



La Biodigestión como Estrategia en el Manejo Sostenible de Desechos Orgánicos, y para el Fomento de Alianzas entre la Agroindustria, las Comunidades y Redes de Escuelas Ecológicas

Johanny Arilexis Pérez Sierra

Tania Del Socorro Pérez Matute

Proyecto de Graduación
para obtener el título de
Ingeniera Agrónoma
con el grado académico de
Licenciatura en Ciencias Agrícolas

Guácimo, Limón, Costa Rica
2010

Resumen

En base al modelo “*Design Science*” de R. *Buckminster Fuller*, este proyecto ha servido para integrar una investigación aplicada en la promoción de alianzas sostenibles y conciencia ambiental, como un nuevo paradigma de integración para transformar los desechos orgánicos a energía y fertilizantes comerciales. Se estableció una investigación de 10 semanas, empleando biodigestores tipo Taiwán, operados de modo “batch”. La capacidad de los biodigestores fue de 159 L. Todos los cuatro tratamientos contenían cáscara de banano madura, mezclada con agua y excretas de cerdo. Dos tratamientos (T1 y T3) contenían biofilms elaborados de botellas plásticas desechadas. En adición a la cáscara de banano, los tratamientos T3 y T4 contenían vinaza. Las tasas de producción de biogás no mostraron ninguna diferencia significativa entre el T2 y T3. Sin embargo, el T3 produjo 691,96 L de biogás el cual contenía 24 % más que el T4 y 40 % más que el T1. El T3 fue nutricionalmente más rico al final de la biodigestión, presentando 3 570,90 mg/L de potasio. Con la suma de todos los tratamientos, se anticipa una reducción de 0,9 MgCO₂/año, un potencial de generar 2 610,48 kWh/año, además, un reembolso de 12 % a 20 % por gastos de instalación. Estos resultados fueron disponibles a sectores productivos y gubernamentales, promoviendo alianzas de estímulo emprendedor entre la agroindustria y comunidades rurales que son afectadas por los desechos orgánicos; a través de un seminario sobre la biodigestión, la tecnología fue presentada como un medio integrador para el manejo sostenible de los desechos agroindustriales. Apoyando a grupos comunitarios y en colaboración del MEP y el MINAET, se suscitó conciencia ambiental entre 100 niños de una red de escuelas ecológicas, fortaleciendo valores para hábitos sostenibles y una mejor comprensión sobre el impacto de los desechos en la salud, el ambiente y la comunidad, además, se fortaleció el “Capital Social” para el uso de tecnologías de bajo costo, con retornos económicos, mientras se contribuye al equilibrio de los ciclos naturales, resultando así, en una estrategia de integración social en el manejo de desechos orgánicos, que puede ser replicada en cualquier comunidad con situaciones similares.

Palabras clave: Alianzas, banano, biodigestores, biofilms, biogás, cáscara de banano, comunidad, conciencia ambiental, integración, seminario, vinaza.

Abstract

Based on the “*Design Science*” model of *Buckminster Fuller*, this project served to integrate applied research to promote sustaining alliances and environmental awareness as one new integrated paradigm of transforming agroindustrial organic wastes into energy and commercial fertilizers. A 10 week research was established using low cost Taiwan a type biodigestors operated in "batch" mode. The capacity of these digestors was 159 L. All four treatments contained ripe banana peel mixed with water and swine manure. Two treatments (T1 and T3) contained biofilms grown on discarded plastic bottles. In addition to banana peels, treatments T3 and T4 contained vinasses. Biogas production rates showed no statistically significant difference between T2 and T3. However, from T3 produced 691, 96 L biogas which was 24 % more than T4 and 40 % more than T1. T3 was nutritionally richer at the end of digestion, featuring 3 570,90 mg/L of potassium. With all treatments, it is anticipated that 0, 9 MgCO₂ year⁻¹ could be reduced, adding up to 12 % a 20 %/digester, that could be reimbursed and can generate 2 610, 48 kWh/year. These results were available for the agribusiness sector to encourage entrepreneurial alliances among rural communities impacted by the organic waste; through a seminar, biogasification was featured as an integrated approach in the sustainable management of agroindustrial wastes. Supporting community groups, in collaboration with MEP and MINAET, awareness on waste situation was promoted among 100 children of an ecological school network, strengthening a better understanding and impact on health, environment and community wellbeing, and additionally, strengthening “social capital” for the use of affordable technologies that could allow for practical recycling methods with economical returns, fostering ecological re a cycles and resulting in a new social approach that can be replicated in any community.

Key words: Alliances, banana peel, biodigesters, biofilms, biogas, community, environmental awareness, integration, seminar, vinasse.

Lista de Contenido

	Página
Resumen	iii
Abstract	iv
1 Introducción	1
2 Objetivos	7
2.1 Objetivos Específicos	7
3 Materiales y Métodos	8
3.1 Descripción del Método “Design Science”	8
3.1.1 Determinación de la situación problemática	8
3.1.2 Definición de los problemas	9
3.1.3 Definición de la situación ideal	9
3.1.4 Descripción del estado actual	9
3.1.5 Inventario de alternativas	10
3.1.6 Desarrollo de criterios de evaluación	10
3.1.7 Diseño del sistema de preferencia	10
3.1.8 Desarrollo de la estrategia de implementación.....	10
3.1.9 Documentación del proceso y Ejecución de la iniciativa.....	10
3.2 Proyecto de Investigación con Biodigestores.....	11
3.2.1 Localización del experimento	11
3.2.2 Diseño experimental	11
3.2.3 Distribución de los tratamientos	13
3.2.4 Contabilización de biogás producido.....	14
3.2.5 Muestreo del contenido de metano	14
3.2.6 Recolección de muestras.....	14
3.3 Seminario a Taller: “Biodigestores: Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos de la Agroindustria y Oportunidades de Desarrollo para Comunidades Rurales”	15
3.3.1 Desarrollo de la Metodología del Seminario.....	15
3.3.2 Identificación de Sectores Estratégicos.....	15
3.3.3 Selección de temas relevantes para el manejo sostenible de desechos agroindustriales y para la promoción de alianzas con comunidades	16
3.3.4 Diseño de estrategia de presentación de temas, integración de participantes y visita a empresas agroindustriales	16
3.4 Concurso Ambiental “Soluciones para mi Planeta”	18
3.4.1 Antecedentes del concurso ambiental.....	18
3.4.2 Definición de estrategia para el desarrollo del concurso	18
3.4.3 Diseño de la metodología pedagógica para la enseñanza en temas de manejo de desechos y energías alternativas	20
3.4.4 Selección de las Escuelas	21
3.4.5 Diseño de trabajo en las escuelas.....	22
3.4.6 Talleres de integración con Maestras miembro de la REUP.....	23

3.4.7	Final del concurso ambiental.....	25
3.4.8	Seguimiento del proyecto y trabajo en las escuelas.....	27
4	Resultados y Discusión.....	29
4.1	Resultados del Proyecto de Investigación.....	29
4.1.1	Producción de biogás.....	29
4.1.2	Influencia de biofilms en la generación de biogás.....	31
4.1.3	Comportamiento de la temperatura.....	31
4.1.4	Potencial de hidrógeno (pH).....	32
4.1.5	Dinámica de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	33
4.1.6	Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	35
4.1.7	Turbidez y Sólidos Totales (ST).....	36
4.1.8	Análisis Nutricional del Efluente.....	38
4.1.9	Análisis Energético del Biogás Producido y Disminución de CO ₂	40
4.1.10	Beneficios Económicos Totales de la Tecnología.....	41
4.2	Seminario a Taller de Biodigestores: Fomento de Alianzas entre Agroindustrias & Comunidades.....	44
4.2.1	Sectores participantes.....	44
4.2.2	Temas Presentados en el Seminario, dinámicas de reflexión e integración.....	47
4.2.3	Giras a instalaciones de biodigestores agroindustriales y de escala.....	49
4.3	Concurso Ambiental “Soluciones para mi Planeta”.....	51
4.3.1	Análisis de situación ambiental por los niños.....	51
4.3.2	Talleres de integración y capacitación con las maestras.....	52
4.3.3	Análisis FODA del concurso ambiental.....	53
4.3.4	Dinámica en la Final del Concurso Ambiental.....	55
4.3.5	Descripción de Proyectos y selección de Ganadores.....	57
4.3.6	Seguimiento y sostenibilidad de los proyectos.....	60
4.3.7	Impacto en ética ambiental.....	61
4.4	Análisis de los Principios de Sostenibilidad en el Proyecto.....	62
4.4.1	Aplicación de los Principios de Sostenibilidad en el Proyecto de Graduación.....	65
5	Lista de Referencias Bibliográficas.....	70
6	Anexos.....	74
6.1	Anexo 1: Contactos de las principales empacadoras de banano de Costa Rica.....	74
6.2	Anexo 2: Esquema de tratamiento de vinaza y bagazo de caña por la industria BIOGAS NORD.....	74
6.3	Anexo 3: Esquema de generación de cascara de banano como desecho agroindustrial.....	75
6.4	Anexo 4: Lista de Ingenios Azucareros de mayor producción en Costa Rica.....	75
6.5	Anexo 5: Esquema de generación de vinaza como desecho agroindustrial (Steiner, 2006).....	76
6.6	Anexo 6: Fotografía del experimento en el laboratorio de biodigestores en la Finca Pecuaria Integrada (FPI) de la Universidad EARTH.....	76
6.7	Anexo 7: Esquema del proceso: Environmental “Design Science”.....	77
	Tomado de: <i>Environmental Design Science, 1978</i>	77
6.8	Anexo 8: Diseño de afiche del seminario de biodigestores.....	78

6.9	Anexo 9: Programa del Seminario a Taller de biodigestores	79
6.10	Anexo 10: Certificado de compromiso de impacto social.....	81
6.11	Anexo 11: Dinámica en talleres con niños en las escuelas de Guápiles	82
6.12	Anexo 12: Hojas de firmas como estrategia de efecto multiplicador del concurso ...	84
6.13	Anexo 13: Resumen de las propuestas de proyectos presentados por las 5 escuelas participantes de la REUP.....	85
6.14	Anexo 14: Programa del taller de pedagogía para la enseñanza, con las maestras y directoras	95
6.15	Anexo 15: Hoja de firmas de asistencia al taller de capacitación pedagógica entre maestras de la REUP	96
6.16	Anexo 16: Sitios web de presentaciones ppt para taller de capacitación con maestras de la REUP.....	97
6.17	Anexo 17: Exposición de maestras en dinámica de integración del taller	97
6.18	Anexo 18: Fotografía de maestras compartiendo en el 2do taller	97
6.19	Anexo 19: Programa de la actividad final del concurso.....	98
6.20	Anexo 20: Niños mostrando los árboles sembrados en su comunidad	100
6.21	Anexo 21: Fotografía de los 100 niños participantes en el concurso ambiental “Soluciones para mi Planeta”	100
6.22	Anexo 22: Certificados entregados a participantes	101
6.23	Anexo 23: Fotografía de seguimiento a los proyectos propuestos por las escuelas.....	102
6.24	Anexo 24: Presentación del Proyecto en la UPEACE	103
6.25	Anexo 25: Taller de Agricultura Urbana en la Escuela Central de Guápiles.....	103
6.26	Anexo 26: Esquema de flujo de metanización de la vinaza por la 6empresa BIO a TEC en Colombia	104
6.27	Anexo 27: Tabla de composición química del ECO a HUM DX	104
6.28	Anexo 28: Lista de contactos de los sectores participantes en el Seminario de Biodigestores.....	105
6.29	Anexo 29: Dinámica del Seminario de Biodigestores.....	106
6.30	Anexo 30: Biodigestores instalados en MUNDIMAR.....	106
6.31	Anexo 31: Ejemplo de certificados entregados en el Seminario a Taller	107
6.32	Anexo 32: CD entregado en el Seminario de Biodigestores	108
6.33	Anexo 33: CD con los documentos trabajados con las maestras.....	108
6.34	Anexo 34: Brochure sobre el Programa de Uso Racional de los Recursos en la Universidad EARTH	109
6.35	Anexo 35: Dibujos realizados por los niños en la sesiones de capacitación ambiental	111
6.36	Anexo36: Manta de compromiso ambiental de los niños participantes del concurso ambiental.....	112
6.37	Anexo 37: Fotografía de la visita al Teleférico del Parque Nacional Braulio Carrillo	112
6.38	Anexo 38: Taller de agricultura periurbana: Premio al Primer Lugar	113
6.39	Anexo 39: Divulgación del concurso ambiental.....	113
6.40	Anexo 40: Oración Padre Nuestro Ecológico.....	118

1 Introducción

La agroindustria, es el sector económico que hace posible la disponibilidad de alimentos al tiempo y cantidad necesaria para el bienestar de la humanidad. Esta, es uno de los principales generadores de empleos, especialmente en zonas rurales y además, provoca la dinamización económica, particularmente en países en vía de desarrollo. Sin embargo, este mismo sector ha contribuido a la aceleración de la contaminación ambiental, a la degradación de recursos naturales y pérdida de especies endémicas, algunas con significado valor cultural y esto es debido al establecimiento de monocultivos extensivos, prácticas agrícolas inadecuadas y especialmente, por los altos volúmenes de desechos orgánicos generados que en determinadas situaciones, provoca inestabilidades entre las comunidades más cercanas a las fuentes de generación de desechos.

El banano ocupa la cuarta posición entre los cultivos hortícolas más comercializados en el mundo (Calderón y Rola, 2003). La producción de esta fruta representa más de 70 millones de toneladas por año (Gav, 2008). Alrededor del 30 % de la producción anual mundial de banano, corresponde a desechos generados en la etapa de empaque (Bardiya *et al.*, 1996; Gav, 2008); estos desechos contienen las cáscaras, que finalmente maduran y al descomponerse a cielo abierto, representan un contaminante. El banano es rechazado porque no cumple con los estándares de calidad de exportación y por restricciones de mercados muy exigentes, otros factores corresponden a la aparición de enfermedades en el cultivo, sobreproducción, cálculos erróneos en la coordinación del transporte, entre otras situaciones laborales (Steiner, 2006).

De los productos agrícolas exportados desde Costa Rica, el banano es el principal y la caña de azúcar ha empezado a tomar relevancia. En el 2004, el cultivo de banano representaba el 9,5 % del área agrícola total en Costa Rica y la caña de azúcar representó un 11 %. Este mismo año, el banano tenía una influencia de un 17,1 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país, mientras que la caña de azúcar representaba el 4,4 % (Steiner, 2006).

En el 2004, se generaron 2 212 632 Mg de banano de rechazo en Costa Rica, un 19 % de la producción en las 130 empacadoras del país. De las tres grandes fábricas procesadoras de banano, se generaron 139 500 t de cáscara de banano como desecho. Se ha reportado que la compañía Mundimar emplea un proceso de compostaje con lombrices o la destina para la alimentación animal, las aguas servidas son tratadas a través de biodigestores (Steiner, 2006), sin embargo, debido a las altas cantidades generadas, aún estos desechos representan una problemática en el manejo.

Las fábricas procesadoras de banano más importantes en la zona del Caribe son: Mundimar (Chiquita), Gerber a Novartis, Jugos Naturales Povesa y Fructa Costa Rica (Steiner, 2006). En el Anexo 1, se muestra una lista de contactos de las fábricas procesadoras de banano de rechazo en Costa Rica y en el Anexo 2, se muestra un esquema de tratamiento de la vinaza y bagazo de caña, empleado por la empresa Biogás NORD.

La problemática de éste desecho, surge porque las fábricas procesadoras del banano de rechazo son pocas, las cuales, no dan abasto a todo el material que es desechado, por lo que son mal dispuestos a cielo abierto en los botaderos o “trincheras” de las plantaciones bananeras o zonas cercanas a comunidades rurales (Steiner, 2006). En el Anexo 3, se muestra un esquema de la generación de cáscara de banano como desecho.

Sin embargo, en estos botaderos no ocurre una descomposición adecuada por la escasa presencia de oxígeno, provocando graves problemas ambientales; otra problemática es que las trincheras están muy alejadas de las empacadoras (entre 1 a 4 Km.), además, de que las mismas requieren de una alta inversión, transporte y mantenimiento, lo cual las hace insostenibles (Steiner, 2006).

Se ha demostrado que la cáscara de banano y el banano de rechazo empleados en la alimentación animal no hacen un aporte nutricional significativo, ya que contienen elevados niveles de agua (85 %) y escasos contenidos de proteína, en comparación con maíz; la cáscara sólo representa un 20 % del valor energético del maíz; se ha demostrado que a los animales no les gusta consumir el banano verde, en especial la cáscara, relacionado por los altos contenidos de taninos en su composición química (Steiner, 2006).

La falta de cualquier tipo de tratamiento a estos residuos orgánicos representa serios problemas ambientales, tales como: proliferación de microorganismos patógenos, surgimiento de insectos vectores de enfermedades, tanto para el cultivo, como para las comunidades cercanas a las plantaciones, contaminación de aguas subterráneas y ríos, debido al contacto con lixiviados y desechos de la descomposición de estos residuos que terminan en los cuerpos de aguas naturales. En consecuencia, las cuencas hidrográficas podrían reducir su calidad por el aumento de sedimentos y la eutrofización del agua (Calderón y Rola, 2003).

El 60 % de la fruta de banano corresponde a la pulpa y el 40 % restante es cáscara (Álvarez y Sigüenza, 2006). En éste cultivo, los costos en fertilizantes químicos representan el 55 % de la producción; el uso excesivo de productos químicos y aplicaciones desmedidas de fertilizantes en la tierra, conducen a la degradación del suelo, reduciendo su potencial a través de los años (Calderón y Rola, 2003); además, altera la dinámica de la diversidad biológica de los microorganismos del suelo, rompiendo con los ciclos biogeoquímicos del ecosistema.

