



Report

INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION”

Enfoque Multidisciplinario en la Introducción Curricular de la Producción Más Limpia en la Educación Superior: Un Estudio de Caso del TEC de Costa Rica

ROA-GUTIERREZ, F. ^{a,*}, ARIAS, A. L. ^a, CHAVES-ABARCA, R. ^a, JAUBERT-SOLANO, W. ^a, ROBLES-OBANDO, N. ^a, VALERIO-VINDAS, J.J. ^a, ASHTON, W. S. ^b, HURTADO-MARTIN, M. ^b

a. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

b. Illinois Institute of Technology, Chicago, IL, USA

*Corresponding author, froa@itcr.ac.cr

Resumen

Ante la ejecución del proyecto “Caminos hacia la producción más limpia en las Américas”, el TEC de Costa Rica estableció un equipo multidisciplinario con la inclusión de 4 departamentos académicos que incluyeron programas en Ingeniería Ambiental, Agronegocios, Ingeniería en Producción Industrial y Administración de Empresas. Las mallas curriculares de los programas mencionados incluían originalmente cursos con diferentes enfoques a la producción más limpia, pero desde una perspectiva unidisciplinaria, subestimando las capacidades específicas de profesionales de otras disciplinas. En un proceso de análisis de capacidades de los académicos, perfiles de los profesionales formados, mallas curriculares, entre otros, se estableció un enfoque multidisciplinario que incluye el conocimiento de la estrategia de producción más limpia, pero desde una perspectiva del aporte de las capacidades específicas de la disciplina a un equipo multidisciplinario que logra un análisis empresarial integral.

Se ejecuta actualmente un plan piloto de un equipo multidisciplinario que no solo incluye estudiantes de los 4 programas participando en el proyecto sino que también se incluye a estudiantes de otros programas que fortalecen el equipo como Ingeniería Electromecánica e Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental. La metodología de trabajo incluyó capacitaciones, visitas en planta, discusión grupal de resultados, identificación de oportunidades de mejora y análisis financiero de inversión en tecnología. Dicha experiencia se realizó en forma voluntaria y extracurricular donde los profesores involucrados en el proyecto ofrecen el acompañamiento durante el proceso. El sector industrial a analizar corresponde a empresas distribuidoras de insumos agrícolas.

En este artículo se presentan las ventajas y desventajas del enfoque multidisciplinario, desde las experiencias en el aumento de capacidades del personal académico, las modalidades de transferencia a los estudiantes, el reclutamiento de empresas para el aprendizaje basado en experiencias y las modificaciones de cursos y programas involucrados.

Palabras clave: Producción más Limpia, Educación Multidisciplinaria, Educación Superior

1. Introducción

En Costa Rica, la producción más limpia fue introducida mediante una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI) y el gobierno suizo mediante la creación del Centro Nacional de Producción más Limpia (CNP+L), el cual se constituyó con tres socios que fueron CEGESTI una ONG dedicada a ofrecer servicios de asesoría en temas de gestión y ambiente, la Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR), como la entidad colectiva más importante del sector industrial y el

“CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION”

Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) como el socio académico. En el presente, el CNP+L opera con sede en la CICR y ofrece asesorías en varios temas incluido producción más limpia y no cuenta con financiamiento regular para su operación, sino que gestiona fondos internacionales y locales. La ONG CEGESTI y el ITCR no han continuado en calidad de socios del CNP+L.

En términos de entidades gubernamentales relacionadas y responsables de mejorar o impulsar la producción más limpia se pueden mencionar el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Salud, rector en el tema de residuos, y el Ministerio de Trabajo rector en seguridad laboral. Sin embargo, si se han desarrollado iniciativas aisladas como por ejemplo un proyecto conjunto entre MINAE y la Universidad de Costa Rica en el tema de Innovación en Producción Limpia ejecutado durante los años 2010-2012. (MINAE-UCR, 2009)

Desafortunadamente, no ha ocurrido la sinergia esperada entre estas y otras entidades gubernamentales que logren implementar una política nacional en el tema de producción más limpia consensuada y de impacto en el sector productivo industrial y de servicios. El primer intento para la definición de una política de producción más limpia surge en el año 2007 pero no es apoyada por ningún ministerio y en su lugar se promueve la Política Nacional de Producción Baja en Carbono y Consumo Sostenible a partir del compromiso adquirido en el año 2007 por Costa Rica de convertirse en una economía carbono neutral para el año 2021. (Granados-Solís, 2012).

