



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage

<https://revistas.uaa.mx/>

Transdisciplinariedad de Ing. Civil y Agroindustrial: temas de convergencia.

Transdisciplinary Civil Engineering and
AgroIndustry: converging topics.

Lorena Vargas Rodríguez

Sergio Jacinto Alejo López

Rosalba Fuentes Ramírez

Universidad de Guanajuato

To cite this article:

Vargas, L. Alejo, S. Fuentes, R. (2019). Transdisciplinariedad de ing. Civil y agroindustrial: temas de convergencia, *Artificio*, 37-48.

Transdisciplinariedad de ing. Civil y agroindustrial: temas de convergencia.

Lorena Vargas Rodríguez
Sergio Jacinto Alejo López
Rosalba Fuentes Ramírez

Resumen

Se presenta una breve introducción a la Ingeniería y la relación existente entre la Ingeniería Civil y la Agroindustrial, desde el enfoque de una propuesta del uso de materiales sustentables agroindustriales para su empleo en el desarrollo de elementos de las obras civiles; lo anterior con la finalidad de obtener productos que minimicen el deterioro ambiental. En este contexto se ha establecido un ámbito de colaboración multi y trans disciplinario entre la Universidad Autónoma de Aguascalientes y la Universidad de Guanajuato.

Palabras clave: *Agroindustria, ingenierías, construcción*

Abstract

This article presents a brief introduction to engineering and the relationship between Civil Engineering and Agroindustry, from the perspective of the use of sustainable agroindustrial materials with the objective of minimizing environmental deterioration. From the former perspective, multi and transdisciplinary collaboration has been established between the Autonomous University of Aguascalientes, and Guanajuato University.

Keywords: *Agroindustry, engineering, sustainability*

Nace la Ingeniería

Si nos preguntáramos, desde cuándo está presente la Ingeniería en la sociedad, la respuesta es: antes que surgiera esta última. En la historia de la humanidad, el hombre en sus primeros pasos tuvo que enfrentarse a construir su propio refugio para protegerse del entorno, abandonando los refugios naturales, originando su propia arquitectura, por lo que la historia de las construcciones es tan antigua como la humanidad misma (Calcerrada, 2010, p. 3). En este comienzo de la civilización, el hombre tuvo que utilizar medios materiales naturales específicos, crear y usar mínimas herramientas, como medida de sobrevivencia. Fue así, que debieron de ocurrir un sinnúmero de intentos estructurales a partir de innumerables materiales recolectados en su hábitat.

Ingeniería como disciplina

En la actualidad, la Ingeniería lejos está de ser solamente un oficio propio de hombres duros y bruscos con poca inclinación a la vida social, como es trabajando en la profundidad de una mina, abriendo caminos en los montes y selvas, inspeccionando el cuarto de máquinas de un barco en alta mar, pernoctando en tiendas de campaña en terrenos inhóspitos, atendiendo incidencias en la línea de producción en altas horas de la noche, reparando contingencias en una plataforma petrolera en el océano, siempre haciendo mediciones y utilizando instrumentos complicados para tomar decisiones los altos mandos.

A partir del siglo XXI las características del Ingeniero han conformado los ámbitos de su formación académica, personal y social-humanista, como es la disposición de los instrumentos conceptuales y las habilidades mentales, las cuestiones metodológicas en la investigación científica, la actitud de servicio, la capacidad de expresión, la conciencia en los valores como es la dignidad humana, colaboración en

equipo, compromiso con los problemas nacionales e internacionales, la sustentabilidad, así como los deberes cívicos y éticos (Tavera, 2000).

La Ingeniería como disciplina científica no muestra un campo cerrado ni exclusivo de un grupo específico de profesionistas, más bien está sujeta a cambios intensos y variados para su propio crecimiento y supervivencia, señala Morin (s/f) que una disciplina es una categoría organizacional en el seno del conocimiento científico; ella instituye allí la división y la especialización del trabajo y ella responde a la diversidad de los dominios que recubren las ciencias (p. 1). Para el caso de la Ingeniería aun cuando está ligada a entes de conocimientos científicos más amplios, tiende al equilibrio de su autonomía, establece sus límites mediante su lenguaje y conceptos, sus técnicas y sus teorías. Debemos estar atentos y cuidadosos, de no cerrar la concepción de la Ingeniería al territorio de su propia disciplina con un sentido de propiedad y de aislamiento, de prohibición al exterior con otras disciplinas distintas. Se necesita lo que Morin (*ibíd.*) reconoce como “una mirada naif de amateur”.