La digestión anaeróbica se desarrolla de forma preliminar para el tratamiento de desechos agroindustriales del trópico, como el banano y la vinaza en la industria de la caña de azúcar. El empleo de ésta tecnología permite obtener biogás como una fuente energética, que se puede re a integrar al proceso de la agroindustria; permite la disponibilidad de nutrientes obtenidos de efluentes del biodigestor, resultando ser un mecanismo sostenible de tratamiento de residuos orgánicos (Bardiya, *et al.*, 1996; Clarke *et al.*, 2008). Una producción de 398 L/kg biogás de banano (peso seco) hizo posible que una tonelada de desechos de banano generara cerca de 7,5 kWh de electricidad que pueden suplir de seis a ocho casas de tipo actual (Clarke *et al.*, 2008).

A través de la biodigestión de excretas, los nutrientes se hacen disponibles para la fertilización de plantas, se eliminan las bacterias coliformes fecales y se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (Soria *et al.*, 2001).

Chanakya *et al.*, (2008), encontró en condiciones mesofílicas (entre 25 °C y 45 °C; Ortega, 2002); que la cáscara de banano maduro tiene una rápida tasa de descomposición; 75 a 95 % de sólidos totales y sólidos volátiles son degradados durante los primeros 4 días de retención hidráulica, lo que la hace ventajosa para la tecnología de biodigestores. La pectina, celulosa y la hemicelulosa fueron degradadas en un tiempo de residencia de dos días y fueron encontrados escasos residuos luego de los cuatro días de retención.

En la investigación realizada por Aldana (2008) sobre la producción de biogás con vinaza, se obtuvo que la mayor cantidad de biogás provino del tratamiento con un 40 % de vinaza, mezclada con excretas de cerdo y agua, generando diariamente biogás en un 27,8 % con respecto a la fase líquida.

A pesar de que se han estudiado diversos tipos de desechos de banano, especialmente tallos, en condiciones anaeróbicas, el factor más limitante para la producción de biogás es el contenido de fibra en su estructura (Kalia *et al.*, 2000). Esta condición representa un impedimento para la digestión de este desecho, porque los microorganismos no tienen acceso a la celulosa y a la hemicelulosa (Saha y Nagori, 2002).

Se ha evaluado el uso de hongos como pretratamiento para los desechos de banano. Saha y Nagori (2002), identificaron que el pretratamiento por deslignificación biológica de los tallos de banano provocaron una mayor producción de biogás en comparación con tallos de banano no pretratados en condiciones mesofílicas. Cerca del 39 % al 41 % de la lignina se redujo, la cual se relaciona por la acción de enzimas lignolíticas de los hongos que son naturalmente sintetizadas como derivados metabólicos, ocurrió entonces, un incremento en la producción de biogás en un 23 % a 29 %, con un contenido de metano entre el 70 % al 80 %. La reducción de la celulosa y de la hemicelulosa en el sustrato pueden ser dados por la utilización del sustrato por los hongos, como una fuente de carbono para su crecimiento durante la deslignificación.

Los valores de NPK se incrementaron luego de la digestión anaeróbica como un resultado del pretratamiento con hongos. Los valores de P variaron entre 1,24 % a 1,27 %, el contenido de K varió entre 0,30 % y el 0,40 %, el de N estaba entre 1,36 % y 1,45 % en el efluente. Por otro lado, los tallos no pretratados contenían 1,26 % N, 1,21 % P y 0,26 % de K (Saha y Nagori, 2002).

Kalia, *et al.*, (2000), examinó la digestión de tallos de banano cortados en trozos de 1 a 2 cm antes de la digestión en condiciones mesofílicas y termofílicas (≥ 45 °C), ésta última resultó ser 2,4 veces más rápida que la digestión en ambiente mesofílico. El contenido de metano en el biogás fue de 59 % a 79 % y la reducción de los sólidos llegó a un 45 % a 50 %. Clarke (2008), indicó que la materia seca total se reduce a razón de un 12 % en el proceso de maduración del banano.

Los bananos maduros contienen cerca de 80 % de sólidos volátiles, los cuales son carbohidratos fácilmente degradables, el resto corresponde a celulosa con bajo contenido de lignina. Deivanai y Kasturi (1995), analizaron los contenidos de fibra en los desechos de banano maduro, los cuales presentaron un contenido aproximado de 14 % de lignina, 42 % celulosa y 8,67 % de hemicelulosa. Según Viswanath *et al.*, (1992) los desechos de banano contienen una humedad de 88,14 %, 11,86 % de sólidos totales, 95,07 % de sólidos volátiles, 4,9 % de cenizas y 40,5 % de carbón total en base seca y una relación C: N de 20:1. Según Steiner (2006), la relación ideal para la degradación en biodigestores debe estar entre 20:1 y 40:1; por lo que la cáscara de banano madura, picada y preaireada (oxidada), presenta las condiciones químicas apropiadas para la digestión anaeróbica.

La cáscara, al igual que el banano transforma el 90 % de su almidón en azúcares en aproximadamente 12 días después de ser cosechada y se ha identificado un contenido de 14,6 % de azúcares en la cáscara, la cual tiene un contenido de fibra del 13 % de la materia seca (Álvarez y Sigüenza, 2006). La cáscara madura de banano contiene 86 % a 93 % de humedad, 6 % a 11 % de proteínas, 1,9 % de grasas, 8 % de almidón, 10 % a 14 % de fibra cruda y 12 % a 17 % de cenizas (Anhwage, 2008).

López y Ralda (1999) explicaron que la cáscara de banano verde contiene entre tres a cinco veces más taninos que la pulpa. Estas sustancias fenolíticas previenen el ataque de microorganismos e insectos, como bacterias en la digestión, a la fruta; el tanino más abundante en la cáscara de banano es la dopamina (3 a 4 dihydroxyphenylamina), la cual provoca el ennegrecimiento enzimático durante la maduración. Sin embargo, cuando el banano maduro obtiene su coloración en puntos negruzcos, los contenidos de dopamina se reducen significativamente y los taninos pierden actividad.

En la industria de la caña de azúcar, la vinaza es un subproducto obtenido de la fermentación y destilado del alcohol hidratado. La principal problemática de la vinaza es que se genera en elevadas cantidades, significando serias implicaciones y riesgos ambientales. En diversos medios, la vinaza es vertida sobre mantos acuíferos sin ningún tratamiento previo, representando una contaminación seria de estos ecosistemas acuáticos naturales (Alvarado y Rodríguez, 2009).

En Costa Rica, la principal zona de producción cañera es Guanacaste. En el Anexo 4 se hace una lista de los 16 ingenios azucareros de mayor producción en el país. En la zafra del 2004 en Costa Rica, se produjeron 3 804 100 Mg de caña y la exportación del azúcar generó US \$37 millones. Sin embargo, del proceso de la generación de alcohol en la industria cañera en el 2004, se obtuvieron como subproducto 92 396 876 L de vinaza. En el Anexo 5, se muestra un esquema de generación de vinaza como desecho. De los 16 ingenios más importantes en Costa Rica, TABOGA y CATSA son los principales y son también destilerías. Sólo se conoce que el ingenio TABOGA emplea lagunas aeróbicas para el tratamiento de la vinaza y posteriormente, la utilizan como fertilizante, irrigando la vinaza sobre los terrenos (Steiner, 2006).

Sin embargo, existe un potencial energético que se puede explotar al implementar biodigestores que permitan obtener biogás y además biofertilizantes líquidos, enriquecidos con minerales deficitarios en los suelos del trópico.

La vinaza es uno de los subproductos más contaminantes de la agroindustria de la caña, debido a que tiene una Demanda Bioquímica de Oxígeno muy importante, $DBO_5 = 70$ a 80 g/L y posee un pH de 4,2 el cual es ácido, además, al momento de salir de la destilería, tiene temperaturas superiores a los 94 °C, amenazando la calidad ambiental; por ello, no se recomienda verter la vinaza directamente al suelo o sobre mantos acuíferos (Steiner, 2006). Como indican Sanz et al., (2005), en promedio, una destilería que vierte $1000m^3$ de vinaza diarios, tiene el mismo poder contaminante de una población de 625 000 habitantes.

La proyección a futuro es incrementar la producción mundial de alcohol para utilizarlo como combustible (Germain y Ramirez, 2010). Esto hace más evidente el riesgo de una mayor contaminación si no se emplean tecnologías eficientes y económicas para su tratamiento. A través de la digestión anaeróbica es posible utilizar la vinaza como fuente de energía para generar biogás y a la vez, emplear los líquidos efluentes ya sea en la nutrición animal o como biofertilizantes en campo.

La tecnología de biodigestores ofrece una ventaja para el tratamiento de la vinaza, la demanda bioquímica de oxígeno se puede reducir hasta en un 90 %, se genera un biogás que puede llegar a sustituir en un 30 % a 50 % la energía empleada en la destilería del alcohol, los costos asociados a la operación no son elevados, y no se requiere calentar la vinaza al ingresar a los biodigestores (Steiner, 2006). Sin embargo, otra problemática es que las cantidades generadas son muy elevadas, por lo que la inversión en una planta de tratamiento es cuantiosa, además, la vinaza contiene sustancias químicas que pueden ser tóxicas para las bacterias (Steiner, 2006).

La vinaza posee 93 % de agua, factores como tipo de materia prima inicial, variedad de levadura y productos químicos empleados en la fermentación, hacen que varíe su composición. La cantidad de sólidos es de un 75 %, de tipo orgánico y de los constituyentes inorgánicos, 64 % corresponden al potasio (Beron, 2003; Morales y Noguera, 2009).

Debido a que la generación de biogás está en función del tipo de material ingresado al biodigestor, así como la población bacteriana que interviene en esta descomposición, se hace necesario implementar técnicas que permitan un incremento de la población de los microorganismos para provocar una biodigestión eficiente. Los biofilms se definen como una agrupación funcional de microorganismos organizados dentro de sustancias extracelulares poliméricas, las cuales, facilitan que las células se adhieran de forma irreversible a superficies inorgánicas (Edstrom Industries, 2009). La acumulación de microorganismos en la superficie de algún material y la formación de biofilms depende del tipo de superficie del material, pH, cantidad de microorganismos en el agua, concentración y calidad de nutrientes presentes, presencia de residuo de desinfectantes en el medio, temperatura del agua así como la hidráulica del sistema (Handajani, 2003).

Otros factores que afectan en etapas iniciales de formación del biofilms son la rapidez de crecimiento del inóculo, tasa de aclimatación a un nuevo tipo de desecho, la tasa de crecimiento de microorganismos y la tasa de pérdida de éstos (Henze, 2008; Lappin, 2003).

En un estudio realizado por Kimiran *et al.*, (2008), en un sistema recirculante o de flujo continuo, a una temperatura de 29 °C y diversos tipos de materiales de biofilms, se encontró que la población bacteriana se incrementó significativamente después de dos a tres meses del iniciar el proceso. La población de microorganismos fue muy fluctuante, debido a la heterogeneidad del material de los biofilms; estas estructuras, estaban compuestas por diversos tipos de microorganismos con diferentes requerimientos nutricionales, por lo que su presencia puede variar según condiciones del medio a lo largo del tiempo.

Tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo, la educación es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la sociedad (FAO, 2002). Para poder lograr un cambio de mentalidad y de hábitos, es necesario reconocer que el modelo actual de crecimiento económico no es factible para sostener la vida sobre el planeta (Pujadas, 2008). La educación ambiental debe ir de la mano con acciones que permitan desarrollar un modelo que garantice a largo plazo un sistema de relaciones equilibrado en lo natural, social y tecnológico (Jiménez, 2010).

Los centros de estudio a nivel primario tienen el compromiso de facilitar medios por los cuales, los estudiantes desarrollen competencias que les permitan comprender su papel en referencia al ambiente y las formas por las que pueden conservarlo. Estas estrategias deben constituirse un medio para generar vínculos entre los centros educativos a nivel comunitario, para promover iniciativas que capaciten a los ciudadanos en conciencia ambiental y con compromiso para buscar soluciones a las problemáticas ambientales imperantes (Jiménez, 2010).

Promover una cultura ambiental para lograr un desarrollo sostenible, capaz de lograr cubrir las necesidades de las actuales y futuras generaciones, en equidad y justicia, es un pilar fundamental para el desarrollo del currículum educativo a nivel mundial, en este sentido, es de relevante importancia llevar a cabo proyectos que en un contexto éticamente aceptable, ofrezcan espacios para la innovación en conceptos, metodologías y actitudes para la educación en valores en la conservación ambiental (Jiménez, 2010).

Las escuelas deben ser entes activos en la ejecución de proyectos determinados a la búsqueda de soluciones para eliminar problemáticas ambientales, en especial en manejo de desechos, que puedan atender contra la calidad de vida de las comunidades. Para ello, es necesario promover trabajos conjuntos con instituciones gubernamentales y no gubernamentales, grupos comunitarios, gobiernos locales e instituciones de acciones educativas, referentes al tema ambiental, salud y desarrollo sostenible. A través de la educación formal, no formal e informal, resulta vital estimular la participación de los individuos en materia de estrategias para un manejo efectivo y sostenible de los residuos líquidos y sólidos (Asamblea Legislativa, 1995).

2 Objetivos

Diseñar una investigación con biodigestores de bajo costo para el tratamiento de cáscara de banano y vinaza, cuya aplicación, permita fomentar alianzas productivas entre el sector agroindustrial y comunidades afectadas por éstos desechos orgánicos y además, se estimule una transformación de la conciencia ambiental para un manejo sostenible de los desechos, generando un impacto significativo ambiental, económico y en valores de largo plazo, localmente y con trascendencia global.

2.1 Objetivos Específicos

- Desarrollar una investigación sobre el uso práctico de biodigestores de bajo costo, para la región del trópico húmedo, evaluando parámetros físicos, químicos y biológicos vinculados al tratamiento anaeróbico de desechos agroindustriales: cáscara de banano y vinaza, como alternativa para el manejo sostenible de desechos orgánicos, potencial de efluentes como biofertilizantes, generación de energía alternativa y mitigación al cambio climático a nivel corporativo.
- Comunicar sobre la viabilidad de la tecnología de biodigestores para el tratamiento de desechos orgánicos sólidos y líquidos en el sector agroindustrial, a través de un seminario que permita promover vínculos entre este sector, instituciones reguladoras ambientales estatales de Costa Rica y líderes comunitarios rurales para el manejo efectivo de desechos orgánicos, con potencial de generar biofertilizantes de perfil comercial.
- Estimular una actitud crítica sobre la realidad ambiental localmente, con énfasis en la situación de desechos sólidos y potencial de generación de energías alternativas a partir de biomasa, fortaleciendo la educación ambiental en escuelas primarias, a través de un concurso ambiental que estimula un trabajo conjunto entre niños y sus maestras, miembros de la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP) del distrito de Guápiles, cantón de Pococí, Costa Rica, para el diseño e implementación de proyectos que solucionan problemáticas ambientales en sus escuelas y comunidades

3 Materiales y Métodos

3.1 Descripción del Método “Design Science”

Brown et al., (1978), describen el concepto “Design Science”, creado por el científico R.B.Fuller, el cual, integra una serie de herramientas para la resolución de problemas de forma holística. “Design Science” es la aplicación de los principios de la ciencia para el diseño del entorno, de forma que los recursos finitos de la Tierra puedan cubrir todas las necesidades de la humanidad, sin interrumpir los procesos ecológicos del planeta. Es un método comprensivo, lo cual significa que se emplea en situaciones con enfoque global, para la resolución de las problemáticas y necesidades de los seres humanos. Se desarrolla anticipadamente, para evitar cualquier crisis que pueda surgir tanto en el presente, como en el futuro.

Esta metodología integra las partes, para que a través de un proceso formen un todo, un sistema completo. Toma recursos de la ciencia, la cual es lógica, sistemática y emplea métodos de investigación para transformarla en recursos que aseguren la vida sobre la Tierra. La humanidad puede perdurar en el planeta si se aplican las tecnologías de la forma más optima posible con el menor consumo de recursos (Fuller, 1981).

Design Science se describe de forma tal que mejore el desempeño de los componentes y procesos de tecnologías específicas con implicaciones en sistemas más amplios y complejos de los que son parte. En esta se incluye la educación como medio de reducir el desperdicio de los recursos de cualquier tipo y permitir a la gente que sean autónomos. Fuller predicó que el intelecto es lo único en el Universo que aparenta no tener ningún límite. Es tan importante conocer los principios de Design Science, desarrollarla, como hacerla conocer a otros, para lograr la transformación de las situaciones (Brown et al., 1978).

Se integra el concepto Trimtab en el diseño científico de Fuller, el cual metafóricamente significa el diseño de medios por los que cualquier recurso en el ambiente, en un tiempo y momento específico, su potencial puede ser maximizado, empleando la menor cantidad de recursos, tiempo y energía invertida, provocando cambios positivos en el planeta. Los siguientes pasos para la implementación de esta metodología son referenciados de los presentados por Brown et al., (1978).

3.1.1 Determinación de la situación problemática

El primer paso es seleccionar una situación que necesita ser resuelta y que puede ser aceptada por el grupo. Los intereses, los recursos y los talentos de los participantes, así como el período de tiempo que el equipo empleará deben ser suficientes para determinar la escalabilidad del proyecto, de acuerdo a las limitantes de recursos y tiempo.

La selección de la problemática en “Design Science” inicia en los niveles globales y luego se enfoca a los niveles locales, asegurando así que todas las estrategias seleccionadas progresivamente de forma local se ajustan a las potencialidades y limitaciones globales.

Primero se selecciona un área funcional de la vida humana, que resuelva necesidades y luego se desarrolla una estrategia para unificar todas las necesidades a un nivel geográfico (comunitario, nacional o regional), hasta un enfoque individual. Posteriormente, se diseña una planificación estratégica para la región definida, de manera que se cubran las necesidades identificadas.

3.1.2 Definición de los problemas

Esta etapa en que se identifica lo que está erróneo. En la descripción del problema, se presentan las adversidades de la situación presente que deben ser redefinidas, a través de medios que tengan potencial de resolverlas. En la descripción del problema se incluyen cualquiera de las siguientes características:

1. Distribución: población que no tiene acceso a algún recurso.
2. Desempeño: capacidad de los sistemas de soportar la vida.
3. Impacto ambiental: contaminación, degradación de la diversidad, rompimiento de ciclos ecológicos, etc.
4. Mantenimiento y cambio: aspectos que promueven cambios en el sistema.

