unidos por material reciclado de polietileno y poliuretano termo fundido. En proceso de arbitraje.
- Contreras, W.; Owen de Contreras. M.; y Contreras, Y. (2001 a). *Revista Forestal Latinoamericana*. Nueva Generación de Residuos Forestales a partir del uso integral de la Caña Brava (*Gynerium sagittatum*). (29): 29-42.

- Contreras, W.; Owen de Contreras. M.; y Contreras, Y. (2001 b). *Revista Forestal Latinoamericana*. Determinación de los esfuerzo de diseño de un Elemento Estructural Laminado, denominado Cañallam , con tiras de Caña Brava (*Gynerium sagittatum*) y Adhesivo Fenol- Formaldehído. (31): 35-48.
- Estrada, P. y Contreras Miranda W. (2017). *Designo*. El Ecodiseño y Análisis de Ciclo de Vida ACV-Coclowen en la determinación de los niveles de sostenibilidad y proyección de mejora en tableros de bambú de uso no estructural en México. Volumen. (3): 12-31.
- FAO (2017). Breve descripción de los recursos forestales en Venezuela. Venezuela <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:B8JDFN0K81wJ:www.fao.org/docrep/007/ad102s/AD102S15.htm+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ve>
- Freas, A.D. and Selbo M.L. 1954. Fabrication and design of glued laminated wood structural members. Technical Bulletin 1069. Madison, Wisconsin. USA: U.S. Forest Products Laboratory.
- Garay, D. (1988). Producción de tableros aglomerados de partículas a partir de mezclas de especies de los Llanos Occidentales. Venezuela: Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Tesis presentada para optar al Título Magister Scientae en Tecnología de Productos Forestales.
- LGIB. (2010). Ley de Gestión Integral de la Basura. Venezuela: Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.017 del 30 de Diciembre de 2010.
- López, W., y Sifontes G. (2016). Comportamiento Mecánico del Mortero de Cemento Reforzado con Fibras Naturales para la Elaboración de Bloques de Fibrocemento. Venezuela: Tesis de Grado Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes.
- Maloney, T. (1993). *Modern Particleboard & Dry- Proces Fiberboard Manufacturing*. USA: Miller Freeman Inc.
- Moreno, P., Garay D., Durán J. y Valero S. (2007). *Revista Forestal Latinoamericana*: Utilización de *Bambusa vulgaris* como una Alternativa en la Fabricación de Tableros Aglomerados de Partículas. (42): 35-47.
- Moslemy, A. (1974). *Particleboard*. Vol. I: Materials. USA: Southern Illinois.
- Owen de Contreras M., y Contreras W. (1997). *Revista Forestal Venezolana*. Elaboración de un elemento laminado, tipo Parallam, con tiras de Pino caribe variedad Hondurensis, y adhesivo fenol- formaldehído. 41(2):25-36.
- Porter, Michael. (2007). The competitive advantage of the nations. USA: Harvard Business Review. Págs: 69-95.
- Schumpeter, Joseph. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. Quinta Reimpresión, México: Fondo de Cultura Económica.
- Wicke, A. (1972). *Tableros de Pajilla Madera-Cemento*. Venezuela: LABONAC.