Primeras obras de construcción, primeros materiales y primeras herramientas

Por otra parte, hablando de los productos que la Ingeniería de la construcción entrega a la sociedad, resulta ser un imposible número de obras para enunciarse mínimamente a lo largo de la evolución, incluso si son las de amplia relevancia para todos los tiempos; podría ser más adecuado indicar los tipos de construcción a través de la necesidad que satisfacen, pero profundizar en esto, escapa al enfoque del presente escrito.

Construcciones como refugios, andamios, puentes y caminos para acercarse al agua y los alimentos pueden considerarse como los más emergentes en el curso de la historia, más tarde diversificaría

en pos de satisfacer otras necesidades (para la accesibilidad a plantas medicinales o ceremoniales, al alimento para su ganado, etc.), otras veces se construiría para alejarse, y/o protegerse de riesgos e incluso (templos y tumbas) para rendir culto a sus deidades y monarcas. Con el sedentarismo (hacia el año 8,000 A. C.), avanzaría en la preparación de los primeros aljibes para captación de agua, desviación o canalización de la misma (con el comienzo de la agricultura) y cercos que resguardaran a los animales de los que se beneficiaría. Todo esto, tan solo por enunciar las bases de las construcciones ancestrales, “haciendo uso certero” por ejemplo de los elementos naturales del entorno inmediato, orientado por la luz del razonamiento y de una “primitiva matemática”, que estaría asistida de enorme experimentación a prueba y error, pero que con el pasar del tiempo, un día se consolidó como consecuencia de la “constante observación”. Así nacería la Ingeniería, como el conjunto de conocimientos y técnicas al servicio del hombre, en su acepción más simple.

La civilización griega crea un tipo nuevo de personalidad: el pensador, el hombre “que piensa”, que tiene ideas propias o sabe imprimir un sello personal a los conocimientos que adquiere de otros. Ese ser “pensador”, suplanta al “sabedor de cosas”, encuentra el camino de la demostración para asegurar la viabilidad de un sistema, cuyos miembros se encadenan de manera lógica, e inventa (...). (Calcerrada, 2010, p. 5).

A saber, las plantas fueron de las primeras proveedoras de estos elementos de construcción, destacando algunas partes anatómicas como las hojas (de todo tipo de palmas), vástagos florales (escapo o qurote de agaves), troncos maderables (pinos, encinos, roble, mezquite), tallos ahuecados (bambú, carrizos) y tallos de herbáceas (patas de cereales), éstos últimos aportando fibras para mezclarse con otros elementos como arcillas; son solo algunas ejemplificaciones generales. El

aprovechamiento de estos recursos materiales surge por conveniencia del incipiente hombre sedentario respecto a la facilidad de la identificación, ubicación, extracción, traslado y manejo de los mismos; ante la necesidad de construir un hábitat apropiado para el desarrollo de esa nueva forma de vida (sedentaria), ahora sustentada por las nacientes actividades agropecuarias (Moralejo, Kavanagh de Prado y Quesada, 2015, p. 122).

Otro elemento quizá no tan emergente, serían los pigmentos, que al agregarse o sobreponerse a todas esas construcciones brindarían paisajes agradables, y fortalecería la identidad y personalidad del individuo y de las culturas.

Un material para elementos estructurales que merece destacarse, es sin duda la madera. Así Llana y Fernández (2012) afirma: “la madera que llegó a utilizarse indiscriminadamente teniendo una tendencia exponencial a través de diversas etapas, desde el hincado de pilotes hasta los acabados ornamentales y de consumo” (p. 20). Refiriéndose a la Cd. de México en sus comienzos de construcción (1519-1525), señala los problemas de deforestación y desertificación del cinturón de bosques, antiguo orgullo prehispánico (p. 18) y como dato curioso, el caso de la viguería de la casa de Cortés, consistente en aproximadamente siete mil vigas de cedro.

El desarrollo de la antropología, definida como el estudio de los carbones recuperados en contextos arqueológicos; y las cartas descriptivas o diagramas que se establecen a través de la historia, han sido una herramienta valiosa que ha permitido atestiguar el empleo de taxones leñosos específicos para cubrir las diferentes necesidades (construcción del hábitat con maderas flexibles y muy resistentes, combustible, alimento de ganado, elaboración de utensilios, entre otras) (Badal, 1988). La antropología, adicionalmente aporta la contribución botánica de las especies vegetales (por ejemplo, la abundancia, distribución,

biodiversidad, etc.) utilizadas por el hombre de acuerdo a los periodos y eras geológicas en las que lo acompañaron.