La aplicación de la estrategia de gestión de Producción más limpia en Costa Rica ha carecido del apoyo de una política que formalice y obligue a las empresas a implementarlas y las experiencias aisladas surgen en algunos casos en sectores industriales como son panificación, embutidos, plásticos, metalmecánica entre otros, o impulsadas por empresas grandes en su cadena de suministros. (Fournier-Zepeda, et al., 2005; Varela-Rojas, 2003)

Por lo tanto; las aplicaciones de producción más limpia en Costa Rica se han dado debido a participaciones voluntarias en algún proyecto del Centro Nacional de Producción más Limpia, o por el programa de acuerdos voluntarios establecido por MINAE pero que no logra hasta el momento establecer una participación importante y de mayor impacto. (DIGECA-MINAE, 2007)

La introducción de la estrategia de Producción más limpia (P+L) no ha sido analizado en específico en la educación superior o universitaria. En términos más generales se han desarrollado experiencias en cuanto a prácticas sostenibles (Larran-Jorge, et al., 2014; Savageau, 2013; Sipos, et al., 2008) pero referidas principalmente a la efectividad de los sistemas de gestión ambiental de los campus universitarios, y se basan en una propuesta enfocada en la vivencia o experiencia durante la vida universitaria como un modo de impactar positivamente la formación del individuo y del profesional.

Sin embargo; la aplicación de Producción más Limpia en los campus universitarios como estrategia de gestión ambiental aunque es una contribución importante y positiva al desarrollo sostenible, no ha generado el cambio esperado en la formación de profesionales ni las competencias requeridas para lograr una aplicación generalizada de P+L en sector empresarial.

Por lo general, las universidades han integrado algunos aspectos del desarrollo sostenible en sus programas pero sin una visión integral en las mallas curriculares y mucho menos se ha incorporado la Producción más Limpia como competencias en de los perfiles de los profesionales que forma, con algunas excepciones.

La comunidad científica y las instituciones de educación superior reconocen la interconexión de las disciplinas en la resolución de problemas que enfrentan las sociedades; sin embargo, persisten programas con estructuras unidisciplinarias. (Warburton, 2003) Por lo anterior, la introducción de temas de producción más limpia o producción sostenible, abre una excelente oportunidad de introducir el tema y crear capacidades y competencias para el trabajo multidisciplinario en producción más limpia.

2. Antecedentes del Proyecto

2.1 Descripción del proyecto.

El proyecto “Caminos hacia una producción más Limpia en las Américas: Educación Superior y Fortalecimiento de Capacidades” fue liderada el Instituto Tecnológico de Illinois (IIT) y el Instituto Tecnológico de New York (NYIT), con socios en países de América Latina; lugar donde fue desarrollada la iniciativa, como el Instituto Tecnológico de Santo Domingo, en República Dominicana; la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, en el Salvador; la Universidad San Ignacio de Loyola, Perú y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Costa Rica. Posteriormente se asociaron otras universidades de la región procedentes de países como Guatemala, Honduras, y Nicaragua. La meta principal fue superar barreras hacia el desarrollo industrial sostenible en pequeñas y medianas empresas (PyMES). Esta iniciativa sería apoyada por el Centro Mundial del Medio Ambiente (World Environment Center, WEC) y los Centros Nacionales de Producción más Limpia de cada país.

En la mayoría de países la iniciativa formó parte de una escuela o carrera específica, como pudo ser la de Administración de Empresas, Ingeniería Mecánica o Ingeniería Química. Sin embargo; en el ITCR esta iniciativa fue desarrollada por cuatro escuelas diferentes, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería en Agronegocios, Administración de Empresas, Ingeniería Ambiental. Lo que hizo que el proyecto se desarrollara de manera particular en Costa Rica, con implicaciones también diferentes en la inclusión de este tema en el currículo de cada carrera.

Durante el primer año de la iniciativa se impartió capacitación al cuerpo de docentes en el tema de Producción más Limpia, que si bien formaba parte del currículo de Ingeniería Ambiental, no era lo mismo en las otras escuelas. El intercambio de experiencias fue apoyado por el CNP+L de Costa Rica. En el segundo año se desarrolló la experiencia piloto en las escuelas de Ingeniería en Agronegocios, Ingeniería en Producción Industrial e Ingeniería Ambiental. Adicionalmente, se introdujeron charlas introductorias del tema en los cursos de Emprendedurismo, el cual está incluido en más del 80% de los programas ofrecidos en el ITCR. Para el tercer año se ofreció por primera vez curso electivo específico en Producción más Limpia en la Escuela de Ingeniería en Producción Industrial.