3.1.3 Definición de la situación ideal

De definen los objetivos, de forma tal que las intenciones se transforman en la descripción de la situación ideal, la cual es la descripción de éxito del sistema, por lo cual, será lo inverso de los problemas.

3.1.4 Descripción del estado actual

En esta etapa, se describe la realidad, de una forma integral, haciendo un análisis crítico de todas las partes involucradas. Este paso tiene como objetivo aclarar los factores relevantes del problema que facilitarán la organización de los datos sobre el sistema en consideración.

A continuación, algunas de las herramientas para la descripción del estado actual:

- ❖ Análisis de las entradas y salidas del sistema.
- ❖ Componentes y procesos en que se involucran.
- ❖ Indicadores claves de parámetros establecidos.
- ❖ Tendencia de los indicadores claves.
- ❖ Tendencias de factores interno/ externos al sistema.
- ❖ Interacción con otros sistemas.
- ❖ Análisis del ingreso y egreso de energía al sistema.
- ❖ Esquema de las invenciones o estrategias que se han elaborado para resolver la problemática en cuestión.
- ❖ Mapa de distribución y localización, además, organizaciones involucradas.

3.1.5 Inventario de alternativas

Se desarrolla una lista de medios alternativos por los cuales se puede solucionar la problemática. Es indispensable conocer cómo funcionan las alternativas en una situación particular en la cual son implementadas.

3.1.6 Desarrollo de criterios de evaluación

Es una etapa en la que se hacen representar los valores y prioridades, en las estrategias de diseño y se eligen los medios para su implementación. Se adopta un criterio de evaluación que permita guiar el desarrollo del proyecto y medir el nivel de éxito del mismo. Esta evaluación puede ser general y luego ser afinada a condiciones de objetivos más específicos

3.1.7 Diseño del sistema de preferencia

Se integran las alternativas más apropiadas para hacer un sistema en el que todas las partes funcionen adecuadamente y de forma coordinada.

3.1.8 Desarrollo de la estrategia de implementación

Se define la forma en la que se llegará a lograr los objetivos propuestos para la situación ideal, partiendo de las condiciones actuales. También, se describen los procesos para la implementación de la estrategia.

En esta etapa se definen algunas de las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Quién va a implementar la estrategia?
- ❖ ¿Cómo se pueden invitar a participar o ser movilizados?
- ❖ ¿Qué medios o artefactos serán necesarios?
- ❖ ¿Cómo pueden ser producidos o distribuidos?
- ❖ ¿Cómo puede ser evaluada la estrategia?

3.1.9 Documentación del proceso y Ejecución de la iniciativa

Durante todo el proceso de desarrollo de la metodología “*Design Science*” se coleccionan los archivos elaborados. Esta documentación será un soporte para la ejecución del material definitivo, además, es un gran aporte para los grupos siguientes que deseen trabajar o darle continuidad a lo ya realizado.

Algunos medios incluyen:

- ❖ Reportes de investigación
- ❖ Ensayos
- ❖ Artículos de periódicos
- ❖ Dibujos, fotografías
- ❖ Presentaciones a computador, grabaciones

El paso siguiente es la puesta en marcha de la iniciativa. Para esto, se puede lograr a través de 1) desarrollo de algún objeto que solucione la problemática, 2) comunicando el plan a quienes estarán involucrados y 3) iniciar con un proceso de planeación más extenso, además, solicitando la participación de los que serán afectados por el proyecto. En el Anexo 7, se muestra el esquema secuencial de los procesos que involucra la metodología del Environmental “*Design Science*” de Brown *et al.*, (1978); según el enfoque de *R.B.Fuller*.

3.2 Proyecto de Investigación con Biodigestores

3.2.1 Localización del experimento

La etapa de campo se llevó a cabo en el Laboratorio de Biodigestores, localizado en la Finca Pecuaria Integrada (FPI) de la Universidad EARTH. De acuerdo a investigaciones previas por Alvarado y Rodríguez (2009), este laboratorio cuenta con una temperatura promedio de 26,5 °C, posicionado en las coordenadas geográficas 10°11´ N 80° 40´ E y a una elevación de 50 msnm. Los registros muestran precipitaciones promedios anuales de 3000 a 4000 mm distribuidas durante el año. La evaporación promedio es de 3,6 mm/día y la humedad relativa es del 87 %.

El laboratorio cuenta con 12 biodigestores a escala, en los cuales, se evaluó el comportamiento de biodigestión de cáscara de banana madura, preaireada durante cinco días a temperatura ambiente y luego biodigerida con un filtrado de excretas de cerdo y vinaza, también, se evaluó la influencia de biofilms dentro de los biodigestores. La producción y calidad de biogás se determinó durante un tiempo de retención de ocho semanas, con medidores analíticos de gas; los análisis químicos de las muestras líquidas y la vinaza se midieron por un lapso de 10 semanas, extrapoladas a un tiempo de cinco meses para los análisis estadísticos; fueron analizados en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad EARTH. Los biofilms consistieron en tiras de piola de 3,5 m de longitud, a las cuales se les amarraron pedazos de botellas plásticas desechables aplastadas, de refrescos de 600 ml de volumen, para dar más superficie de contacto a las bacterias. En el Anexo 6 se muestra una fotografía del experimento en el laboratorio de biodigestores en la Finca Pecuaria Integrada (FPI).

3.2.2 Diseño experimental

Se emplearon biodigestores tipo Taiwán de bajo costo, de polietileno tubular color blanco de 16 mm de grosor, con un diámetro de 0,31 m y una longitud de 3 m en bolsa simple, con capacidad de almacenar 159 L en fase líquida, siendo un 75 % de la capacidad de la bolsa. El almacenamiento del biogás ocurrió en bolsas tubulares de polietileno, color blanco, calibre 8 mm de grosor con 0,39 m de diámetro y 6 m de largo en bolsa simple; las cuales tenían capacidad de almacenar 716 L de biogás. Estas bolsas estaban suspendidas en el aire, amarradas al techo del laboratorio. Antes de iniciar con el experimento, se llevó a cabo una evaluación de las condiciones de cada una de las bolsas, fugas, limpieza y vaciado. Luego de esto, se procedió a cargarlos con los diversos tratamientos propuestos, como se describen en el Cuadro 1. El procedimiento corresponde al demostrado para la instalación de biodigestores tipo Taiwán de bajo costo desarrollada por Botero y Preston en el 1987.

En este proyecto, se utilizó un filtrado de estiércol de cerdo fresco como inóculo bacteriano, el cual es un desecho de la FPI, mezclado con agua tomada de reservorios de agua lluvia (sin desinfectantes químicos) de la finca. La vinaza empleada, estaba almacenada en un reservorio y fue traída de Nicaragua desde el año 2009 con propósitos de investigación. Se llevaron a cabo análisis químicos para conocer su condición previa a la instalación de los tratamientos.

Se empleó un sistema de digestión en “batch”, que permite conocer el desempeño de la tecnología según unas proporciones fijas de carga orgánica, la metodología consistió en cargar los digestores una vez bajo las proporciones detalladas en el Cuadro 1, se cerraron las bolsas y sólo se abrieron al tomar las muestras líquidas y una vez terminada la investigación. Las mediciones se realizaron semanalmente (cada siete días), desde el momento de la instalación de los biodigestores. La investigación tuvo una duración de 10 semanas en fase de campo, siendo los primeros 30 días de estabilización de la composición del biogás y los días restantes, para la producción constante de biogás. En la Figura 1, se muestran las cuerdas elaboradas de botellas plásticas como biofilms y fotografías de la cáscara de banano e inóculo utilizados en la investigación.

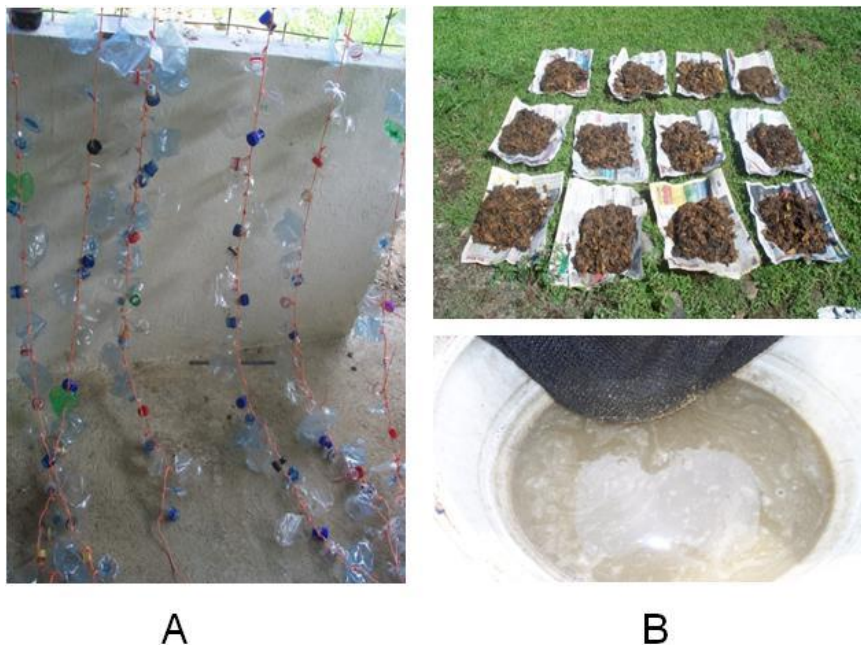


Figura 1. A) Biofilms elaborados de una cuerda de botellas plásticas cortadas en trozos.
B-arriba) Cáscara de banano madura preaireada por cinco días y cortada en trozos.
B-abajo) Filtrado de excretas de cerdo + agua.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamiento	Descripción
I	Cáscara de banano madura, preaireada por cinco días, cortada en trozos (1 a 2 cm)+ (excretas de cerdo al 3 % + agua) +0 % vinaza + biofilms.
II	Cáscara de banano madura, preaireada por cinco días, cortada en trozos (1 a 2 cm)+ (excretas de cerdo al 3 % + agua) +0 % vinaza + no biofilms.
III	Cáscara de banano madura, preaireada por cinco días, cortada en trozos (1 a 2 cm)+ 40 % vinaza + 60 % (excretas de cerdo al 3 %+agua) + biofilms.
IV	Cáscara de banano madura, preaireada por cinco días, cortada en trozos (1 a 2 cm)+ 40 % vinaza + 60 % (excretas de cerdo al 3 %+agua) + no biofilms.

3.2.3 Distribución de los tratamientos

Para cuatro tratamientos y tres repeticiones, se tenía un total de 12 biodigestores; se les introdujeron 4 kg de cáscara /biodigestor y según el Cuadro 1.

En la Figura 2, se hace una representación de la distribución de los tratamientos en el Laboratorio de Biodigestores, bajo un diseño completamente al azar (DCA).

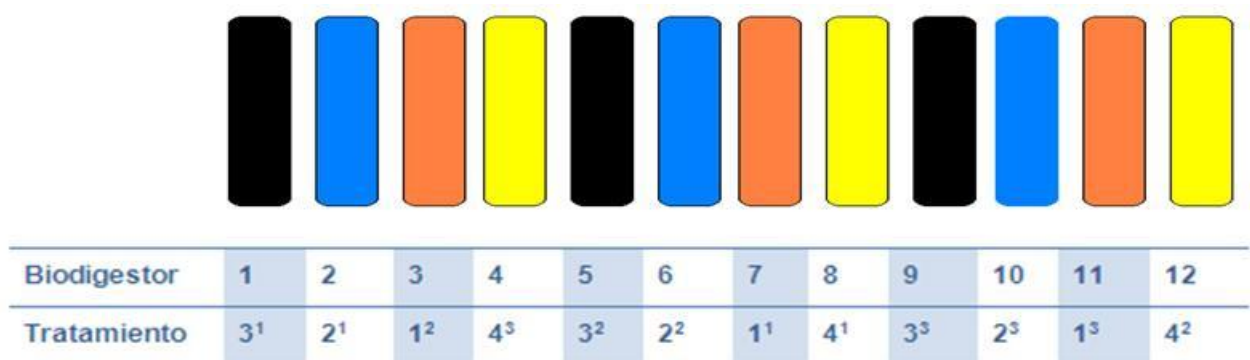


Figura 2. Numeración de biodigestores (primera fila) y distribución de los tratamientos (segunda fila) con repeticiones como potencia. Cada color representa un tratamiento.

3.2.4 Contabilización de biogás producido

La medición de la cantidad de biogás producida se realizó a partir de la primera semana de la instalación de la investigación, luego, se midió con una frecuencia de cada siete días hasta cumplir con ocho semanas. El rendimiento de biogás se tomó con un medidor de gas, *American Diaphragm Meter modelo AC – 250*, con una presión máxima de 5 psi, extraído con una bomba de vacío de 1 hp desde las bolsas suspendidas en el aire, en las que se almacenaba el biogás.

3.2.5 Muestreo del contenido de metano

Al inicio de la investigación, no se contaba con los aparatos electrónicos efectivos para la lectura del contenido de metano en las bolsas. Sólo hasta el último período de la investigación se tomó el contenido de metano con un medidor electrónico, marca GX a 2003, que se colocó en la tubería de paso entre los biodigestores y las bolsas de almacenamiento en cada uno de éstos.

3.2.6 Recolección de muestras

La toma de muestras para el análisis de laboratorio se llevó a cabo desde el momento de instalación del proyecto, siendo el intervalo de toma de muestras cada siete días. Se tomó una muestra en el afluente de cada tratamiento al momento de la instalación de los biodigestores, siendo un total de 12 muestras; posteriormente, todas las muestras colectadas eran consideradas efluentes. Cada muestra por repetición se mezcló para luego ser enviada a un análisis químico, teniendo un total de cuatro muestras, una por tratamiento. Para el análisis de las aguas, el laboratorio empleó la metodología Standard APHA de 1998.

El análisis estadístico implementado fue con un software estadístico InfoStat, 2010; se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para mediciones repetidas, considerando las mediciones mensuales. Cuando los modelos de ANOVA detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) se realizó la prueba DGC (Di Rienzo *et al.*, 2010) para comparaciones de pares.

Una vez obtenidos los resultados, se realizó un análisis económico de la implementación de esta tecnología para la generación de electricidad y abono, además, se calcularon las emisiones de CO₂ que se evita emitir por el uso de biodigestores, según la metodología desarrollada por Aguilar y Botero (2006), analizando los aspectos relacionados con la viabilidad técnica y financiera de la instalación de biodigestores por la agroindustria, como una estrategia de sostenibilidad para el manejo efectivo de los desechos orgánicos sólidos y líquidos, para ser transformados a energía y biofertilizante por la agroindustria.

3.3 Seminario a Taller: “Biodigestores: Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos de la Agroindustria y Oportunidades de Desarrollo para Comunidades Rurales”

3.3.1 Desarrollo de la Metodología del Seminario

Para que los resultados del proyecto de investigación sean útiles a la sociedad y de fácil comprensión para los administradores e ingenieros de empresas agroindustriales, se dieron a conocer a través de un seminario taller que llevó como título “Biodigestores: Manejo de desechos Sólidos y Líquidos de la Agroindustria y Oportunidades de Desarrollo para Comunidades Rurales”. Este seminario se llevó a cabo en colaboración con el Programa de Educación Permanente (PEP) de la Universidad EARTH.

La metodología consistió en primero identificar los objetivos y temáticas del seminario, para solicitar el apoyo de los expositores tanto de EARTH como de organizaciones externas. Posteriormente, se determinó el público meta que se esperaba provinieran del sector agroindustrial, además, profesionales relacionados a la gestión ambiental, instituciones públicas del estado encargadas de la regulación del vertido de aguas y desechos a medios naturales, estudiantes y líderes de comunidades y de grupos organizados de zonas rurales.

Se presentó la propuesta a representantes del PEP en la Universidad EARTH, solicitándoles su apoyo para la planificación y logística del seminario. Una vez con el apoyo de esta unidad, se procedió a elaborar la diagramación y diseño del afiche promocional del evento, adjunto en el Anexo 8. Posteriormente, las actividades de planificación se realizaron en conjunto con el personal del PEP.

3.3.2 Identificación de Sectores Estratégicos

Para hacer llegar la invitación a los sectores específicos, se procedió a revisar ficheros de bases de datos disponibles en internet, como *Páginas Verdes*¹, *la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)*² y otros seminarios que se han realizado tanto en Costa Rica e Internacionalmente, como los *Foros de la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA)*³; para así, conocer los teléfonos, correos electrónicos y nombres de potenciales sectores participantes del seminario. Se enviaron correos masivos a las bases de datos elaboradas, invitándolos a participar al seminario, el cual se realizó del 20 al 21 de setiembre en el campus de la EARTH, Guácimo, Costa Rica. Para poder cubrir con todos los gastos de la logística del evento y también, hacer posible la participación de estudiantes y representantes de organizaciones campesinas rurales e indígenas interesados en la temática, se recurrió a solicitar patrocinio a organizaciones nacionales e internacionales de desarrollo. La lista de temas fue cubierto por una serie de expertos que incluyen Profesores de la Universidad EARTH e invitados especiales de organizaciones y empresas externas.

¹ www.paginasverdes.com

² www.olade.org.ec

³ www.eep.a.ca.org/forums/es/index.html

3.3.3 Selección de temas relevantes para el manejo sostenible de desechos agroindustriales y para la promoción de alianzas con comunidades

Además de la presentación de los resultados de la investigación y la propuesta de integración de la agroindustria y las comunidades, la lista de temas fue cubierto por una serie de expertos que incluyen Profesores de la Universidad EARTH e invitados especiales de organizaciones y empresas externas. Los temas seleccionados se vincularon con el marco legal que regula al sector agroindustrial sobre de aguas residuales, así como el tratamiento de los desechos sólidos orgánicos, tecnología de biodigestores como estrategia en el tratamiento sostenible en la ingeniería ambiental de residuos agroindustriales, mitigación del Cambio Climático y uso de Energías Alternativas: acción estatal, empresarial, organizacional y comunitaria, además, Responsabilidad Social Corporativa – Integración GANAR a GANAR agroindustria y comunidades. En el Anexo 9, se presenta el programa del seminario.