El periodo Neolítico supone el inicio de la agricultura y la ganadería. Si bien en los períodos anteriores (Paleolítico, Mesolítico) el hombre tiene un conocimiento del medio que habita, en estos momentos pasa a tener un dominio sobre él (Rementería, 2005). Es así como surgen las especies vegetales y animales antrópicas para su conveniencia. Esta nueva economía conlleva un cambio de vida, que se refleja en la cultura material pero también en el paisaje vegetal.

La Ingeniería ha estado allí siempre desde los primeros albores de la civilización como se menciona, desde el *Homo habilis* con su herramienta simple construida (piedra afilada), y luego el *Homo erectus* con su herramienta más compleja y sofisticada que su antecesor (tipo hacha de mano), quienes con sus instrumentos crearon la equivalencia a lo que hoy llamamos tecnologías, porque en esencia fueron desarrolladas por ingenio humano con el fin de facilitar el alcance de una solución, que tendría el beneficio del individuo y grupo (luego sería el hombre y la sociedad).

Llanas y Fernández (2012) afirma: Era el s. XVI para México, en la capital Republicana y los muros, en su gran mayoría se construían de los materiales tradicionales con pocas diferencias en las técnicas; tal es el caso de las paredes de adobe, donde fue común añadirle a la arcilla tepalcates para aumentar su resistencia, o zacate, paja o pelo de animales para lograr su cohesión y contribuir a la tolerancia en zonas de alta sismicidad. También fue común recurrir a refuerzos angulares prehispánicos a base de carrizos en forma de varillas, con lo cual funcionaban como disipadores de energía. Los muros de mampostería, que llegaron a ser más

abundantes que los anteriores, se elaboraban con morteros ricos en cal para incrementar su durabilidad y elasticidad, con lo que lograban absorber grandes deformaciones (p. 9).

Zona de confort de las satisfacciones humanas vs problemas ambientales: nacimiento de la Ingeniería flexible y sustentable

Ante la pregunta, de por qué se deslindó el uso de materiales naturales (orgánicos) en la construcción, podrá haber diversas respuestas; sin embargo, aquí se discute la zona de confort para la sociedad como demandante de edificaciones con elevados estándares de calidad en todos los aspectos destacando los materiales propios, pero con el menor costo económico. La pura conciencia ambiental, reflexionada para aquellos materiales altamente contaminantes (de aire, agua, suelo y salud, incluso del mismo humano) como productos terminados o desde sus procesos, aún no ha alcanzado a ser suficiente para alejarse de forma significativa de estos abastos y optar por alternantes biológicos-orgánicos o naturales.

Tan solo la obtención de cemento para fabricar concreto implica un alto consumo energético y grandes emisiones de gases, lo que lo convierte en un material costoso y contaminante. Heldriks (como se citó en Fuentes, Frago y Viscaino, 2015, p. 100), afirma que la industria del cemento, a escala mundial, tiene el 2 % del consumo global de energía y el 5 % del consumo global de energía industrial, en tanto Vanderley (Fuentes et al., 2015, p. 100) señala que eso genera aproximadamente una tonelada de CO₂ por cada tonelada de clinker dependiendo de la eficiencia de la planta.

Sin embargo, ante esto surge la esperanza, de sino es la conciencia ambiental por los problemas que se generan lo que empuje a virar, será la misma sociedad insaciable y demandante de innovadores materiales, que ofrezcan los más sorprendentes atributos, así estamos ante la era de los “Smart materials”, “nano” y ecológicos (que se resisten a quedar en solo una moda). Es aquí donde resurge espacio de proyección para los materiales con origen natural en las edificaciones, como ocurrió en los orígenes de la civilización, pero bajo el cobijo de una civilización avanzada en conocimientos y desarrollos tecnológicos que identifiquen, recuperen y apliquen esos materiales.

Méndez y Payá (como se citó en Fuentes et al., 2015), afirman “que en algunos casos se podría sustituir el cemento por adiciones de residuos agroindustriales, con muy buenos resultados” (p. 100).