El equipo del ITCR mantuvo reuniones periódicas y un programa de capacitación a diferentes sectores interesados en el tema, como el sector lácteo y energético. Se desarrollaron más de 20 trabajos en diferentes PyMES, con resultados muy alentadores para cada empresa. Es importante en este punto, señalar que las PyMES constituyen en Costa Rica el 98% de la empresas (Monge, 2012). Sin embargo; tienen un rezago importante con respecto a empresas de mayor tamaño, tales como falta de acceso a financiamiento, débil capacidad de administración, carencia de habilidades por parte de sus empleados, información imperfecta sobre oportunidades de mercado, poco acceso a nuevas tecnologías y métodos de organización del trabajo, y poco o nulo acceso a tecnologías para mejorar el desempeño ambiental.

Así, el equipo del ITCR tenía varios retos, primero trabajar con sector industrial deseoso de mejores oportunidades, de manera que el concepto de Producción más Limpia pudiera ser introducido y segundo, trabajar con un equipo multidisciplinario, que promoviera las oportunidades para estudiantes que tradicionalmente están acostumbrados a clases magistrales con un único profesor y compañeros de su misma carrera, sin ningún intercambio de experiencias con estudiantes de otras carreras. De esta forma, el estudiante se apropiaría del conocimiento a través de una experiencia práctica intensiva que dista de la comprensión o memorización tradicional, y así mejorar ampliamente el desempeño de los estudiantes en los cursos de P+L. (Mazur, 2013)

Específicamente el curso de Procesos Industriales y Producción más Limpia de la carrera de Ingeniería Ambiental contó con la participación de todos los miembros del equipo, cada uno impartiendo las clases desde la óptica de su especialidad. Además, los estudiantes trabajaron en las empresas con el apoyo de estudiantes o profesores de otras especialidades.

2.2 Metas del proyecto

Las principales metas del proyecto son:

a) Fortalecer la formación técnica relacionada al Desarrollo Industrial Ecológicamente Sostenible (DIES) por medio de la especialización en las facultades universitarias en la entrega de nuevos

contenidos, diseño y modificación del currículo y formación de profesionales de los países participantes en temas ambientales.

b) Aumentar la adopción de prácticas en temas de producción más limpia en sostenibilidad en PyMES a través de una creciente interacción con el mundo académico, especialmente en conocer proyectos experimentales donde los estudiantes trabajan directamente con las PyMES.

c) crear un foro virtual que promueva colaboración sistemática y el intercambio de información en temas de educación en el desarrollo industrial sostenible.

3. Introducción de la Producción más Limpia con enfoque multidisciplinario: Estudio de caso Instituto Tecnológico de Costa Rica

3.1. Contexto de la Universidad.

El Instituto Tecnológico de Costa Rica es una universidad estatal que ofrece 24 carreras profesionales, de los cuales 17 son en ingenierías, y cuenta con una población estudiantil superior a 9000 estudiantes distribuidos en cuatro campus universitarios.

3.2. Conformación de un equipo multidisciplinario para la introducción y aplicación de la Producción más Limpia en los programas de carreras.

El equipo realizó inicialmente un análisis de las capacidades y competencias de los integrantes y definió temas para compartir en capacitaciones informales en forma de conversatorios. El cuadro 1 muestra las fortalezas y debilidades encontradas en los perfiles profesionales de los 6 profesores.

Cuadro 1. Análisis FODA del equipo en cuanto a P+L

Profesor	Campo de Formación	Fortaleza	Debilidad	Acciones correctivas
1	Ing. Civil/Ing. Ambiental	Conceptos de P+L Manejo de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos) Balance de materiales	1. Conceptos prácticos de auditorías energéticas 2. Normativa y evaluación seguridad laboral	Capacitación en: 1. Conceptos básicos de P+L 2. Diagnóstico para P+L 3. Casos de estudio de aplicación de P+L 4. Ecología Industrial Ampliar el equipo con especialistas en Auditorías Energéticas y Seguridad Laboral
2	Química Orgánica	Conceptos de P+L Manejo de Residuos Peligrosos Convenios Internacionales Estocolmo, Basilea y Rotterdam Balance de materiales	1. Conceptos prácticos de auditorías energéticas 2. Normativa y evaluación seguridad laboral	
3	Ing. Producción Industrial	Logística y optimización de operaciones Sector empresarial manufacturero	1. Propiedades de contaminantes 2. Conceptos prácticos de auditorías energéticas 3. Normativa y evaluación seguridad laboral	
4	Ing. Producción Industrial	Logística y optimización de operaciones Sector empresarial manufacturero	Diagnóstico industrial de P+L Conceptos prácticos de auditorías energéticas Propiedades de	