3.3.4 Diseño de estrategia de presentación de temas, integración de participantes y visita a empresas agroindustriales

En el taller se empleó una metodología tipo foro, en la que los expositores presentaban sus temas y los oyentes hacían preguntas o comentarios al final de las presentaciones. Al final de cada día, se hacía una reflexión en torno a los temas tratados y se procuró que los recesos se utilizaran como medio de integración entre los sectores representados. Para complementar la metodología práctica del seminario, se incluyó una visita durante el segundo día a los biodigestores de la EARTH, a los de la compañía MUNDIMAR, principal fábrica procesadora de banano en la zona atlántica de Costa Rica y además, se hizo una visita a la comunidad La Florita, en el distrito de Guápiles, donde se han llevado a cabo proyectos de instalación de biodigestores por parte de la Universidad EARTH.

En la Figura 3, se muestra un esquema del proceso sistémico que se llevó a cabo para la ejecución del seminario, de forma tal que permitiera lograr los objetivos de establecer bases para alianzas de integración entre la agroindustria y comunidades, para obtener los datos de la información compartida en el taller y finalmente, convertirlo en un proceso integrador que permita recoger las retroalimentaciones por sectores, enriqueciendo sus resultados e impacto para un rediseño futuro de investigaciones que permitan el avance y descubrimiento de más elementos en el proceso de alianzas entre los sectores. La propuesta de integración ha sido presentada entre organizaciones de desarrollo local e internacional, empresas del sector agroindustrial de la zona, así como ministerios del Gobierno de Costa Rica, de modo que sirva de referencia para la planificación de proyectos, así como el inicio de un abordaje integral para la problemática de desechos.

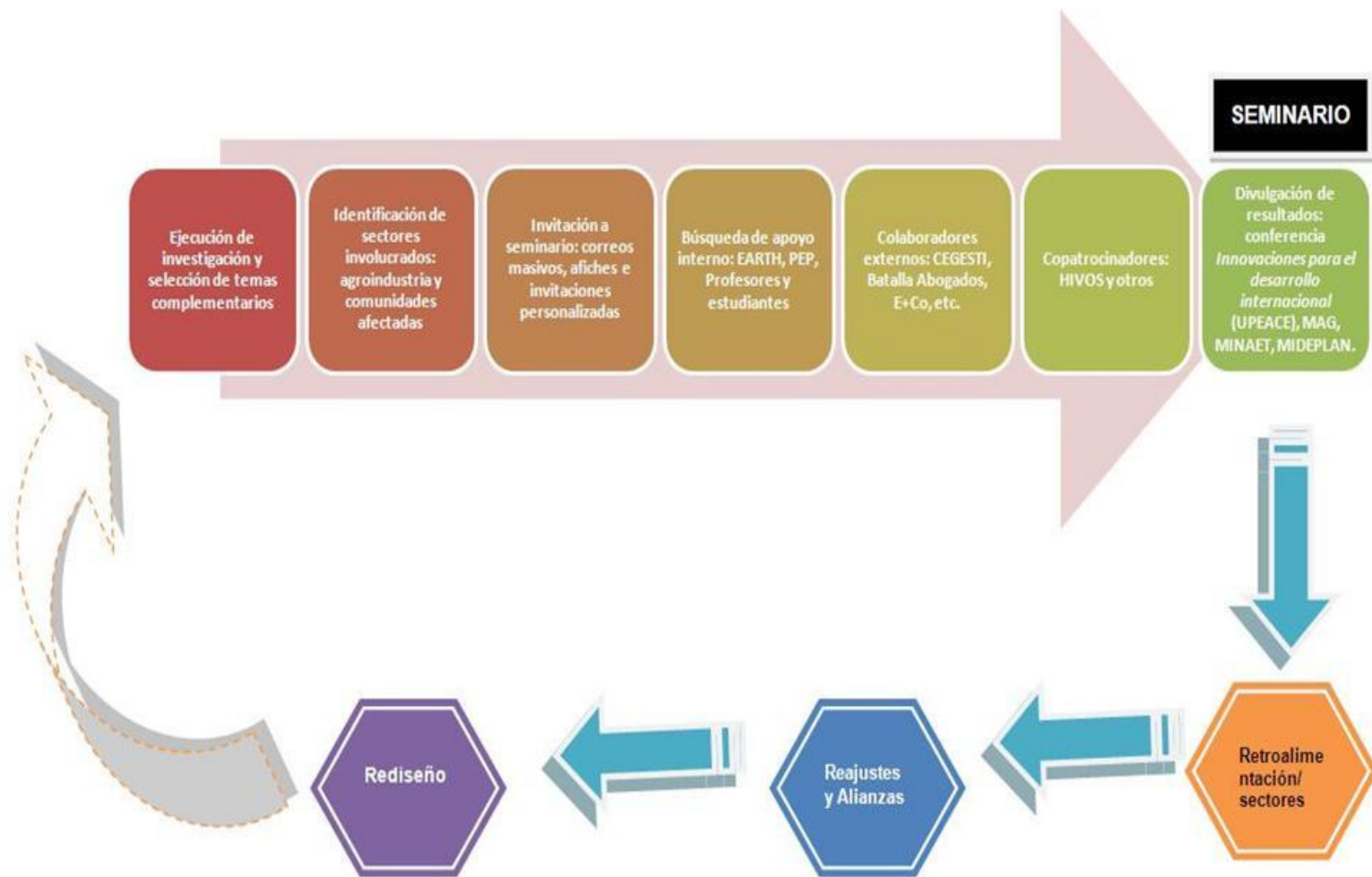


Figura 3. Diseño sistémico del Seminario sobre Biodigestores.

3.4 Concurso Ambiental “Soluciones para mi Planeta”

3.4.1 Antecedentes del concurso ambiental

En aras de dar a conocer los conceptos sobre el funcionamiento de los biodigestores como descontaminante y generador de energía limpia, así como para promover una transformación integral e incluyente, sobre el manejo efectivo de desechos orgánicos, se diseñó un concurso ambiental que sirviera como medio de conciencia y formación sobre criterios de sostenibilidad entre 100 niños del Cantón de Pococí, Guápiles. Este concurso, llevaba como título “Soluciones para mi Planeta”.

Este proyecto fue inicialmente presentado y enriquecido por la participación en el evento *Clinton Global Initiative for Universities (CGIU)* a inicios del 2010, en donde el expresidente de US., *Dr. Bill Clinton* y 1500 jóvenes de todo el mundo, identificaron las áreas más emergentes de acción a nivel global, para que así, cada participante se comprometiera a ejecutar proyectos de transformación en el mundo con impacto local. En el Anexo 10, se presenta el certificado en que se compromete a ejecutar proyectos, como éste concurso, cuyos resultados tangibles sean de bien para la humanidad.

3.4.2 Definición de estrategia para el desarrollo del concurso

El concurso se llevó a cabo en colaboración del Programa de Desarrollo Comunitario (PDC) de la Universidad EARTH y la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP), como una estrategia para promover una cultura de pensamiento y valores de respeto ambiental, promoviendo espacios en que los niños y las maestras trabajando en conjunto puedan encontrar soluciones factibles a problemas ambientales emergentes en sus escuelas y comunidades.

La Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP), cuenta con más de un año y medio de ser fundada y está diseñada para promover una educación ambiental holística entre los centros educativos asociados de Pococí, suscitando la formación de clubes de ecología que integran a los niños, padres, maestras y comunidad en capacitaciones ambientales e intercambio de programas y proyectos sobre formación ambiental. La REUP permite canalizar la búsqueda de ayuda externa para llevar a cabo los proyectos generados en la Red; se coordinan proyectos con instituciones públicas y privadas del cantón de Pococí, se llevan a cabo actividades de proyección comunitaria que hagan posible esa transmisión de ideas y valores para el cuidado del ambiente y además, se genera conciencia y compromiso ambiental en la comunidad; de la misma forma, permite forjar vínculos de amistad, unidad y cooperación entre centros educativos, tanto privados como públicos, estimulando un trabajo conjunto para un cambio positivo en la comunidad del distrito de Guápiles, Cantón de Pococí, provincia de Limón en Costa Rica.

En esta primera versión del concurso, la metodología consistió en identificar la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP), para que a través de esta asociación de escuelas ecológicas de Guápiles, se pudiera llevar a cabo el concurso ambiental y éste sirviera como una herramienta de trabajo en el fortalecimiento de la Red, intercambiando ideas y acciones conjuntas.

A través de este concurso, se transmitieron informaciones sobre la realidad ambiental del distrito de Guápiles y la provincia de Limón, estimulando conciencia e inquietudes sobre soluciones ambientales y sobre estrategias de manejo de desechos orgánicos generados en la agroindustria (bananera y cañera), a través de tratamientos anaeróbicos con biodigestores de bajo costo, que permiten tanto la descontaminación de las aguas y la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera por descomposición a cielo abierto, como la generación de electricidad y biofertilizantes.

Se hizo contacto con la Directora de la REUP, la *Lic. Clara Inés Gruesso*, comentándole sobre los objetivos del proyecto de graduación y la posibilidad de integrarlo como estrategia de acción de la REUP. Con la anuencia de un trabajo conjunto con la *Lic. Gruesso*, se realizó una reunión, presentándole la propuesta, indicando sus objetivos, y escalabilidad tanto para la comunidad de Guápiles, pero también, como patrón de acción que pueda servir en cualquier otra comunidad en la que se desee promover conciencia ambiental entre niños de escuela primaria.

La *Lic. Clara Inés Gruesso*, se graduó como promotora social con énfasis en Desarrollo Comunitario en el Colegio Mayor de Manizales, Colombia. Trabajó por aproximadamente seis años con comunidades indígenas y campesinas de Sur América y de Costa Rica. Además, la *Lic. Gruesso* ha trabajado con grupos Pre a juveniles y Juveniles en campamentos ecológicos. Actualmente labora en la Universidad EARTH como Asistente de Residencias Estudiantiles y en el Colegio Bilingüe San Francisco de Asís en Guápiles, como Profesora de Ecología. Clara es fundadora de la Olimpiada Ecológica en este Colegio y de la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP) de la misma comunidad.

Luego de contar con la aprobación de la red de escuelas, se contactó, en búsqueda de apoyo logístico al *Ing. Allan Chaves*, encargado del Programa de Desarrollo Comunitario (PDC) de la Universidad EARTH, además, a su Director, el *Dr. Mario Piedra Ph.D.*, para que se desarrollara el concurso desde un marco institucional. El PDC es un proyecto de la EARTH, del Programa de Educación Permanente (PEP); que tiene como objetivo fortalecer el programa de educación integral de la EARTH, para estimular una mayor conciencia ambiental entre los estudiantes e involucrarlos en proyectos de acción social, a través de trabajos con la comunidad, además, promoviendo la capacitación ambiental y agropecuaria de los grupos comunitarios de medio rural, mejorando así su calidad de vida.

3.4.3 Diseño de la metodología pedagógica para la enseñanza en temas de manejo de desechos y energías alternativas

Para poder desarrollar un programa de enseñanza que garantice un aprendizaje eficaz entre los niños; se contactó al *Lic. Enrique Segura*, especialista en Psicopedagogía y Enseñanza. El Lic. Segura obtuvo recientemente su Máster en Psicopedagogía en el 2010 y se graduó de Bachiller Universitario en la Enseñanza de las Ciencias Naturales en el 2008 de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica. Es Profesor de Biología, Física, Química y Ecología en el Centro Educativo de la Compañía “Banana Development Corporation” (BANDECO).

El *Lic. Segura* es Co a fundador y miembro permanente de la Olimpiada Ecológica del Colegio San Francisco de Asís en Guápiles, además, fue Asistente de Bienestar Estudiantil en la Universidad EARTH.

Con la participación de la Directora de la REUP, el apoyo del Programa de Desarrollo Comunitario de la EARTH, la colaboración del Lic. Enrique Segura y los asesores del proyecto de graduación, se diseñó la estrategia de trabajo con las escuelas en la comunidad, así como la metodología de enseñanza con los niños, la selección de los temas y las dinámicas de participación que nos permitieran luego lograr los objetivos conductuales establecidos en el proyecto, que incluyen aspectos de generación de conocimientos y conciencia en el tema ambiental y situación de la problemática de desechos en su comunidad y escuela, el fortalecimiento de lazos de trabajo y cooperación entre los niños y maestras, además, un trabajo unido con representantes del sector ambiental, Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), y del Ministerio de Educación Pública (MEP) del Gobierno de Costa Rica en la región Huetar Atlántica.

Se desarrolló un programa para la enseñanza de los temas, en asesoría de los Profesionales mencionados; esta metodología se describe en el Cuadro 2. Luego, se definió la estrategia de enseñanza en cada una de las sesiones con los niños. El material que se empleó como referencia fue: el libro *“Proyecto para un Planeta Verde: Medidas Prácticas para Combatir la Contaminación”* de John Seymour y Herbert Girardet (1987), el folleto *“Ecoalfabetización: Talleres Integrales de Educación Ambiental para Escuelas Primarias”* (2006), elaborado por el Profesor de Comunicación, Dr. Carlos Montoya, Ph.D. y el Profesor de Silvicultura Tropical Sostenible, Dr. Ricardo Russo, Ph.D., ambos miembros de la Facultad de la Universidad EARTH; además, se empleó el folleto *técnico “El Biodigestor: Tecnología Sencilla y Amigable con el Ambiente al Alcance de Todos”*, elaborado por el Prof. Raúl Botero, especialista en Producción Animal Sostenible en el Trópico, el Dr. Francisco Aguilar Cabezas y el Dr. Thomas Preston, expertos en la tecnología de biodigestores; finalmente, para la elaboración de las dinámicas con los niños, se empleó el manual *“Actividades de Educación Ambiental para Escuelas Primarias”* de la Serie Educación Ambiental # 21 del Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO a PNUMA.

3.4.4 Selección de las Escuelas

Con el apoyo de la REUP, se eligieron cinco escuelas de la comunidad de Guápiles para trabajar en la primera edición, versión beta del concurso. Las escuelas seleccionadas fueron: Colegio San Francisco de Asís, Escuela Central de Guápiles, Escuela San Martín, Escuela Jiménez, y la Escuela Los Diamantes. Los criterios de selección de las escuelas se basaron en que: 1) sean miembros activos de la REUP, 2) tengan programas ambientales en desarrollo en las escuelas y 3) hayan sido avaladas por el programa Bandera Azul Ecológica.

El Programa de Bandera Azul Ecológica es un parámetro relevante porque tiene como finalidad mejorar las condiciones higiénicas a sanitarias de las instituciones, en aspectos de calidad de agua, mejoramiento de los servicios sanitarios, mejoramiento de la estructura del centro educativo, educación ambiental dirigida a la comunidad educativa y seguridad de la escuela.

3.4.4.1 Perfil Escuela Central de Guápiles

Esta escuela se encuentra ubicada frente a la plaza de deportes San Salvador, en el distrito de Guápiles, cantón Pococí, provincia Limón. Fue fundada en el 1909, habiendo cumplido el año pasado sus 100 años de fundación; es una de las escuelas más antiguas y tradicionales de la zona. Los grados de enseñanza son de I y II ciclo. A la fecha cuentan con 1065 estudiantes y 57 maestros, con grado académico en general: Bachiller y Licenciados. Son miembros de la REUP desde su fundación y actualmente tienen como principal proyecto ambiental su participación por vez primera en el prestigioso Programa Bandera Azul Ecológica.

3.4.4.2 Perfil Centro de Atención Prioritaria Los Diamantes

La Escuela Los Diamantes está localizada en Guápiles, Pococí, Limón, 75 m este de la plaza de deportes del barrio La Emilia. Fue fundada en el 1965 en unos terrenos donados por la finca Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica; cuyos primeros docentes fueron *Claro Román Chavarría* y *Adelita Soto Oconitrillo*. Es una escuela ubicada en una población urbano – marginal. Su población estudiantil es de 564 estudiantes en total, 292 hombres y 272 mujeres. La cobertura de estudiantes es materno Infantil, transición I y II ciclo. Cuenta con 41 Personal Docente y Administrativo en total. Son miembros del programa Bandera Azul Ecológica desde el 2005, en lo adelante 2006 a 2007 a 2008 a 2009 han recibido el Máximo Galardón en Bandera Azul Ecológica para Centros Educativos las TRES ESTRELLAS.

3.4.4.3 Perfil Centro Educativo Jiménez

La Escuela de Jiménez se encuentra ubicada al costado este del parque central de Jiménez en el distrito de Jiménez, Pococí, Limón. Este centro educativo fue fundado en agosto del 1906 y está también entre las escuelas más antiguas de la comunidad. Las modalidades de esta institución está conformada por ciclos de Materno infantil, Transición y Primaria en I y II ciclo de la enseñanza general básica.

El centro consta con un total de 530 estudiantes, atendidos por 17 docentes de asignaturas básicas y nueve docentes de asignaturas especiales, con los cuales 99 % son Licenciados y un 1 % son Bachilleres. Pertenece a Bandera Azul Ecológica desde el año 2008.

3.4.4.4 Colegio San Francisco de Asís

Este colegio es de carácter privado, se encuentra localizado en el distrito de Pococí, cantón de Guápiles. Fue fundado en enero del 1994 y actualmente imparte enseñanza en preescolar, primaria y secundaria. Cuenta con 530 alumnos, con un total de 58 profesores, alcanzando el grado académico de Bachiller Académico.

El colegio está inscrito en la Red de Escuelas Amigas de la UNESCO, es fundador de la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP) además de la Olimpiada Ecológica San Francisco de Asís y posee la bandera de tres estrellas del Programa Bandera Azul Ecológica. El Colegio ha participado en las tres ediciones del Congreso Ecológico Intercolegial (ECO3) auspiciado por el colegio Lincoln, el MEP y la Embajada Americana.