Paradójicamente, el medio ambiente cobra a esta misma sociedad el abuso en la explotación de los recursos naturales, la desenfrenada actividad humana (como un ejemplo con su industria de química sintética, comprendiendo toda la gama de industrias satelitales), ha provocado el desequilibrio meteorológico, mismo que ahora exige “el desarrollo de nuevos materiales, diseños, tecnologías, etc.”, que hagan frente a esas adversidades (como lluvia ácida, contaminación aérea, sismos y varios otros factores climáticos), pues ponen en riesgo, incluso sus más preciadas obras ingenieriles.

Afortunadamente, la necesidad de “crear” distingo del Homo sapiens sapiens como medio para trascender, compromete al humano en el ámbito de la Ingeniería a desempeñarse con enorme aspiración de salir victorioso, ante los grandes retos que hoy día se presentan. La propia naturaleza de superación que conlleva el confort, estética y la mejora de la calidad de vida, pasando por supuesto por la solución a todo aquel problema que aqueje al

humano, debe hacer de la Ingeniería una disciplina con fronteras disolubles que transversa a otras áreas, esto es una Ingeniería flexible, con el único afán de alcanzar su cometido.

Es oportuno destacar, que brindar solución a algunos de los problemas, alcanzar el confort, la mejora de la calidad de vida e incluso la estética tendrán que adquirirse en un marco de respeto al medio ambiente y/o uso sustentable. Así, Torres, Álvarez y Obando (2008), señalan el nuevo perfil del Ingeniero que pretende satisfacer los requerimientos del desempeño profesional, los niveles científicos y generar nuevos conocimientos, con una alta significación social y la preservación del medio.

En la actualidad, la investigación, la transferencia de tecnologías, los nuevos materiales de Ingeniería y la utilización de los residuos industriales generados tienen un papel importante para el desarrollo, al generar innovación y mejora que fortalecen la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente (Fuentes et al., 2015). Así, la Ingeniería flexible debe tener además, característica vanguardista, sin miedos a introducir materiales ecológicos y/o naturales. No obstante, el camino hacia la flexibilidad en la Ingeniería como en otras disciplinas no ha sido sencillo, en algunos casos ni se ha comenzado.

La Ingeniería y la disciplinariedad

La disciplinariedad aparece en tres modalidades: interdisciplinariedad, la polidisciplinariedad y la transdisciplinariedad. La primera se refiere según Morin (*ibíd.*) a que diferentes disciplinas se sientan en una misma mesa o también puede ser un intercambio y cooperación; la polidisciplinariedad, que constituye una asociación de disciplinas en virtud de un objeto que le es común y la transdisciplinariedad, que trata de esquemas

cognitivos que pueden atravesar las disciplinas. Estas cuestiones de las disciplinas son complejas y deben estar articuladas, es decir, tomar en cuenta el contexto cultural y social y considerar lo metadisciplinario, que pretende que una disciplina sea a la vez abierta y cerrada, se supere y se conserve; y se disponga de saberes que respondan de manera confrontada a las necesidades del hombre (Morin (s/f), p. 8).

En la actualidad, existe una necesidad imperiosa de Ingenieros formados para la convivencia en la paz, la ciudadanía, la tolerancia en la diversidad de opiniones, las ideologías y contar con “una cualidad interdisciplinaria para dar apertura a otras áreas del conocimiento” con distintos enfoques y tener “soluciones más duraderas y pertinentes”.

La Agroindustria y la Ingeniería Civil. Ejemplos de convergencias

Hablar de la Agroindustria en las obras de Ingeniería Civil, es un asunto complejo que ha sido mínimamente atendido en escritos (pero este es justo el motivo del presente documento), habrá más antecedente sin duda de la Ing. Civil en la Agroindustria. Qué para la interpretación los autores del presente documento, eso debe enfocarse a las obras ingenieriles (comprendiendo el diseño, construcción, mantenimiento, etc.) de edificaciones como plantas agroindustriales en las que ocurren las transformaciones de los productos agropecuarios. Sin embargo, haciendo la investigación documental se encontró que incluso existe una licenciatura que fusiona los términos de esos dos campos disciplinares, en la denominada “Ingeniería Civil en la Agroindustria” (<http://ww2.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?GUID=bf8e0974-917-41a2-8429-5ce4320c7b67&ID=77405>; recuperado el 7 de julio de 2017), impartida en dos instituciones:

la Universidad Tecnológica Metropolitana y la Universidad de Frontera ambas con Sede en el país de Chile. Al revisar la descripción de la Licenciatura que a la letra dice:

“La especialidad de este profesional lo habilita para ejercer en el sector agroindustrial en sus aspectos funcionales tales como planificación, programación, dirección, simulación, optimización, supervisión y evaluación de procesos productivos en la agroindustria bajo una norma de calidad integral en las empresas Agroindustriales (agrícola, forestal, ganadero, u otro).”

escapa esa directriz al enfoque del escrito que los autores buscan para la ocasión, es decir que la fusión se refleje en los conceptos más allá de los términos y sea “la agroindustria en la construcción” en todo momento la orientación.

Así, el objetivo del presente escrito, es discutir y presentar las convergencias y forma o mecanismos como se entretajan, transversan y complementan las disciplinas de la construcción con la rama agroindustrial (en un esfuerzo multidisciplinario que aún no termina de surgir). Pudiera no ser complejo, si solo se enfoca la atención a lo tangible que aporta la Agroindustria en este análisis de fusión; por ejemplo, destacar los productos, subproductos y/o residuos agroindustriales y agropecuarios como “verdaderos materiales de la construcción”, para el desarrollo de las obras civiles. A reconocer, de estos nuevos e innovadores materiales sus particularidades de naturaleza orgánica, que hace de sus propiedades una nueva ventana de exploración, en especial ante la enorme necesidad del mundo para operar en un espacio de sustentabilidad.

Una amplia aplicación de estos materiales, son el caso de las fibras vegetales (producidas para el propósito o recuperadas de los desechos agrícolas

o agroindustriales) que han sido utilizadas en la industria de la construcción civil. Directamente, incidiendo en los llamados “materiales de refuerzo” de componentes constructivos, reforzando matrices frágiles como “compósitos” según John (como se citó en Savastano Jr., Rosario, Flores y Araujo, 1999).

Aun cuando no es la intencionalidad del presente trabajo referir la importancia social significativa, de impulsar la producción agropecuaria y agroindustrial de estos materiales con origen vegetal, es imposible pasar por alto que en variadas ocasiones son además, especies antrópicas (como el sisal, lechuguilla y arroz (*Agave sisalana*, *Agave lechuguilla* y *Oriza sativa*), que explícitamente presentan enorme importancia cultural para uno o muchos países y son motivo de la generación de empleo hacia regiones agrícolas muy subdesarrolladas). En el campo operativo pueden pasar a ser investigadas como alternativas destinadas a la construcción de interés social, por presentar determinadas ventajas como: gran disponibilidad de esa materia prima, bajo valor de mercado y posibles propiedades mecánicas de los compósitos resultantes, significativamente superiores a las de la matriz sin refuerzo, en esto último la capacidad de refuerzo para diversas fibras (sisal, coco, eucalipto y banana) se mostró significativamente superior en ensayos de flexión, con resistencia a la tracción y energía de fractura muy por encima al patrón (polipropileno) para argamasa con cementicio y 2% de la fibra correspondiente (Savastano Jr. *et al.*, 1999).

Un asunto polémico de estas materias primas (fibras vegetales) ha sido la durabilidad; sin embargo, han surgido reportes que introduciendo un tratamiento con polímeros, hidrorrepelentes o mineralizaciones con resinas, aceites, asfaltos o soluciones base de silicato de sodio y sulfato de aluminio y dependiendo de la fibra, mejoran ese atributo de calidad, incluso a semejanza de otros sistemas constructivos

compatibles (Guimaraes, Bernaldo, Agopyan y John como se citaron en Savastano Jr., 1999).

Un segundo elemento derivado nuevamente de los recursos vegetales, lo aportan “las cenizas”, en la fabricación de bloques ecológicos de construcción en mampostería reemplazando al “cemento Portland” (Fuentes et al., 2015), que nuevamente brinda la posibilidad de establecer un amplio desarrollo sustentable. Fuentes et al. (2015), concluyen con su experimentación que es viable en Colombia el uso de las adiciones de cenizas de cáscara de arroz (15 %), para fabricación de bloques de concreto tipo comercial de doble hueco (con 28 días de curado); como propuesta efectiva para la reutilización de estos residuos, que sirven hacia el desarrollo de materiales más competitivos, técnicos, económicos y amigables al ambiente. La evaluación de calidad, que reportaron estos autores fue referida a las normas NTC 4076 y ASTM C129 (relacionadas a procedimientos de unidades bloques y ladrillos de concreto no estructural en Colombia); no obstante, que los bloques no cumplieron la NTC, sugirieron por la densidad (1.30 g/cm³) y resistencia mecánica (0.358-1.439 MPA) resultantes similares a los comerciales el uso como componentes de construcción liviana no portante. Las cenizas incrementaron la resistencia a la compactación, en un papel como aglomerante puzolánico.