		Cadena de suministros Gestión y automatización de procesos	contaminantes	
5	Administración de empresas	Responsabilidad Social Empresarial Análisis financieros de inversiones	1. Conceptos de P+L 2. Propiedades de contaminantes 3. Auditorías energéticas y balances de materiales	
6	Ing. Administración Agropecuaria/ Educación Técnica	Equipo y tecnologías de agroindustria Análisis de Costos y financieros Buenas prácticas	Conceptos prácticos de auditorías energéticas Otros sectores industriales	

El análisis anterior muestra que aún en una pequeña muestra de académicos de la institución los perfiles resultan complementarios, identificándose debilidades comunes en conceptos básicos de P+L que deben corregirse con capacitaciones, y debilidades que deben corregirse con profesionales expertos en el tema como seguridad laboral y auditorías energéticas.

Posteriormente se analizaron también las mallas curriculares de los 4 programas involucrados con el objetivo de identificar aquellos cursos que abordan temáticas relacionadas a Producción más Limpia. Todos los programas incluyen cursos con temáticas relacionadas a Producción más Limpia, como se muestra en el Cuadro 2. Ahí se observa que los cuatro programas analizados tienen al menos un curso que incluya conceptos importantes para la aplicación de la estrategia de P+L. Sin embargo, las competencias de cada uno de los programas hacen posible que puedan aportar con carácter de experto y desde su disciplina en un equipo multidisciplinario y lograr auditorías o diagnósticos integrales de una empresa. Se requiere únicamente de una capacitación corta para los integrantes del equipo multidisciplinario para homologar el nivel de comprensión de los principios asociados a P+L, y su función específica dentro del equipo para lograr asesorar a cualquier empresa con una perspectiva integral y de mejora continua. A manera de ejemplo: no se propone que todos los miembros del equipo puedan hacer una auditoría energética, todos deben conocer por qué se requiere una auditoría energética, pero será ejecutada por el miembro del equipo competente en el campo energético, aprovechando al máximo las competencias.

Cuadro 2. Cursos con contenidos relacionados a P+L en las carreras participantes en el proyecto

Carrera	Grado académico (duración)	Curso		Temáticas relacionadas a P+L
		Nombre	Nivel	
Ingeniería Ambiental	Licenciatura (10 semestres)	Operaciones Unitarias	Semestre 5	Balance de masas y energía en procesos
		Tratamiento Agua Residual	Semestre 6	Oportunidades de mejora para aguas residuales
		Ingeniería en Emisiones Atmosféricas	Semestre 7	Oportunidades de mejora para efluentes gaseosos
		Gestión y Diseño en Tratamiento de Residuos Sólidos	Semestre 7	Oportunidades de mejora para residuos sólidos
		Gestión y Salud Ambiental	Semestre 8	Seguridad e Higiene Ocupacional

		Procesos Industriales y Producción más limpia	Semestre 8	Estrategia de producción más limpia
		Recursos Energéticos	Semestre 9	Fuentes de Alternativas de energía
Ingeniería en Producción Industrial	Licenciatura (10 semestres)	Tópicos Avanzados de Producción	Semestre 9	Manufactura Esbelta
Ingeniería en Agronegocios	Licenciatura (10 semestres)	Economía de la producción en agronegocios	Semestre 4	Producción y Eficiencia Productiva
		Cultivos no tradicionales y tecnologías alternativas de producción	Semestre 8	Técnicas alternativas de producción
		Gestión Ambiental en Agronegocios	Semestre 8	Tecnologías Limpias en gestión ambiental
Administración de empresas	Bachillerato (8 semestres)	Productividad	Semestre 6	Eficiencia en procesos productivos.
		Emprendedurismo	Semestre 7	Creación de empresas y diseño de procesos
		Responsabilidad Social Empresarial	TODOS	Es un eje transversal en toda la carrera

3.3. Capacitación de profesores universitarios.

Con el objetivo de difundir los conceptos de producción sostenible o P+L en la institución se realizó una capacitación con la participación de 17 profesores de 4 programas. Lo anterior permite que se conozca mejor P+L y se incorporen más disciplinas a la iniciativa. Adicionalmente, los 6 profesores del proyecto Caminos hacia la Producción más Limpia participaron capacitaciones se llevaron a cabo en los países socios, como El Salvador y en Chicago, EEUU. En las capacitaciones realizadas en Costa Rica se contó con los profesores del NYIT, USIL y el CNP+L presentó de experiencias previas en el país.