3.4.4.5 Escuela de Atención Prioritaria San Martín

Esta institución educativa se ubica en la provincia de Limón, cantón Pococí, distrito Jiménez, del Súper Brenes en el Molino por calle vieja, 800 metros Norte, 200 Este, frente la iglesia Católica. Fue fundada en el año 1999. Se imparten los niveles de: Materno Infantil, Transición, Primero, Segundo, Tercero, Cuarta, Quinto, sexto y Aula Abierta. Cuenta con una población de 331 estudiantes, con 19 docentes, de I y II ciclo, entre grados académicos de MSc., seis, Licenciatura diez y de Bachiller tres. La escuela forma parte de la Red de Escuelas Unidas por el Planeta desde el 2009, además se inscribió este año en Bandera Azul Ecológica.

3.4.5 Diseño de trabajo en las escuelas

Se desarrolló un análisis rápido de las escuelas y su situación, posteriormente, se enviaron cartas circulares a cada una de estas escuelas, dirigidas a las Directoras y Directores de las mismas, con el objetivo de presentarles el concurso e invitarles a una reunión introductoria de presentación del proyecto y motivación para participar en el mismo, así como un pequeño póster del concurso.

Se llevó a cabo una reunión con dos maestras de cada una de las escuelas seleccionadas, en algunas de las escuelas hubo tres maestras en lugar de dos. En ésta reunión se les presentó el concurso y se les motivó a participar junto con sus estudiantes. Se mantuvo comunicación constante con las maestras para la planificación de las actividades, vía la Directora de la REUP, telefónica y correo electrónico.

La dinámica posterior consistió en hacer cuatro sesiones de una hora en cada una de las escuelas, una por semana. Como se muestra en el Cuadro 2, las temáticas de las charlas fueron sobre agricultura & sostenibilidad, energías alternativas, cambio climático y biodigestores, sirviendo de promoción de conciencia ambiental y realidad de los desechos en la comunidad entre los 100 niños participantes. En el Anexo 11 se muestra una fotografía de las charlas llevadas a cabo en las escuelas de Guápiles.

Cada estudiante, tenía el compromiso de contarle a cinco personas más lo aprendido cada semana y tanto las maestras como las organizadoras revisaban el certificado de firmas, confirmando que era correcto, para hacer un total de 2000 personas impactadas indirectamente por el proyecto. En el Anexo 12 se presenta una hoja de firmas típica de los estudiantes participantes del concurso.

Luego de las charlas, las maestras debían trabajar con los estudiantes para identificar una problemática ambiental, ya sea en la escuela o en la comunidad y describir proyectos que ayuden a solucionarlos. Se elaboró un formato para que las maestras junto a sus estudiantes presentaran las problemáticas y las soluciones ante la final del concurso, según unos criterios definidos por las coordinadoras y asesores del concurso, especialistas en educación, psicopedagogía y medio ambiente, quienes también ayudaron a definir la metodología de enseñanza. En el Anexo 13, se adjuntan resúmenes de las propuestas de proyectos presentados por las cinco escuelas participantes.

3.4.6 Talleres de integración con Maestras miembro de la REUP

Previo a la final del concurso, se llevó a cabo un taller con las 10 maestras, con la presencia de algunos de los Directores de las escuelas, la Directora de la REUP y el Profesor Asesor del Proyecto en EARTH. El objetivo del taller fue desarrollar una actividad de integración entre las maestras y Directores participantes, fortaleciendo sus destrezas en la pedagogía de enseñanza sobre el Cambio Climático, Manejo de Desechos y Biodigestores, Sostenibilidad, Carbono Neutralidad y Cambio Climático y además, hacer una evaluación/retroalimentación del concurso para mejorarlo en las próximas ediciones.

Como se puede observar en el programa del 2do taller con las maestras, en el Anexo 14, se invitó a expertos en la pedagogía de enseñanza del tema ambiental entre escuelas primarias, provenientes de sectores del Ministerio de Educación Pública (MEP) y del Programa de Uso Racional de Recursos de la Universidad EARTH. En el Anexo 15, encuentran la hoja de firmas de asistencia de las maestras al taller de capacitación.

Se procuró el contacto con los representantes de Educación ante la UNESCO en Costa Rica y otras organizaciones relacionadas, sin embargo, no fue posible su participación en ésta edición, pero la invitación se ha extendido para próximas versiones del concurso.

En el taller, las coordinadoras se presentaron, además, se realizó un repaso de los objetivos del concurso, además, se hizo una breve introducción sobre la problemática ambiental a nivel global y de incidencia localmente, como: escasez y contaminación del agua por agroquímicos, contaminación atmosférica por industrias y carros, por el uso de energías derivadas del petróleo, ejemplos de irresponsabilidades en el manejo de recursos naturales “caso del Golfo de México”, contaminación del agua por desechos sólidos, tala de árboles y especies endémicas por establecimiento de monocultivos y consumo excesivo de electricidad, todas, prácticas de manejo insostenible de los recursos.

Se presentó un video sobre los efectos del cambio climático, por el uso de energías de fuentes fósiles. En el Anexo 16, se muestran los sitios web de los cuales, se pueden descargar las presentaciones de Power Point elaboradas para el taller con las maestras. Se elaboró una dinámica de integración entre las maestras, cuyos objetivos consistieron en:

1. Cuestionar la realidad de los valores de cada uno de los participantes y su filosofía de vida hacia el cuidado del planeta.
2. Ayudar a discutir con bases y tomas de decisiones por consenso.
3. Promover la integración de maestras y directoras miembros de la REUP y participantes del concurso.

La dinámica de integración, consistió en exponer una situación hipotética en la que el mundo fue destruido totalmente por bombas de hidrógeno. En un lugar subterráneo lograron sobrevivir algunas personas con todo lo necesario para muchos meses, las cuales van a volver a la superficie para recomenzar la reconstrucción del mundo. Se crearon tres grupos de trabajo, de cinco maestras y Directores, para que los participantes se imaginaran que los sobrevivientes eran el grupo que ellos integraban.

Estos son los humanos que comenzarán la reconstrucción de este mundo que por supuesto, debe ser mejor que el existente. Para orientar la discusión del grupo, se les propusieron las siguientes inquietudes:

- ❖ ¿Qué principios o normas fundamentales deben orientarlos en la reconstrucción planetaria?
- ❖ ¿Qué actitudes deben asumir los nuevos grupos humanos?
- ❖ ¿Con qué acción concreta comenzarían?; entre otras.

Se trabajó en grupos durante 30 minutos, se les entregó un papelógrafo y marcador para que redactaran sus conclusiones y elaboraran un esquema de sus propuestas de reconstrucción del mundo. Cada una de las propuestas presentadas por el grupo, como solución, debía ser justificada por el grupo. La solución adoptada era el fruto del consenso de cada equipo. En plenario cada grupo presentó la síntesis de su trabajo. En la foto del Anexo 17, se presenta una maestra explicando el esquema de trabajo elaborado por su equipo, haciendo una reflexión sobre la problemática de la generación de desechos y crisis energética, porque hay una necesidad inminente de fortalecer los valores y ética ambiental.

Durante los talleres realizados, se hizo un refrigerio de integración con las maestras. En la foto del Anexo 18, se muestra a las maestras compartiendo en el 2do taller en la Universidad EARTH. Finalmente, se dio la palabra a la Directora de la REUP para que presente la forma en que la REUP se vio beneficiada con el concurso, y con la ayuda de las maestras, se realizó un análisis de evaluación FODA de lo que fue la dinámica del concurso, resaltando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, identificando las estrategias que permitan en el futuro minimizar cada uno de los puntos débiles y maximizar o mantener los aspectos favorables.

3.4.7 Final del concurso ambiental

Para la final del concurso, se contó con un jurado compuesto por representantes de ministerios de educación y ambiente de Costa Rica, además, de la Universidad EARTH. El jurado estuvo compuesto por el *Dr. Pedro León*, Director del Consejo Directivo de la Universidad EARTH, *Lic. Antonio Naranjos*, Director del Área de Conservación Tortuguero (ACTo) del MINAET, y el *Lic. Carlos Rodríguez*, Asesor de Ciencias del Ministerio de Educación Pública en la Región Huetar Atlántica. Este equipo seleccionó tres lugares según la originalidad, creatividad, aplicabilidad, y criterios de sostenibilidad aplicados en la formulación de las propuestas, además, la capacidad de convencimiento con que los niños presentaron sus proyectos en la final. En el Anexo 13, se muestran las propuestas de proyectos presentadas por las escuelas.

Como se muestra en el Anexo 19, en el cual se presenta el programa del concurso, se integraron aspectos de medios visuales y dinámicos, para estimular la mayor conciencia ambiental entre los niños, a través de videos, gráficos y cantos. Cada una de las escuelas tuvo 10 minutos para presentar sus proyectos. El jurado se reunió para elegir los ganadores, seleccionando a tres premios principales. Los ganadores fueron elegidos en función de los criterios mencionados anteriormente.

Cada escuela presentó en la final, una propuesta hecha por un grupo de cinco estudiantes, seleccionados por las maestras, integrando tanto a niñas como a niños. Se entregaron los premios de los tres primeros lugares y premios de consolación a las escuelas no ganadoras, además de los certificados de participación. Gracias a la donación del Lic. Carlos Sandí, Encargado de la Finca Académica de la EARTH, cada niño recibió un árbol de caoba, que se comprometieron a sembrar en sus comunidades. En el Anexo 20 se incluye una fotografía mostrando a los niños con sus árboles.

Finalmente, se procedió a la toma de una fotografía grupal. Los 100 niños, maestras e invitados, se dirigieron a la cafetería de la EARTH, para tomar el almuerzo, mientras era amenizado por la Banda Municipal de Guápiles, quienes tocaron notas musicales tradicionales de la zona. En el Anexo 21, se muestra una fotografía con los 100 niños participantes del concurso. A cada participante se le entregó un certificado como símbolo de su compromiso ambiental para cuidar el planeta. En el Anexo 22, se muestra un formato de los certificados entregados en papel de banano reciclado, como ejemplo de manejo de desechos y reciclaje.

De esta forma, se integraron elementos de relevancia cultural tanto para los niños, como para las maestras participantes, ya que esta música tradicional de la región, estimula la integración de los participantes, de modo que se sientan identificados por las canciones e instrumentos empleados por los músicos.

Cuadro 2. Metodología de enseñanza sobre la temática ambiental en las escuelas primarias de Guápiles.

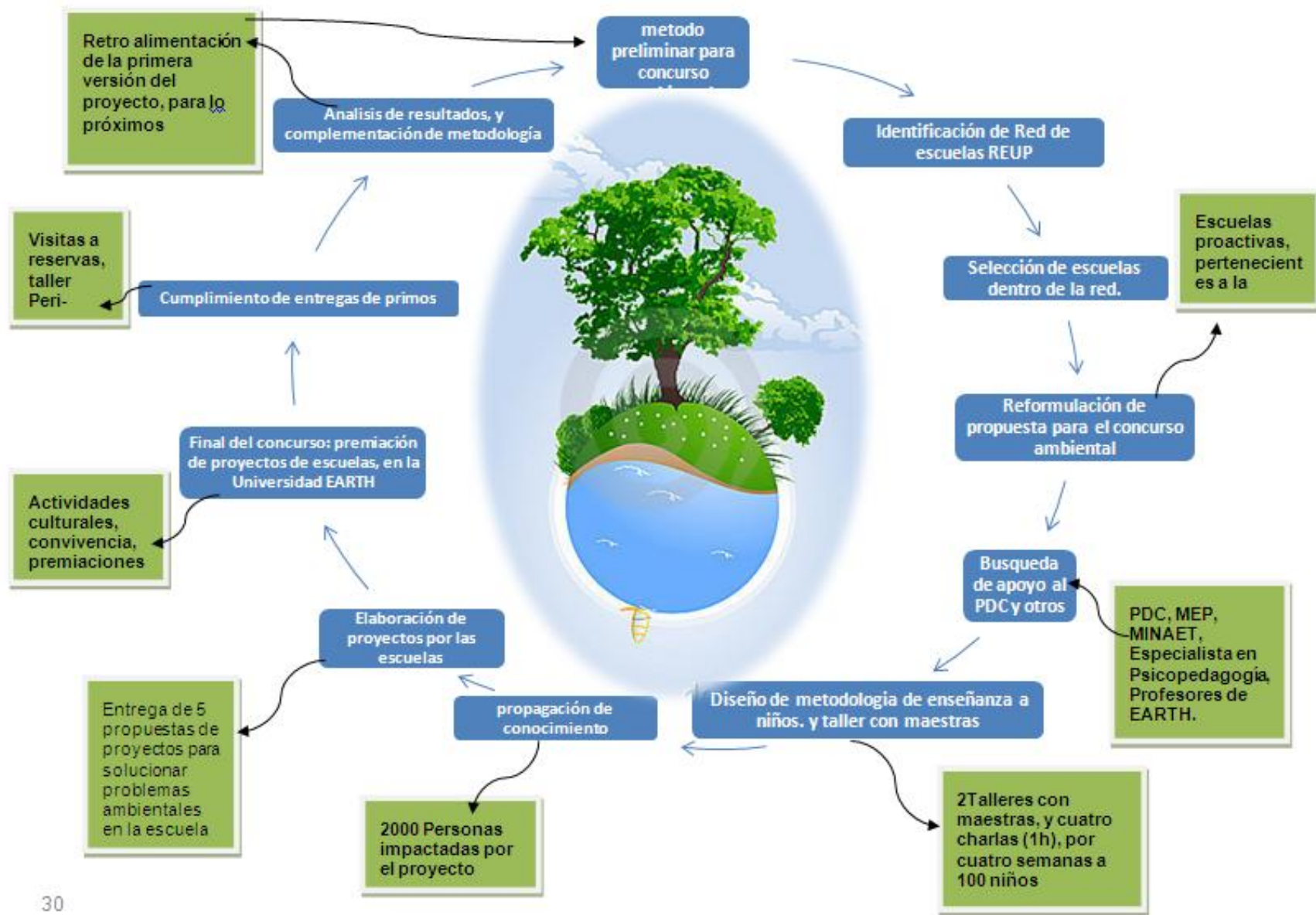
	SEMANAS			
	1	2	3	4
	Introdutoria Agricultura & Sostenibilidad	Desarrollar-Crear Fuentes de Energías Alternativas	Desarrollar - Construir Taller de Biodigestores	Exponer- Presentar Dibujos sobre el Ambiente
OBJETIVOS CONDUCTUALES	Objetivo: 1) Presentar el concurso a los niños y maestras de las escuelas. 2) Explorar los conocimientos base de los niños sobre las problemáticas ambientales en sus escuelas y comunidad.3) Discutir sobre posible soluciones a las problemáticas analizadas.	Objetivo: 1) Explicar las diversas fuentes de energía. 2) Reflexionar sobre el potencial de uso de biodigestores para el tratamiento de desechos orgánicos.	Objetivos: 1) Dar a conocer la tecnología de biodigestores: ventajas y oportunidades. 2) Explicación de las partes del biodigestor y su construcción.	Objetivo: Estimular que los niños elaboren dibujos que reflejen los conocimientos adquiridos y percepción sobre la realidad ambiental en sus comunidades y escuelas.
DINÁMICAS/ TEMAS	1) Introducción (Dinámica). 2) Presentación del concurso (15 min.) 3) ¿Qué sabemos?: Lluvia de ideas para construir conceptos sobre la situación ambiental y manejo de desechos en Guápiles.	1) Presentación sobre fuentes de energía: limpias y sucias.	1) Explicación de la tecnología de biodigestores.	1) Elaboración de dibujos ambientales
	3) Identificación de los problemas ambientales que impactan la comunidad. 4) Desarrollo del árbol del problema. 5) Soluciones que pueden surgir: Metodología (20 min.). En grupos de 3-4 personas, los niños identifican 3 soluciones a los problemas ambientales citados. Los resultados los podrán presentar de forma escrita o en dibujos.	Lista de fuentes de energía.	2) Ilustración de un biodigestor y sus partes.	-Energías alternativas
	6) Presentación de soluciones: un niño, líder de cada equipo, presenta las soluciones al grupo. 7) Discusión de las soluciones propuestas y cierre.	2) Grupos de trabajo: 5 grupos con diferentes tipos de energías alternativas. 3) Presentación de tipos de energías por grupos de niños.	3) Presentación de un modelo constructivo de un biodigestor. 4) Discusión sobre la importancia de los biodigestores para el tratamiento de desechos orgánicos y medida para enfrentar el cambio climático.	-Problemáticas ambientales -Comunidad ideal
		4) Discusión y cierre.	5) Cierre	2) Presentación de dibujos/ cierre de talleres.
TAREA	Tarea 1 : Cada niño le cuenta al menos 5 personas lo aprendido en clases.	Tarea 2 : Cada niño le cuenta al menos 5 personas lo aprendido en clases.	Tarea 3 : Cada niño le cuenta al menos 5 personas lo aprendido en clases.	Tarea 4 : Cada niño le cuenta al menos 5 personas lo aprendido en clases.

3.4.8 Seguimiento del proyecto y trabajo en las escuelas

Se mantuvo contacto con cada una de las escuelas a través de la REUP, para la entrega de los premios y para las visitas a las reservas tropicales, además, para conocer el avance de los proyectos propuestos. Para poder cubrir con los costos asociados a la realización del concurso, se enviaron cartas específicas de solicitud de patrocinio a diversas empresas y organizaciones relacionadas con la protección ambiental y educación en el tema, además de diversos Programas de la Universidad EARTH.

Finalmente, se llevó a cabo una reunión con el Director del Programa de Educación Permanente (PEP) y la Directora de la REUP, para establecer el concurso de manera permanente dentro del programa anual de actividades de ambas organizaciones. Además, los resultados de éste proyecto, ha sido presentados en ferias de innovaciones tecnológicas para el desarrollo sostenible, así como entre representantes de organizaciones de desarrollo, instituciones de formación de Alianzas Público Privadas y Ministerios relacionados con el ambiente, agroindustria y planificación de desarrollo en Costa Rica, como impacto de éste proyecto tanto en la región, como en el país. En el Anexo 23, se muestran imágenes de los proyectos presentados por las escuelas en el concurso, además, en el Anexo 24, se muestra una fotografía de la presentación del proyecto en la UPEACE.

En la Figura 4, se muestra el diseño de la estrategia para un manejo sostenible de desechos agroindustriales, acción conjunta con comunidades y formación en valores ambientales.