El último elemento de origen vegetal que sigue en investigación para su aplicación en la industria de la construcción es el mucílago de nopal, comúnmente denominado baba de nopal. Es una sustancia polimérica altamente hidrofílica, con característica de alta viscosidad a bajas concentraciones, por lo que resulta en un atractivo aditivo con función de consolidante en las formulaciones de morteros, concretos, etc. o adhesivo en pinturas. De esta forma, existen innumerables reportes de su uso en las llamadas pinturas base cal, con formulaciones

muy ancestrales; adicionalmente, otro sector potencial es la restauración de inmuebles de alto valor cultural pertenecientes a grandes culturas antiguas. Su fácil extracción desde la fuente del nopal (en un medio acuoso), la abundancia de su fuente vegetal (más de 220 especies de nopal en el mundo identificadas y clasificadas, y unas 60 a 90 para México como endemismo (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), 2017), los bajos costos, sencilla manipulación podrían revalorar a esta sustancia para este sector de edificación en tiempos de aspiración por lo sustentable.

Nuevamente, es una materia prima con la válida recuperación de esta sustancia de desechos de nopal de las diferentes agroindustrias o producciones agrícolas.

En la Tabla 1, se presenta un listado de algunos materiales de origen vegetal reportados con potencial para aprovecharse en la industria de la construcción.

Otros materiales comentados en Fuentes et al. (2015), es la cáscara de arroz, cenizas de rastrojo de maíz, cenizas de hoja de maíz-bagazo de caña y ceniza de coco-pepino.

Experiencia de vinculación entre universidades hermanas: UAA y UG representadas por la Ing. Civil y la Agroindustrial respectivamente

Esperando no parecer una experiencia presuntuosa, ni presentar un instructivo para que se construya la vinculación entre los miembros de dos disciplinas en apariencia con poca afinidad, se hizo la reflexión sobre los aspectos que han permitido realizar una colaboración estrecha no solo de equipo de trabajo, sino una fusión en el campo mismo de las Ingenierías.

La Ingeniería Agroindustrial, reiteradamente se ha comentado ampliamente en este escrito qué a través

Material utilizado	Producto en la construcción y propiedades otorgadas	Cita
1. Fibra de hoja de agave "sisal" (<i>Agave sisalana</i>)	¹⁻⁴ Refuerzo en matrices (compósitos fibrosos) frágiles de cemento escoria básica granulada de alto horno. Presentan elevada resistencia a la tracción, pero el módulo de elasticidad fue menor que el de las matrices cementicias.	Savastano Jr. et al., 1999
2. Fibra de fruto de coco (<i>Cocos nucifera</i>)		⁵ Fuentes et al., 2015
3. Pulpa de celulosa de eucalipto (<i>Eucalyptus grandis</i>)		⁶ Vargas et al., 2014
4. Fibra del tallo de bananera (<i>Musa cavendishii</i>)	⁵ Bloques de cemento no estructural, tipo comercial doble hueco de 6.3 kg. Las cenizas adicionadas (15%) como sustituto parcial del cemento Portland gris tipo I comercializado en Colombia. Incrementan la resistencia a la compactación.	
5. Cenizas de cáscara de arroz (<i>Oriza sativa</i>)	⁶ Pintura de nopal base cal. El mucílago adicionado como adhesivo.	
6. Mucílago de nopal (<i>Opuntia spinulifera</i>)		

Tabla 1. Materiales derivados de producción agrícola o agroindustrial (productos, subproductos y/o desechos) utilizados en la construcción civil.

de su ejercicio, genera productos, subproductos e incluso residuos que pueden ser utilizados en el sector de la construcción. Así, en la Universidad de Guanajuato en trabajo de investigación se han tenido diversas publicaciones científicas y patentes en trámite en torno a materias primas como:

1) El mucílago de nopal con su función de adhesivo en formulación de pinturas base cal. 2) Las fibras estructurales de nopal y agave, su obtención y caracterización físico-química que pueda proyectar las diversas aplicaciones. 3) Una tercera propuesta de estudio, es la cutícula de nopal, un material laminar que de igual forma está en caracterización (Vargas, Pérez, Arroyo, Gallegos y Flores, 2017), pero que se estima podría incluirse en recubrimientos con cualidad de absorber radiación ultravioleta; además que permite la transpiración de agua y gas con diferente tasa de velocidad de acuerdo a sus caras.