3.4. Cursos de carrera.

La carrera de Ingeniería Ambiental por su perfil profesional incluye varios cursos en los que incluyen temáticas relacionadas con producción más limpia. Sólo se ha modificado el curso Procesos Industriales y Producción más Limpia que incluye los principios y conceptos de P+L, pero a raíz de las capacitaciones se incluyeron temas como Análisis de Ciclo de Vida, Ecodiseño, Ecoempaque y Ecología Industrial; también se incluyeron algunos indicadores ambientales, herramientas de diagnóstico, entre otros.

La modificación en el curso de Ingeniería Ambiental consistió en que el curso fue impartido por un equipo multidisciplinario de profesores, contando con la presencia de expertos en auditorías energéticas, manejo de residuos peligrosos, responsabilidad social empresarial, expertos en producción industrial, análisis de ciclo de vida y un experto en la aplicación práctica de los conceptos de P+L en agroindustrias. Además, en este curso se desarrollaron pasantías a empresas. Siendo que el curso de P+L para Ingeniería Ambiental se ha impartido en dos ocasiones con las modificaciones mencionadas, las experiencias prácticas asociadas a este curso incluye a 14 empresas, en su mayoría micro y pequeñas empresas. Los estudiantes visitaron dichas empresas en grupos de 4 a 5 estudiantes por

empresa en las que aplicaron los conceptos de P+L, desde aplicar la herramienta de diagnóstico, recolectar información, realizar balance de materiales e identificar al menos 3 oportunidades de mejora por empresa incluyendo el análisis financiero. Ese trabajo práctico ocupó cerca del 80% del tiempo de los estudiantes, pues es ahí donde ponen en práctica lo aprendido en las clases.

Además, se implementó un cambio en la metodología didáctica pasando de clases magistrales a clases participativas con la resolución de estudio de casos. En la parte práctica del curso se presentaron inconvenientes típicos de este tipo de disciplina, como la resistencia por parte de las empresas a proporcionar la información base, bien sea por temor o porque no se tienen registros sobre el consumo de agua, energía o la generación de residuos sólidos; además, los estudiantes tuvieron que llenar algunos de los vacíos propios de su formación con estudiantes y profesores de otras competencias como Ingeniería en Mantenimiento Industrial o Ingeniería en Electrónica, sobre todo cuando de datos de registro energético se trataba o bien cuando era necesario el análisis de calderas. Esto confirma la ventaja que podría presentar un curso de P+L abierto a más carreras o sea multidisciplinario.

Se evaluó el grado de conocimiento adquirido en el curso a través una encuesta a los estudiantes. La misma se hizo tanto al inicio del curso como al final del mismo. De esta manera se evaluó el nivel de aprendizaje adquirido, comparando dos tópicos específicos, el concepto y metodología para aplicar P+L y el concepto y metodología para aplicar Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Sin embargo, el trabajo práctico a los estudiantes en las empresas se hizo a través de la metodología de P+L. Utilizando esta metodología, el resultado fue que el 100% de los entrevistados dijeron que el curso ayudó a apropiarse del conocimiento de P+L y se sentían confiados en aplicar los conocimientos en cualquier empresa; sin embargo, no ocurrió lo mismo con la temática de ACV, en donde se mantuvo un esquema teórico y una clase magistral. En este punto en particular los estudiantes manifestaron la necesidad de aplicar la misma metodología de P+L para hacer estudios de ACV en empresas. También indicaron que si bien es cierto después del curso tienen los conocimientos básicos, no sienten el mismo nivel de confianza para aplicarlos en industrias.

En otro contexto, los estudiantes manifestaron la necesidad y conveniencia de incluir a estudiantes de un número mayor de carreras como mantenimiento industrial. Lo anterior es consistente con la mejor calidad del trabajo práctico realizado por aquellos equipos multidisciplinarios en comparación con los unidisciplinarios.