30

Figura 4. Proceso del diseño sistémico del concurso ambiental para promover conciencia sobre situación de desechos en la comunidad.

4 Resultados y Discusión

4.1 Resultados del Proyecto de Investigación

Como se describió en la metodología, se emplearon cuatro tratamientos y tres repeticiones en cada uno, con un total de 12 unidades experimentales, las cuales contenían 4 kg de cáscara de banano maduro tipo Cavendish, provenientes de la compañía MUNDIMAR (Chiquita) en Guápiles. Esta cáscara fue preaireada por cinco días a temperatura ambiente y sin la adición de ningún microorganismo antes de ser introducida en los biodigestores. Cada biodigestor contenía una proporción de 3 % de excretas de cerdos provenientes de la Finca Pecuaria Integrada de la EARTH. Además de estos componentes, el tratamiento 1 contenía biofilms elaborados a partir del reciclaje de botellas plásticas de polipropileno y 0 % de vinaza; el tratamiento 2, poseía 0 % de vinaza y ningún biofilms; el tratamiento 3 contenía biofilms y una mezcla líquida de 40 % de vinaza y 60 % de agua mezclada con excretas; finalmente, el tratamiento 4 poseía las mismas proporciones de 40 % vinaza y 60 % de la mezcla de excretas y agua, pero no se le introdujeron biofilms.

4.1.1 Producción de biogás

En la Figura 5, se presentan los resultados de la producción de biogás por cada tratamiento en (L/semana) y su análisis estadístico al 95 % de confianza ($P \leq 0,05$). Estos datos fueron tomados durante un período de 56 días, equivalentes a ocho semanas. Como se puede observar, el tratamiento 2 con una producción promedio de 33,04 L de biogás/semana y el tratamiento 3 con un promedio de 27,73 L biogás/ semana, mostraron los índices de productividad más altos, en comparación con los demás tratamientos. Según el análisis de la varianza con la prueba DGC, no hubo diferencias estadísticas significativas entre estos tratamientos, pero sí, entre estos y los tratamientos 1 y 4, los cuales mostraron una producción de 16,52 L biogás/ semana y 20,65 L biogás/ semana, respectivamente.

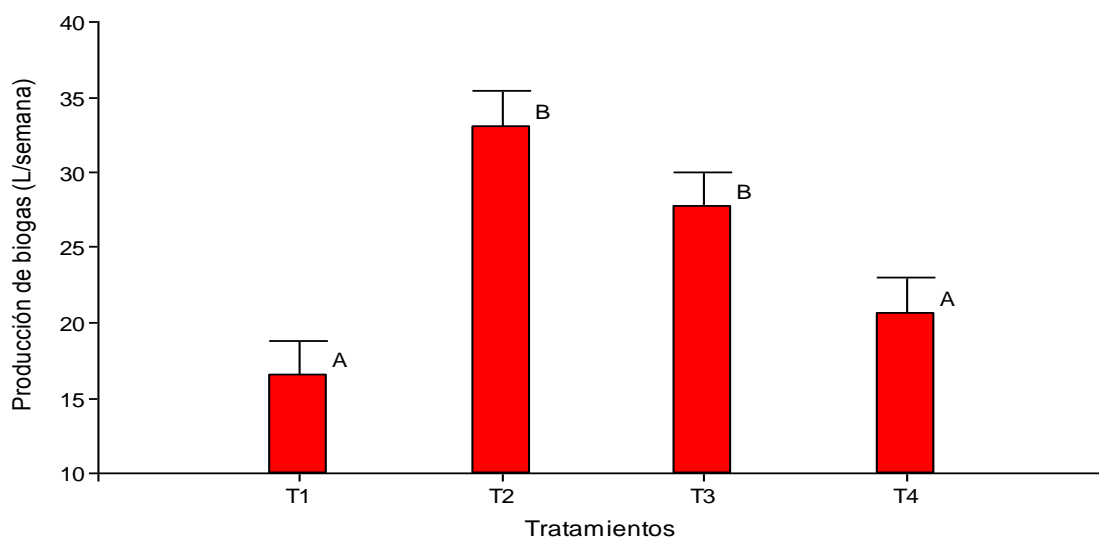


Figura 5. Producción de biogás (L/semana) en cada tratamiento evaluado ($P \leq 0,05$).

Entre los tratamientos 1 y 4 no hubo diferencias estadísticas significativas, sin embargo, a nivel de campo, el tratamiento 4, que poseía 40 % de vinaza, aumentó su generación de biogás en más de 20 % en comparación con el tratamiento 1.

Los resultados indican que estadísticamente la adición de 40 % de vinaza y biofilms no marcó una diferencia significativa con el tratamiento que no contenía estos componentes. Sin embargo, en los datos de campo, se demostró que la adición de la vinaza y biofilms provocó un aumento en un 24 % en comparación con el tratamiento 4, que sólo poseía vinaza, y en comparación con el tratamiento 1, que sí tenía biofilms pero no vinaza, el T3 tuvo un aumento en producción de biogás de un 41 %. La vinaza responde positivamente al tratamiento con biodigestores. Como bien encontró (Aldana, 2008); el tratamiento con un contenido de vinaza en un 40 % demostró ser el de mayor producción de biogás/ día, con una diferencia de un 53 % con respecto a tratamientos con 0 %, 20 % y 80 % de vinaza.

Alvarado y Rodríguez (2009), encontraron que el tratamiento con 40 % de vinaza produjo la mayor concentración de metano, superior al 62 %, en comparación con los demás tratamientos, 0 %, 30 % y 50 % de vinaza. En esta investigación, se obtuvo un estimado promedio de un 80 % de CH₄ entre los tratamientos.

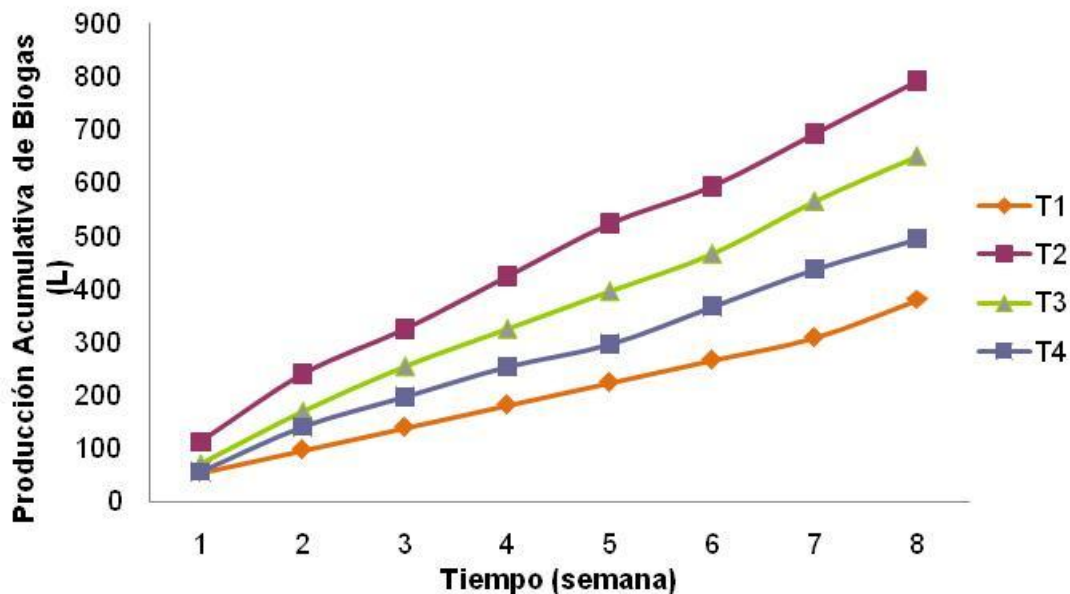


Figura 6. Producción Total Acumulada de Biogás (L) por tratamiento.

En la Figura 6, se muestra la generación total de biogás en litros, por cada uno de los tratamientos. Como se puede notar, el tratamiento 2 fue el de mayor producción acumulada de biogás, con 792,96 L, seguido por el tratamiento 3 que produjo 691,36 L de biogás y posteriormente el tratamiento 4 y 1, con una generación de 495,60 L y 382,32 L de biogás en todo el período de las ocho semanas de evaluación.

4.1.2 Influencia de biofilms en la generación de biogás

Según estos resultados, indirectamente se puede concluir que los biofilms no marcaron ninguna diferencia significativa entre aquellos tratamientos que no los contenían. Estos resultados se pueden vincular a que se requiere una aclimatación previa del inóculo bacteriano con el sustrato orgánico a degradar (Lappin, 2003); además, como encontró Kimiran *et al.*, (2008), superficies rugosas y ásperas ofrecen mayor posibilidad de incremento de las poblaciones bacterianas, por lo que sería recomendable pre a adaptar el inóculo bacteriano de excretas de cerdo antes de la biodigestión, y además, raspar las botellas plásticas para aumentar el área de colonización o encontrar algún otro material que se pueda reciclar y que ofrezca este tipo de superficie.

En condiciones de laboratorio, las bacterias suelen adherirse a materiales hidrofóbicos y apolares, tales como el teflón y otros plásticos como: PP, PVC, PE, otros. Sin embargo, en la investigación de Kimiran *et al.*, (2008), encontraron que los polímeros de plástico, especialmente de tipo PE y PP, soportaron las menores cantidades de poblaciones bacterianas mesofílicas, mientras que las superficies de hierro galvanizado adhirieron mayores poblaciones de microorganismos. El autor concluyó que esto fue debido a la superficie rugosa y áspera del hierro galvanizado, este provee las condiciones para la formación de un nicho de microorganismos en la formación rápida de biofilms.

4.1.3 Comportamiento de la temperatura

La temperatura es un factor de bastante relevancia en la digestión anaeróbica, ya que está directamente relacionada con la producción de biogás. Existe un aumento en la producción y tasa de velocidad de digestión a una mayor temperatura (Canessa, 1985).

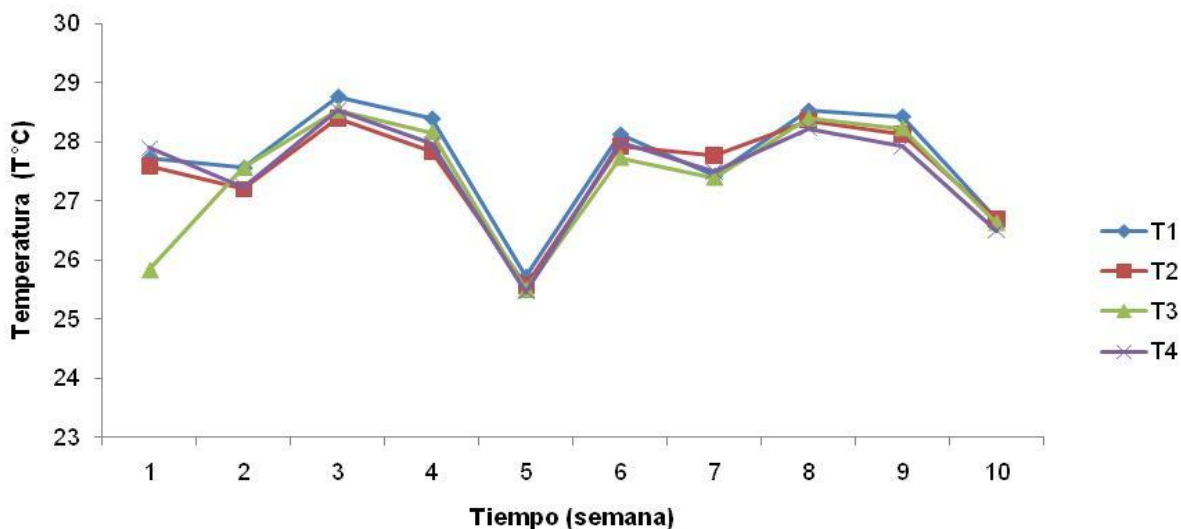


Figura 7. Temperatura promedio dentro de los biodigestores (fase líquida) durante el proceso de biodigestión anaeróbica.

En la Figura 7, se puede notar que la temperatura promedio de la fase líquida contenida dentro de los biodigestores estuvo entre los 25 °C y los 29 °C. Estas condiciones hacen denominar a los biodigestores de tipo mesofílicos, en los cuales, las temperaturas varían entre 25 °C y 45 °C (Ortega, 2002). La Figura 7 hace mostrar que prácticamente todos los tratamientos presentaron rangos y tendencias de temperaturas similares entre las muestras realizadas. No se pudo hacer comparaciones con los datos de la estación climatológica de la EARTH, ya que no estuvieron disponibles, sin embargo, de las anotaciones de campo, se pudo constatar que en la semana 5, fue un día lluvioso, por lo que las condiciones ambientales imperantes en la finca provocaron que bajara la temperatura de aproximadamente 28 °C en semana cuatro, hasta aproximadamente 25,5 °C en la semana cinco.

Como bien indica López *et al.*, (1995), entre las ventajas la de biodigestión bajo condiciones mesofílicas se incluyen: una mayor estabilidad del sistema, balance energético, y mejor calidad del efluente, además, los costos energéticos son significativamente menores en comparación con sistemas termofílicos.

4.1.4 Potencial de hidrógeno (pH)

En la digestión anaeróbica, se requiere que los valores de pH estén entre el rango de seis y ocho para que este parámetro no se convierta en un factor limitante en el proceso de actividad bacteriana. El pH determina tanto la producción, como la composición del biogás generado (López et al, 1997).

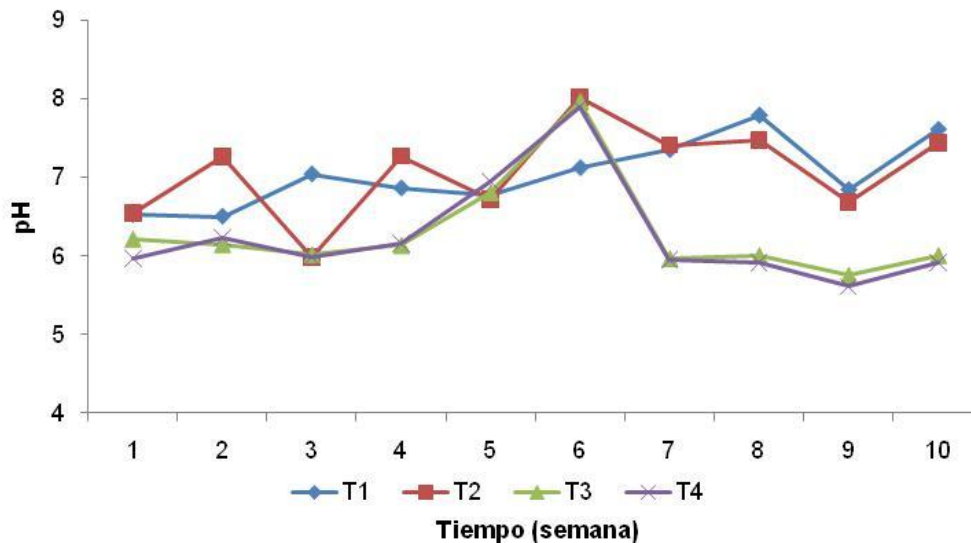


Figura 8. Comportamiento del pH entre los tratamientos.

Como se puede notar en la Figura 8, el pH en la fase líquida contenida dentro de los biodigestores estuvo entre 5,5 y 8,0 durante todo el proceso. Las condiciones de acidificación en un reactor anaeróbico, se deben a los desequilibrios en la producción y consumo de ácidos grasos volátiles, mientras más se acumulen, más disminuyen los valores de pH.

Valores de pH elevados provocan la formación de amoníaco, que en altas concentraciones podría resultar en un factor inhibitorio de la actividad microbiana, mientras que en pH bajo, se genera la forma no ionizada del ácido acético que reduce el proceso de degradación del propionato (Ortega, 2002).

Al momento de iniciar, todos los tratamientos tenían pH bajo, por el proceso de acidificación (López, 1997); el tratamiento 1, pasó de 6,2 a 7,61 al final del proceso, el tratamiento 2, varió de 6,54 a 7,44, el tratamiento 3, pasó de 6,22 a 6,01 y el tratamiento 4 cambió de 5,97 a 5,91. Los tratamientos 3 y 4, a pesar de que hubo cierto incremento en la semana seis, bajaron sustancialmente, influenciados por la composición ácida de la vinaza.

La vinaza es una fuente rica nutricionalmente en potasio (Morales y Noguera, 2009); sin embargo, sus altas cargas orgánicas, así como su bajo pH, cercano a 4,2 (Steiner, 2006), limita la acción de las poblaciones bacterianas (López y Ralda, 1999), estas condiciones pudieron haber provocado que la productividad de tratamientos con vinaza para la generación de biogás, se haya menguado.

Los tratamientos 1 y 2 tenían un pH entre neutro y básico al finalizar el experimento, esto se vincula a la presencia de la cáscara de banano en el medio, como bien indican López y Ralda (1999), por la combinación del pectato de calcio de la cáscara de banano, junto con methyl-esters y sales de calcio, resultan en una solución buffer en el rumen durante la fermentación, neutralizando los ácidos lácticos que son producidos; de esta forma, se justifica que el tratamiento con sólo cáscara y 3 % de excretas, haya resultado en el de mayor producción de biogás/ semana, a nivel de campo. Este último incrementó su generación en un 18 % en comparación con el tratamiento 3, el cual poseía 40 % de vinaza.

4.1.5 Dinámica de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Los tratamientos T3 y T4 muestran un comportamiento más estático en el tiempo, con valores iniciales y finales mayores a las 1400 mg/L de DBO (Cuadro 3), mientras que los tratamientos T1 y T2, durante los primeros dos meses, muestran un aumento de la actividad microbiana, pero como se muestra, además, en la Figura 9, desde el tercer mes comienzan a disminuir, hasta que se estabilizan con valores menores a 150 ppm en el T2 y 400 ppm en el T1 en el mes cuatro. A partir del mes tres ocurren diferencias estadísticas significativas entre el T1 y T2, con referencia al T3 y T4.