Por otra parte, la U. A. A. como Institución joven que lo es, admirable y congruente a sus principios a través de la Ing. Civil representada por el Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, ha sido una disciplina abierta (flexible), a investigar nuevos materiales de índole ecológicos; y seguramente he aquí la clave de todo para que surja la transdisciplinariedad, con esa claridad y determinación (dejando de lado asuntos de distancias, lidiar con léxicos diferentes de otra disciplina). No obstante, teniendo que vencer el anticipado reto técnico que pudieran presentar y la segura polémica ante propios y extraños, no detuvo en contactar proveedores Agroindustriales (pertenecientes al Depto. De Ing. Agroindustrial de la U. de Guanajuato) de materiales de origen vegetal, con la disponibilidad de temas como

1) Caracterización técnico-económica de pinturas base cal para viviendas de interés social en el estado de Aguascalientes.
2) Bloques de tierra compactada estabilizados con mucílago de nopal y reforzados con fibra de nopal, han quedado registrados y brindan evidencia de

la experiencia de la transdisciplinariedad bajo tesis de maestría en Ing. Civil (concluida y en proceso), presentaciones en congresos locales, nacionales e internacionales que conllevaron publicaciones científicas de artículos, capítulo de libro y estancias de investigación.

Un asunto destacable de este grupo multi-transdisciplinario (UG-UAA), ha sido utilizar residuos agroindustriales que son problema ambiental real, en una aplicación sustentable como la incorporación a materiales de construcción por ahora de refuerzo y estabilidad, en el caso de bloque de tierra compactada (tanto para el mucílago como la fibra de nopal extraídos de esos desechos).

Reflexión Final

La Ingeniería evolucionó a partir de la aparición del ser humano de manera intrínseca, cuando comenzó a imaginar y diseñar herramientas para emplearlas como supervivencia de manera innata, para resolver problemas asociadas a su desarrollo humano. A posteriori, la Ingeniería se ha transformado y evolucionado en la vida diaria de la humanidad.

En la actualidad, dentro de las tendencias a las que se asocia la Ingeniería con la creación de nuevas tecnologías y estrategias, está la sustentabilidad. La cual focaliza en uno de sus tres pilares el cuidado del medio ambiente (los otros dos, social y económico); siendo esto un asunto inevitable. La vinculación y asociación entre la Ingeniería Civil y Agroindustrial, ofrece crear proyectos de menor impacto ambiental y nuevas alternativas de materiales (derivados de productos, subproductos y/o desechos agroindustriales y/o agropecuarios), tal es el caso del trabajo de los grupos de estas Universidades Públicas (Guanajuato y Aguascalientes), donde la experiencia adquirida ha sido exitosa y fructífera, para lo cual se pretende trabajar a futuro en temas

relacionados en la construcción de obras civiles en las ciudades, sin que demeriten problemas de seguridad estructural y confort.

Las Ingenierías y en esencia todas las disciplinas son participes de una civilización con cambios constantes en los sectores infraestructurales y tecnológicos, los cuales, sino se manejan de manera adecuada pueden traer daños irreversibles para el planeta, en tema de medioambiental. Sin duda, nuestras Ingenierías tienen un gran compromiso en cuidado del medio ambiente, y podrían ser la matriz en la que surja una relación humano-ambiente más equilibrada.

Los autores estamos convencidos que la sustentabilidad, sino es la única forma operar hacia una meta, por ahora si es la mejor.