Como resultado de la modificación implementada en el curso de P+L, ha aumentado el número de estudiantes que proponen P+L en su práctica profesional, pasando de 0% en el 2012 a 47% en el 2014. Adicionalmente, se han realizado tesis de graduación en esta temática, la mayoría aplicados al sector alimentario. En este caso, los estudiantes contaron con un grupo multidisciplinario de asesores. Lo que ha abierto el grado de comprensión del tema y ha enriquecido el trabajo ejecutado.

3.5. Plan piloto para propuesta de práctica profesional multidisciplinaria en implementación de P+L.

Actualmente se trabaja en un plan piloto que incluye la conformación de un equipo multidisciplinarios de 6 estudiantes de los siguientes programas: Agronegocios, Administración de Empresas, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Ambiental. Los estudiantes serán capacitados en cuatro sesiones de 2 horas para nivelar el conocimiento en P+L, posteriormente trabajarán realizarán visitas para la recolección de información, el grupo discutirá los resultados en conjunto para hacer una propuesta de oportunidades de mejora que incluya el análisis financiero. El Informe final será un insumo base para que la empresa establezca un Acuerdo voluntario de P+L con el Ministerio de Ambiente y Energía.

4. Conclusiones

La implementación de la estrategia de Producción más Limpia ha sido limitada en el sector industrial debido a una resistencia por parte de los profesionales que ejercen mandos medios y altos. Si bien la estrategia se ha dado a conocer el país, y se conoce que trae beneficios económicos debido a una mayor productividad por un mejor uso de los recursos, los nuevos profesionales no cuentan con capacidades en la temática de Producción más Limpia, ya que la temática se encontraba en forma dispersa en la malla curricular.

La contribución de las universidades al desarrollo sostenible debe reflejarse en programas más dinámicos que respondan a las necesidades y cambios del entorno y nicho laboral, introduciendo en los programas de carreras metodologías multidisciplinarias para la formación de profesionales capaces de trabajar en equipos en temas que definitivamente requiere de competencias múltiples como es la producción más limpia, principalmente debido a la variedad de industrias, los productos y las tecnologías de las mismas, haciendo de cada caso una situación única.

La metodología aplicada en el curso de P+L de Ingeniería Ambiental logró que los estudiantes se apropiaran del conocimiento, y hoy lo consideran de una excelente herramienta que aplica los conceptos medioambientales en industrias, empresas de servicios y otros. No ocurrió lo mismo cuando la clase es magistral, teórica y unidisciplinaria (caso de ACV).

5. Reconocimiento

Los autores reconocen el apoyo del proyecto “Caminos hacia la Producción más Limpia en las Américas” en el desarrollo de actividades de P+L en su(s) universidad(es). Esta iniciativa está financiada por el Departamento de Estado de EE.UU. bajo la iniciativa *Caminos a la Prosperidad*, a través de *Higher Education for Development* (HED). Los autores son los únicos responsables del contenido del artículo.

6. Referencias Bibliográficas

DIGECA-MINAE. 2007. Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia. Recuperado el 12 de marzo de 2015, de [digeca.go.cr](http://www.digeca.go.cr): http://www.digeca.go.cr/prodmaslimpia/pl_avpl.html

Fournier-Zepeda, A., Quesada-Carvajal, H., & Vargas-Camareno, M. 2005. Una nueva forma de aprovechar los recursos en las MIPYME para mejorar sus competitividad. *Tecnología en Marcha*, 18(2), 46-52.

Granados-Solís, A. 2012. Carbono Neutralidad: Avances y Desafíos de cara al año 2021. Programa Estado de la Nación, San José.

Larran-Jorge, M., Herrero-Madueño, J., Calzado-Cejas, M., & Andrades-Peña, F. 2014. An approach to implementation of sustainability practices in Spanish Universities. *Journal of Cleaner Production*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.035>.

MINAE-UCR. 2009. *digeca.go.cr*. Recuperado el 12 de marzo de 2015, de http://www.digeca.go.cr/prodmaslimpia/pl_descargas.html

Savageau, A. 2013. Let`s get personal: making sustainability tangible to students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14, 15-24.

Sipos, Y., Battisti, B., & Grimm, K. 2008. Achieving transformative sustainability learning: engaging, head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9, 68-86.

Varela-Rojas, I. 2003. Definición de Producción más limpia. *Tecnología en Marcha*, 16(2), 3-12.

Warburton, K. 2003. Deep Learning and education for sustainability. International Journal for Sustainability, 4, 44-56 <http://dx.org./10.1108/14676370310455332>.