Cuadro 3. Resultados del análisis estadístico del comportamiento de la DBO. †

Tratamiento	Mes			
	1	2	3	4
T1	1306,2 b	1682,5 b	278,7 a	385,8 a
T2	955,0 b	1302,5 b	390,0 a	122,5 a

Tratamiento	Mes			
	1	2	3	4
T3	1520,0 b	1687,5b	1368,7b	1715,8b
T4	1483,7 b	1681,2 b	1661,2 b	1718,3 b

† Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se muestra en la Figura 9, la tendencia decreciente de los tratamientos 1 y 2 indica que se puede justificar que al extender el período de biodigestión puede permitir reducir la carga de DBO hasta alcanzar los límites permisibles por ley.

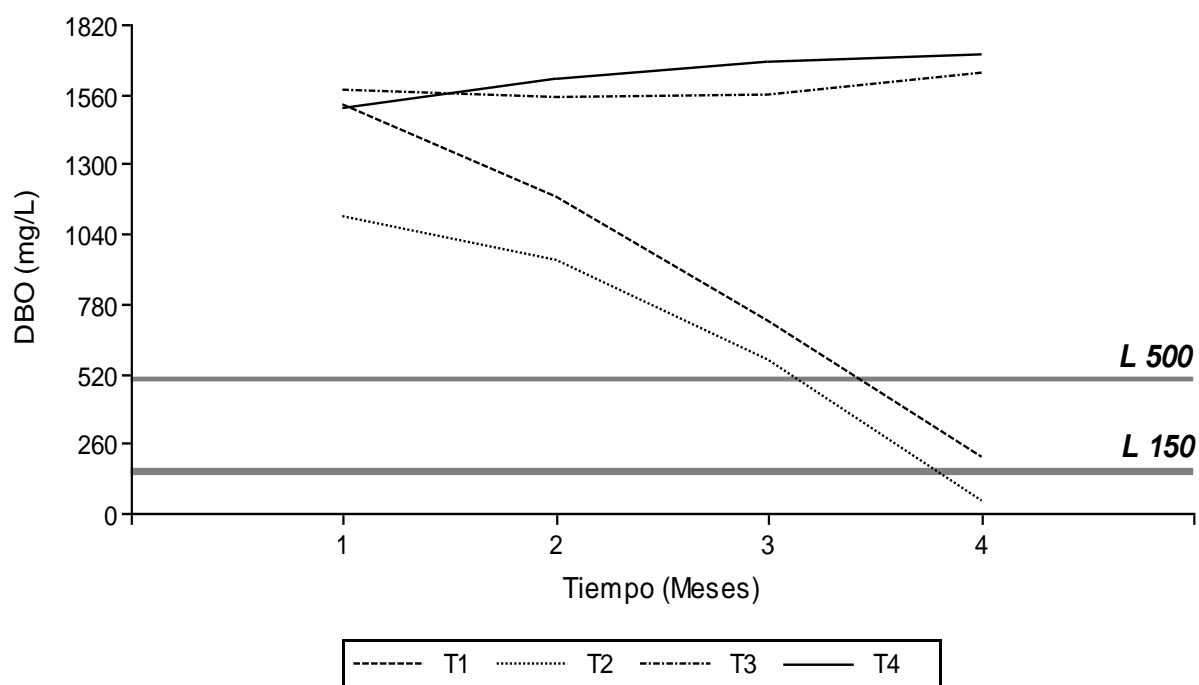


Figura 9. Tendencia de concentración de DBO₅ (mg/L) en los tratamientos durante los cuatro meses de observación. Las líneas L150 y L500 corresponden a los límites máximos permitidos por el decreto N° 33601 a MINAE a S, para el vertido de frutas y subproductos de fermentación de alcohol en la agroindustria.

Como se muestra en la Figura 9, el tratamiento 2 es el único que se ajusta a los límites máximos permitidos por la Ley de vertido de aguas residuales a cuerpos naturales de Costa Rica (MINAET, 2007), cuya norma indica que para la industria de procesamiento de frutas y vegetales, la DBO₅ no debe superar los 150 mg/L. Debido a que los tratamientos 3 y 4 mostraron una DBO superior a los 500 mg/L, que es el límite máximo aceptado por ley para el vertido de aguas por la industria de producción de alcohol etílico por fermentación, se recomienda que las aguas evalúen con mayores tiempos de retención (Martínez y Servian, 2007).

4.1.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El análisis de la DQO indica la cantidad de materia orgánica remanente en el agua residual que puede ser oxidada por sustancias químicas (Seoánez, 2003). La Figura 10, muestra el comportamiento de los tratamientos en referencia a la DQO. El tratamiento 1 y 2 mantuvieron la misma tendencia, siendo estáticos en el tiempo, conservando valores por debajo de los 5000 mg/L, mientras que los tratamientos 3 y 4 tuvieron variaciones en el tiempo, finalizando el experimento, con valores sobre los 30000 mg/L.

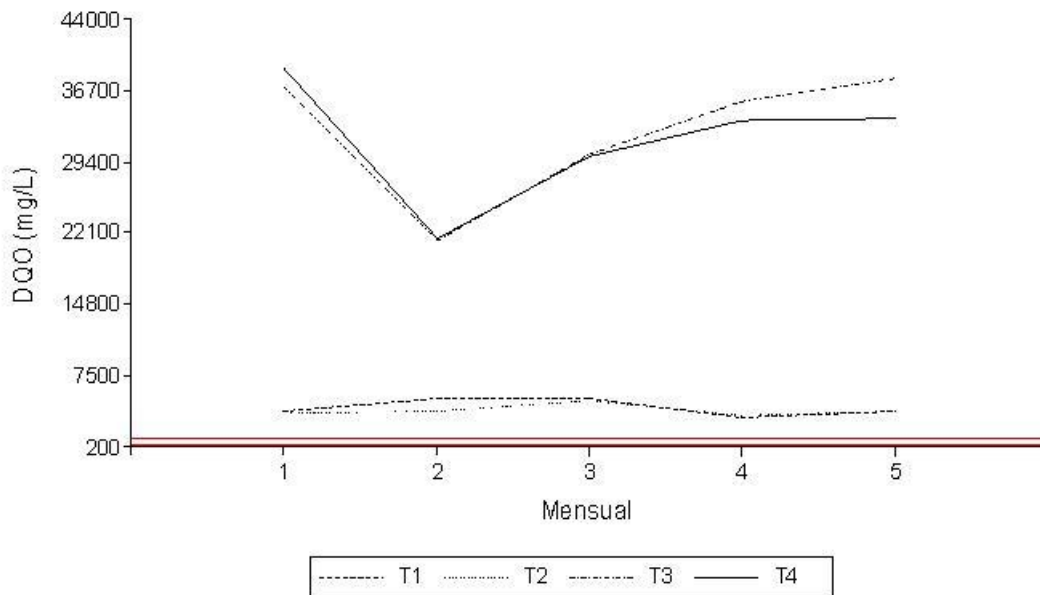


Figura 10. Tendencia de la DQO de los tratamientos en un lapso de cinco meses. Las líneas rojas indican los límites máximos permitidos por el decreto N° 33601 a MINAE a S, para el vertido de frutas y subproductos de fermentación de alcohol en la agroindustria.

Según la ley de de vertido de aguas residuales a cuerpos naturales de Costa Rica (MINAET, 2007), las aguas negras de las fábricas de procesamiento de frutas y vegetales, debe cumplir con 400 mg/L, mientras que para los residuos líquidos provenientes de la digestión anaeróbica en los procesos de obtención de alcohol etílico, no debe superar los 1000 mg/L. Ninguno de los tratamientos cumple con las regulaciones legales del vertido de aguas residuales a receptores de agua, indicando que se requerirán tratamientos posteriores a la vinaza para poder verterla a cuerpos naturales. Esquivel *et al.*, (2002) indica que mediante el uso de plantas acuáticas en lagunas aeróbicas de estabilización, se logran reducciones de un 75 % a 95 % de la carga orgánica.

Como bien indica (Conil, 2006); la metanización o biodigestión, significa sólo uno de los pasos para el tratamiento de la vinaza en su reducción de la carga orgánica y cumplir con las normas establecidas por ley. Para remover los niveles de DBO_5 , se requieren una serie de lagunas de post tratamiento. Sin embargo, la biodigestión tienen una serie de ventajas, las que se citan: el biogás generado se puede vender a domicilios, generar vapor en calderas de gas, además, electricidad por medio de una turbina, para precalentar el agua de las calderas, generar

electricidad en motores de gas o con turbinas de gas. Además, por ser una fuente de energía alternativa, es posible incluir a las agroindustrias en Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) por sustituir energías fósiles, se evita emitir CO₂ a la atmósfera, lo cual se puede vender en el mercado internacional como “Certificados de Reducción de Emisiones de Carbono (CER) o “Bonos de Carbono”. Además, el efluente se puede emplear en la fertirrigación, abonando los suelos. En el Anexo 26, se muestra un esquema de flujo de biodigestión de la vinaza por la empresa BIO-TEC en Colombia.

En el Cuadro 4, se muestra que hubo diferencias estadísticas significativas entre los valores promedios de DQO de los tratamientos. Entre el T1 y T2, así como entre el T3 y T4, no hubo diferencias estadísticas significativas entre las parejas de tratamientos.

Cuadro 4. Resultados Promedios del análisis estadístico del comportamiento de la DQO †

Tratamiento	DQO promedio
T1	4294,5 a
T2	3947,8 a
T3	32401,0 b
T4	31622,0 b

†Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Entre los resultados entre el DQO y la DBO existe una discrepancia entre el desempeño y los índices finales obtenidos. Los valores de DQO son altos, pero los valores de DBO correspondientes son bajos. Esta situación podría deberse: 1) a que el inóculo utilizado para la prueba de DBO no se había aclimatado a los residuos orgánicos en cuestión o 2) que la cantidad de muestra utilizada en la prueba de no fue representativa de los residuos. La DQO alta pudo haber causado la caída del pH al final de la digestión entre los tratamientos 3 y 4. El tratamiento 1 y 2 tuvieron una DQO soluble y baja, por lo que el pH fue cercano al neutro, siendo el adecuado.

4.1.7 Turbidez y Sólidos Totales (ST)

La turbidez es una característica óptica del agua, la cual indica la propiedad que ésta tiene para permitir que los rayos de luz sean dispersados o absorbidos, en lugar de pasar en línea recta a través de una muestra. Esta se mide en unidades de turbidez nefelométrica (NTU); a más intensidad de luz dispersada, la turbidez se incrementa. Este factor es causado por materiales en suspensión orgánicos e inorgánicos (APHA, 2005). En el Cuadro 5, se muestran los resultados del análisis de turbidez de los tratamientos. Como se observa, los valores de los tratamientos T3 y T4 fueron superiores a los 4000 NTU, por lo que los instrumentos analíticos no pudieron obtener la medición.

Cuadro 5. Valores Promedios de Turbidez de las Muestras en el Tiempo. †

Tratamiento	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	2124	2461	2657	2393	1707	2371	2689	2078	2115	2074
T2	2771	1816	1370	2245	1800	2287	2378	2757	2310	2554
T3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

†El símbolo (*) significa que el tratamiento superó los 4000 NTU.

Estos resultados indican que los tratamientos T3 y T4 tenían altas cantidades de sólidos suspendidos disueltos en el medio acuoso, lo cual se debe a que contenían además de la cáscara de banano, un 40 % de vinaza, cuya coloración es muy oscura. El tratamiento 1, tuvo una turbidez inicial de 2124 NTU y finalizó con 2074 NTU, indicando una reducción de un 2,3 %. El tratamiento T2, tuvo una turbidez inicial de 2771 NTU y finalizó con 2554 NTU, indicando una reducción del 8 %. Los valores típicos de turbidez en aguas residuales no tratadas, son de 2000 NTU (APHA, 2005). De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que estos desechos requieren de un tratamiento posterior a la biodigestión para que se pueda completar la degradación de materiales orgánicos de forma completa.

Según se presenta en la Figura 11, los tratamientos 1 y 2 tuvieron una tendencia constante en los valores de sólidos solubles totales (mg/L), cuyos valores promedios finales están por debajo de 5000 mg/L. Los tratamientos T3 y T4, tal y como lo indica su turbidez, la cual estuvo por encima del valor promedio leído por los aparatos, presentaron altos contenidos de sólidos suspendidos totales, por encima de los 15000 mg/L, relacionado a la presencia de la vinaza, cuyo contenido orgánico es muy significativo.

De acuerdo a la ley de vertido de aguas residuales (MINAET, 2007), las aguas residuales de industrias procesadoras de frutas y vegetales, no deben superar SST de 150 mg/L, mientras que para la industrias de la destilería el límite máximo es de 200 mg/L SST. De acuerdo a la Figura 8, todos los tratamientos tuvieron valores de turbidez sobre los valores máximos permitidos. Esto indica que la tecnología de biodigestores no fue la más apropiada para la descontaminación de las aguas. Se recomienda alargar los períodos de retención hidráulica para los tratamientos T3 y T4, que muestran tendencias decrecientes o establecer sistemas complementarios de tratamiento, como las lagunas de descontaminación, para reducir aún más la carga orgánica de los desechos.

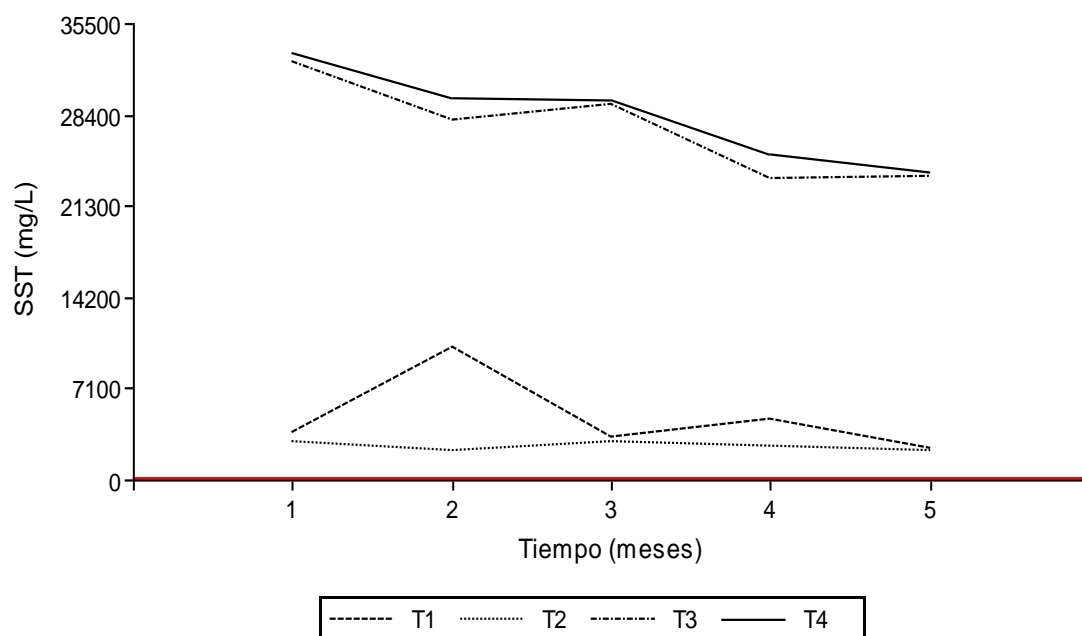


Figura 11. Tendencia del contenido de SST (mg/L) entre los tratamientos. Las líneas rojas indican los límites máximos permitidos por el decreto N° 33601 a MINAE a S, para el vertido de frutas y subproductos de fermentación de alcohol en la agroindustria.

4.1.8 Análisis Nutricional del Efluente

En el Cuadro 6, se muestra el contenido nutricional de la vinaza empleada al momento de iniciar la investigación. Como se puede observar, el potasio y el calcio son los nutrientes de mayor concentración, con valores de 11944 mg/L y 1539 mg/L respectivamente; además, el pH de 5,18 está acidificado, tal como indica (Beron, 2003), la materia orgánica es el principal componente de la vinaza, con altas concentraciones de sólidos y apreciables cantidades de potasio y calcio.

Cuadro 6. Análisis nutricional de la vinaza al inicio del experimento.

<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Fe</i> (ppm)	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>NO₃</i>	<i>pH</i>	<i>Cond. Elec.</i> (dSm/m)
3,20	11944	1539	417	6	0,10	0,30	6,20	29,11	5,18	27,71

En el Cuadro 7, se presentan los valores promedios del contenido nutricional de los tratamientos al concluir la digestión anaeróbica. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T3 y T4 en referencia al contenido de K, Ca y Mg, en los cuales, tuvieron valores superiores a los tratamientos con sólo cáscara de banana, excretas y biofilms. El contenido de potasio es el valor más significativo entre los tratamientos.

Cuadro 7. Valor promedio del contenido nutricional de los tratamientos †.

Tratamiento/ Nutriente (ppm)	P	K	Ca	Mg
T1	28,00 c	438,50 a	83,20 a	46,20 a
T2	26,53 b	170,70 a	80,60 a	46,70 a
T3	1,15 a	3570, 90 b	555,90 b	204,70 b
T4	0,62 a	3556,00 b	567,00 b	205,30 b

†Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Entre los tratamientos T1 y T2, así como entre el T3 y T4, no hubo diferencias significativas entre ellos en referencia a estos elementos. En los datos se muestra un mayor contenido de K y P entre los tratamientos que tenían biofilms. El contenido de K fue muy significativo entre los tratamientos con vinaza. Con referencia la P, los tratamientos con sólo cáscara de banano presentaron una mayor concentración. Soria *et al.*, (2001), indicaron que en la digestión de excretas líquidas de cerdo, el K se incrementó su disponibilidad en más de un 100 % al concluir el proceso anaeróbico.

A pesar del bajo valor nutricional encontrado en los lixiviados, eventualmente podrían ser utilizados como un excelente bioestimulantes, si fuesen enriquecidos con sales minerales. Para conocer el potencial de comercialización económica, se tomó el T1 como ejemplo para determinar el porcentaje que corresponde a las sales minerales comercialmente disponibles.