Referencias

Calcerrada, Z. F. (2010). *Las matemáticas y la arquitectura*. Recuperado de http://matematicas.uclm.es/itacr/web_matematicas/trabajos/84/matematicas_arquitectura.pdf

Badal, G. E. (1988). *La antropología. Método de recogida y estudio de carbón prehistórico*. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/34964/169.pdf?sequence=1>

Fuentes, M. N., Frago T. O. I., & Viscaino M. L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 99-116. doi: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1434>

Llana y Fernández, R. (2012). *Ingeniería en México, 400 años de historia: obra pública en*

la ciudad de México. D. F., México: UNAM

Moralejo, O. J., Kavanagh de Prado, E., y Quesada, F. S. (2015). Vegetable imprints in architecture and basketwork imprints in the iberian site of cerro de la cruz (Almedinilla, Córdoba). *Lucentum*, 34,119-144. doi: 10.14198/LVCENTVM2015.34.04

Morin, E. (s/f) Sobre la interdisciplinariedad, Buenos Aires, pp. 1-9

Pavón, R. J. C. (2017). Evaluación de comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los tabiques suelo cemento reforzados con fibra dura de nopal y estabilizados con mucílago. (Tesis de Maestría en proceso). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México.

Rementería, I. E. (2005). Vegetación y uso del combustible leñoso en la antigüedad del país vasco: análisis antracológico del yacimiento arqueológico romano de Aloria (Amurrio, Araba). *VELEIA*, (22), 111-120.

Ríos, L. E. (2016). *Caracterización técnico económica de pinturas base cal para la implementación en viviendas de interés social en el estado de Aguascalientes*. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México

Savastano, E. Jr., Rosario, F. S., Flores, C. A., & Araujo, R. (1999). Los residuos agroindustriales en la construcción civil en Brasil. *Ingeniería Industrial. Ingeniería Industrial*, (23), 35-45. Recuperado en https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/519/482

Tavera, E. F. (2000). *La calidad en la enseñanza de la Ingeniería ante el Siglo XXI*. Madrid: Limusa.

Torres, B. A., Álvarez, A. N., & Obando R., M del R. (2008). Hacia una visión más integral sobre la formación de ingenieros en México. En *Educación y Futuro Digital*. España. <http://www.cesdonbosco.com/>. Consultado en junio de 2017

Vargas, R. L., Arroyo. F. G., Jiménez, A. D., Hernández, M. A., López, G. O., Herrera, M. C. H., Gómez, L. B. E., y González, V. F. (2012). Adhesivo de nopal en pinturas de cal, *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, Edición Especial (04), 165-174

Vargas R. L., Pérez, N. A., Arroyo, F. G., Gallegos, A. M., y Flores, R. E. (2017). Cuticle of prickly pear: structure and biological function. En Gutiérrez W. C. (Presidente de SMM). *XXVI International Materials Research Congress*. Materials Research Society-SMM. Cancún, Quintana Roo, México. Estatus aceptado

Lorena Vargas Rodríguez

Lic. En Química y Maestría en Biología Experimental por la Universidad de Guanajuato. Profesora de tiempo completo de la misma Universidad con adscripción al Departamento de Ing. Agroindustrial en la Sede Salvatierra. Título de Doctorado en Ciencias por la Universidad Nacional de Trujillo en Perú. Cuenta con Reconocimiento de Perfil Deseable en Educación Superior. Miembro del CA-Ciencia y Tecnología Agroindustrial. La investigación experimental que desarrolla tiene por finalidad la re-valoración del nopal, a través de sus componentes funcionales y/o estructurales como el metabolito mucílago (comúnmente “baba”), fibra vascular y cutícula (lámina superficial) en perspectivas de aplicaciones no convencionales.

Sergio Jacinto Alejo López

Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y profesor de la Universidad de Guanajuato en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Cuenta con Reconocimiento de Perfil Deseable en Educación Superior y es profesor integrante del Cuerpo Académico (CA) Consolidado “Educación en la Cultura la Historia y el Arte”. También es docente en el campo de la economía y comercialización de productos agroindustriales. Proporciona cursos de maestría en Investigación Educativa de la Universidad de Guanajuato y tiene experiencia en formación de recursos humanos y dirige tesis de maestría en educación.

Rosalba Fuentes Ramírez

Ing. Metalúrgico (Universidad de Guanajuato - 1985), Maestría en Ciencias de Materiales (UNAM - 1993) y Doctorado en Ingeniería (Universidad A. de Querétaro - 2003). Laboró en la Universidad de Guanajuato desde 1991 en el Departamento de Ingeniería Química de la DCNE. Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores y perfil Prodep deseable. Participó en trabajos sobre: materiales compuestos de matriz metálica reforzados con partículas cerámicas, materiales de matriz polimérica con refuerzo de fibras naturales o con nanotubos de carbono o grafeno. También en desarrollos de celdas solares sensibilizadas con colorantes.