En el Cuadro 8, se muestran el porcentaje nutricional del T1, comparado con el bioestimulante líquido *ECO a HUM DX*, que es de tipo comercial. En el Anexo 27, se muestra una tabla con la composición química del *ECO a HUM DX*.

Como se puede notar en el Cuadro 8, para lograr niveles nutricionales muy parecidos a los valores comerciales con el T1, que fue uno de los de menor contenido nutricional, necesitaríamos alrededor de 122 colones por litro de lixiviado, comparado con el valor nutricional del *ECO a HUM DX*, cuyo valor en el mercado es cerca de los 4500 colones. Como se puede notar, al enriquecer nutricionalmente los lixiviados del biodigestor se obtienen significativos beneficios económicos y se aprovecharían las cualidades naturales de este proceso de descomposición anaeróbica.

Se recomienda que en próximas investigaciones, se hagan las pruebas de compatibilidad pertinentes entre los fertilizantes químicos sugeridos u otros disponibles en el mercado, para de esta forma desarrollar un producto elaborado a partir de los efluentes de biodigestores.

Cuadro 8. Estimación económica del T1 como biofertilizante enriquecido con sales minerales.

Compuesto químico	T1 (%)	Referente ECO - HUM DX	Equiparación (g)	Fertilizante Químico	Valor económico (COLONES)
K ₂ O (CaO)	0,05 0,012	6 a	5,95 a	KCl a	3,84 0,00
Magnesio (MgO)	0,008	0,5	0,49	Sulfato de Magnesio	0,65
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,011	6	5,99	MAP	7,66
				Para 100 g	12,15
				Para 1 L	121,50

4.1.9 Análisis Energético del Biogás Producido y Disminución de CO₂

Según el análisis teórico de Kumar et al., (2006), se indica que 1 m³ de biogás equivale a 5,96 kWh. Con el uso alternativo de biogás, en lugar de diesel, hay un potencial de reducir 0,34 kg de CO₂ por kW de energía producido en base a los datos de esa investigación. Con la metodología de estimaciones teóricas empleadas por (Aguilar y Botero, 2006).

En el Cuadro 9 haciendo una proyección de ingreso diario de afluentes con excretas, los tratamientos T1 y T2 tienen un potencial de generación de biogás/ año de 136 875 L cada uno, mientras que los tratamientos T3 y T4, generarían 82 125 L de biogás/ año cada uno; esto convertido a Mjoulles/ año, corresponde a 3 148, 13 Mjoulles/ año, los tratamientos T1 y T2; y 1 888, 88 Mjoulles/año, los tratamientos T3 y T4.

Cuadro 9. Valor energético de los tratamientos del experimento.

Tratamiento	Biogás (L/año)	Joules/L	Joules/año	Megajoules/año
T1	136875,00	23000,0	3148125000,00	3148,13
T2	136875,00	23000,0	3148125000,00	3148,13
T3	82125,00	23000,0	1888875000,00	1888,88
T4	82125,00	23000,0	1888875000,00	1888,88
Total	438000,00		10074000000,00	10074,00

De acuerdo a Steiner (2006), el consumo energético de Costa Rica en el 2004 fue de 7000 MWh. Sólo un 2 % de la energía nacional es empleada por la agroindustria, el sector de mayor demanda energética es el de transportes, en un 56 % en el 2004. Este mismo año, un 73 % de la energía provino de hidrocarburos importados.

Según los resultados obtenidos en ésta investigación, en una estimación anual, los tratamientos T1 y T2 por individual, tienen un impacto de reducción de consumo energético nacional anual

de un 0.87 %. Mientras que los tratamientos T3 y T4, reducirían un 0,52 % el consumo energético nacional de dependencia mayoritaria de derivados de combustibles fósiles.

Botero y Preston (2006), indican que un biodigestor de 7,2 m reduce un total entre 1,20 a 1,40 MgCO₂. En ésta investigación, se empleaban biodigestores de 0,159 m³ (fase líquida) en prototipo batch. Cómo se puede observar en el Cuadro 10, con los tratamientos T1 y T2 se disminuye un total de 0,28 MgCO₂/año, mientras que el tratamiento 3 y 4 tienen una reducción de 0,17 MgCO₂/año, en total, con todos los tratamientos se reducirían 0,89 MgCO₂/año. En caso de esta investigación, en el T1 y T2, se estima una producción de metano de 136,88 m³ al año, equivalente a 815,78 (kWh/año), con una disminución de CO₂ equivalente a 277,36 kg/año de CO₂, para los tratamientos T3 y T4, se producen 82, 13 m³ de biogás/año, equivalente a 489, 47 kWh/año.

Cuadro 10. Disminución total de emisiones de CO₂ de los tratamientos.

Tratamiento	Producción de biogás (m ³ /año)	Energía producida (kWh/año)	Ahorro en emisión (kg CO ₂ /kWh)	Disminución en emisión de CO ₂ (kg/año)	Disminución total en emisión de CO ₂ (Toneladas/año)
T1	136,88	815,78	0,34	277,36	0,28
T2	136,88	815,78	0,34	277,36	0,28
T3	82,13	489,47	0,34	166,42	0,17
T4	82,13	489,47	0,34	166,42	0,17
Total	438,00	2610,48		887,56	0,89

4.1.10 Beneficios Económicos Totales de la Tecnología

El valor neto en calorías de un metro cúbico de biogás equivale a la energía emitida por la combustión de 0,55 litros de diesel (Sasse, 1988).

En el Cuadro 11, se puede ver el ahorro total anual por el uso de biogás que se obtendría por los tratamientos de la investigación en el periodo de un año. En los tratamientos, se estima un ahorro de US\$ 31,62, con T1 y T2; y de US\$ 18,97 con T3 y T4. Haciendo un ahorro total de US\$ 101,18 al año por el uso de biogás como sustituto de combustible fósil (diesel). Esto representaría no solo un ahorro monetario de un 12 % a 20 %, que se puede reducir de la inversión por la instalación de los biodigestores, en promedio de US \$150,00 (Aguilar y Botero, 2006); sino también, para el aprovechamiento de los desechos, disminución de las emisiones de CO₂, del no uso de combustible fósil y tala de árboles para obtener leña para cocinar.

Cuadro 11. Beneficios económicos directos del uso de la biodigestión en los tratamientos propuestos.

Beneficios	T1	T2	T3	T4
A. Biogás como fuente de energía				
a. Producción neta anual de biogás (m³/año)	136,88	136,88	82,13	82,13
b. Equivalente neto a la combustión de combustible fósil (litros de diesel)	75,28	75,28	45,17	45,17
c. Precio comercial por unidad de combustible fósil (US\$/litro)	0,42	0,42	0,42	0,42
d. Ahorro total anual por el uso de biogás	31,62	31,62	18,97	18,97
TOTAL	101,18			

Según Kumar *et al.*, (2000), anualmente se emiten 30 millones de toneladas de metano son generadas por sistemas pecuarios y desechos, con la aplicación de sistemas de digestión anaeróbica, estas emisiones pueden reducirse a aproximadamente 13,24 millones de toneladas de metano/año. También, menciona que a nivel mundial, se puede evitar la emisión de alrededor de 420 millones de MgCO₂ y podría prevenir la emisión 49 000 toneladas de oxido de nitrógeno, por lo que a nivel mundial la biodigestión puede resultar en un ahorro de 2 167, 8 y 16 391, 1 millones de dólares.

Con el total de tratamientos del estudio se prevendrían 0,89 MgCO₂/ año. El valor económico de CO₂ es de US\$ 5,9 /Mg a US \$45 /Mg (Aguilar y Botero, 2006); en el mercado de inmovilización de carbono.

La tecnología de biodigestores tiene mucho potencial para ser explotado en las zonas rurales necesitadas, además, del biofertilizante generado. Los suelos del trópico húmedo suelen ser ácidos y de baja fertilidad natural, debido principalmente a la alta concentración de aluminio y hierro principalmente.

El fósforo (P), es uno de los elementos más deficientes de estos suelos, ya que es fijado debido a la precipitación como fosfatos de hierro y aluminio, lo que limita la disponibilidad del nutriente en estos suelos (López, 1997).

El uso de biodigestores ha aumentado en Costa Rica, en las zonas rurales principalmente, ejemplo de esto es el Grupo de Mujeres de Santa Fe de Guatuso, las que ahora se ahorran US\$15 por cada tanque de gas que duraba un mes, que ha sido sustituido por el uso del biogás, producto de la biodigestión. Esta actividad está apoyada por la ONU y el MAG, con el propósito de expandir el uso de la tecnología y colaborar con la producción independiente de energía en las zonas rurales (Biogás Costa Rica, 2010).

La Universidad EARTH, ha sido una de las instituciones que más ha divulgado el uso de biodigestores tipo Taiwán en Costa Rica, para lograr un desarrollo sostenible de las zonas rurales. Actualmente cuenta con diferentes tipos de biodigestores que sirven como modelo para la enseñanza. Hasta ahora los estudiantes de la institución, como parte de su programa de educación ha participado en las instalaciones de biodigestores en comunidades como: Acasi, la Florita, Guápiles, y otros (Bioero, 2010).

4.2 Seminario a Taller de Biodigestores: Fomento de Alianzas entre Agroindustrias & Comunidades

El seminario Taller llevó como título “*Biodigestores: Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos de la Agroindustria y Oportunidades de Desarrollo para Comunidades Rurales*”. Este se llevó a cabo los días 20 y 21 de setiembre de 2010 en las instalaciones de la Universidad EARTH. En éste seminario, se abarcaron temas relevantes como: la tecnología de los biodigestores en relación a un desarrollo social, económico, ambiental & político, así como la interrelación entre estos componentes y la creación de vínculos entre los agricultores y la agroindustria. En el Anexo 9 se muestra el programa del seminario.

4.2.1 Sectores participantes

Como se puede observar en el Cuadro 12, se tuvo un impacto multisectorial en la realización de éste taller, ya que se contó con representantes de diversos sectores fuertemente involucrados en la regulación del vertido de aguas por las agroindustrias, juristas ambientales, empresas agroindustriales, así como estudiantes, profesores y líderes comunitarios representantes de grupos étnicos, como la comunidad indígena de Talamanca en Limón, que tiene un movimiento de sólidas bases en la promoción del uso de energías alternativas para la conservación ambiental. En el Anexo 28, se muestra la lista detallada y la información de contacto de los sectores participantes del seminario.

Cuadro 12. Lista de sectores participantes en el seminario a taller de Biodigestores.

Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible	Profesores de EARTH
Cafetalera Aquiares S.A.	BIOSINERGÍA
Tribunal Ambiental Administrativo	Batalla Abogados
La Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A	E+Co Capital
BUN-CA	Estudiantes de EARTH
TEBAG Internacional S.A.	CEGESTI
ICE, Mantenimiento de Líneas, UENTE.	Programa Desarrollo Comunitario EARTH
IUCN, Oficina de la Consejera Mundial de Genero	Cooperativa Talamanca Sostenible R.L.
Carnes Virrey Colonial	
FUNDELLANTAS	
Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A. (DNA)	

Para analizar la escalabilidad del proyecto, se presenta una breve descripción de la misión y línea de trabajo de cada una de los sectores participantes del seminario.

- ❖ *Fundación para el Desarrollo Sostenible (FUNDECOOPERACIÓN)*: es una ONG que ofrece financiamiento y apoyo técnico a organizaciones comunales de productores agrícolas, instituciones de educación, cámaras de comercio y de desarrollo, organizaciones y a la sociedad civil, en áreas agrosilvopastoril, turismo sostenible, tecnologías limpias y equidad de género, para el logro de un desarrollo sostenible en Costa Rica y mejorar las condiciones de los productores, en el ámbito ambiental y social.
- ❖ *Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A (DNA)*: es una empresa consultora y de construcción en el área de ingeniería ambiental, que se especializa en la implementación de tecnologías limpias, especialmente utilizando tratamientos biológicos de aguas residuales y de lodos, potabilización de agua, compostaje y ventilación natural, que permita proteger los beneficios de los clientes y el ambiente.
- ❖ *Cooperativa Talamanca Sostenible R.L (COOPETALAMANCA)*: fomenta el desarrollo sostenible en la comunidad de grupos indígenas de Talamanca, a través de proyectos como producción y distribución de energía renovable, para el fortalecimiento de la cooperativa y las actividades que ésta ejerce. Para el desarrollo de ésta asociación, se llevan a cabo actividades como la producción de biocombustible limpio compuesto por desechos, como aprovechamiento de desechos agrícolas, entre otras actividades de sostenibilidad.
- ❖ *Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)*, es una organización estatal líder en cobertura de servicios eléctricos, telecomunicaciones e información, la organización tiene 61 años de ser fundada. El ICE es parte fundamental del desarrollo de Costa Rica, ya que los servicios que brinda, son esenciales en los procesos de producción de los diferentes sectores productivos y otros.
- ❖ *Desarrollo Integral Sostenible (CEGESTI)*: es una organización privada, independiente y sin fines de lucro, establecida desde hace 20 años, promoviendo el desarrollo sostenible en América Latina. CEGESTI ofrece servicios integrados de consultoría, capacitación, investigación e información a empresas privadas y públicas, universidades, empresas de base tecnológica y organizaciones gubernamentales, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.
- ❖ *E+Co Capital*: es un administrador de fondos profesional especializado en la creación, administración de inversión en energía limpia, que también asesoran clientes potenciales, para brindarles la estructura financiera que más le conviene y se adapta al cliente. La compañía cuenta con más de 10 años de experiencia en la región latinoamericana en la administración de fondos.

- ❖ *FUNDELLANTAS* es una fundación sin fines de lucro, la cual dirige sus recursos hacia la recolección y el proceso de las llantas de desecho de Costa Rica, disminuyendo el impacto ambiental causado por estos desechos, que es atribuido a la responsabilidad social y ambiental en el país.
- ❖ *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)*: es la organización ambiental de mayor trayectoria, que aglomera organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, voluntarios y expertos a nivel mundial. Esta contribuye al desarrollo sostenible y conservación del ambiente, por medio de apoyo a investigaciones, gestión de proyectos y otros.
- ❖ *Biosinergia Alternativa S.A.*: se dedica a brindar servicios de consultorías en las áreas de agricultura, ambiente, manejo de desechos, energías alternativas renovables, capacitación e investigación participativa. De manera complementaria produce y vende insumos biológicos. Su objetivo principal es promover y ejecutar la adopción de alternativas sostenibles en organizaciones y empresas agrícolas, industriales, turísticas, comerciales y financieras, interesadas en alcanzar soluciones agroambientales viables y rentables.
- ❖ *Programa Desarrollo Comunitario EARTH (PDC)*: es un programa que contribuye a la formación de agrónomos, enfatizándose en el desarrollo de conciencia social, por medio de trabajos integrales, en donde se toman en cuenta factores como la sostenibilidad, el ambiente y la sociedad, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y el mejoramiento de la educación superior.
- ❖ *Cafetalera Aquiares, S.A.*: es una empresa productora de café, ubicada en Aquiares, Costa Rica. Esta además de producir su café, también lleva el control de la calidad del café, durante toda la línea de producción.
- ❖ *Fundación Red de Energía (BUN a CA)*. Promueve programa de sensibilización ambiental que promueve a la sociedad la concienciación de ahorro de energía y agua, para el uso sostenible. El propósito es mejorar la calidad de vida de la sociedad Centroamericana, mediante el desarrollo de proyectos para el uso de energías renovables.
- ❖ *Compañía Nacional Fuerza y Luz, S.A (CNFL)*: es una compañía de servicios eléctricos, que garantiza la cobertura total del país, incluyendo el servicio a propiedades privadas y públicas de Costa Rica. La CNFL tiene 61 años de haber iniciado, el día de hoy es la principal abastecedora de luz en el país.
- ❖ *Batalla | Abogados*: Es una empresa que se dedica a resolver problemas legales de amplia gama de sectores industriales y de disciplinas.
- ❖ *Tribunal Ambiental Administrativo*: es un tribunal dedicado a resolver denuncias en contra de personas públicas o privadas, por razones de violación o a la omisión de las legislaciones ambientales y de recursos naturales de Costa Rica.

4.2.2 Temas Presentados en el Seminario, dinámicas de reflexión e integración

El seminario se realizó durante dos días, el primero fue de presentaciones y promoción de espacios para intercambio de ideas entre los participantes. Los temas se enfocaron para mostrar el alcance de la tecnología, el marco legal y casos de la industria con la instalación de biodigestores a gran escala. Se contó con la presencia del Rector de la EARTH, Dr. José Zaglul, quien dio unas palabras de bienvenida al taller, seguidamente, se procedió a las presentaciones de los temas por los expositores. En el Anexo 27, se muestra una fotografía de la dinámica del seminario.

Dentro de los temas abarcados durante el seminario están: *“Sinergia entre la agroindustria y las comunidades: Una oportunidad para promover el desarrollo sostenible”*. Este tema fue expuesto por el *Dr. Andreas Lieber*, de la organización privada de promoción de alianzas y responsabilidad social entre empresas, CEGESTI. El Dr. Lieber habló sobre el entendimiento del desarrollo sostenible, la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), el saber cómo se implementa el RSE y demostración de oportunidades de RSE para empresas, el alineamiento de la estrategia de RSE con la estrategia de negocios, integrar la RSE en las operaciones y procesos en la empresa misma y por la cadena de valor, realizar cooperaciones no tradicionales y ampliar cooperaciones ya existentes, implementar un gobierno corporativo sostenible y una infraestructura adecuada. Profundizando sobre ésta exposición, el Dr. Lieber expone las dimensiones de sostenibilidad (Sociedad a social, Medio Ambiente a ecología y Economía a económica). Se exponen temas relevantes como los son las situaciones actuales de demografía, disparidad de desarrollo, reparto de la población, la alimentación salud, migración, que provoca la pobreza e impulsa al crecimiento demográfico mundial. A través de esta presentación, se creó el espacio para la sensibilización de los participantes a considerar alianzas productivas entre representantes comunitarios al emplear las tecnologías de biodigestores y tomar beneficio de los efluentes líquidos enriquecidos nutricionalmente.

Lo expuesto en ésta presentación, está directamente relacionado con los principales desafíos ecológicos, falta de responsabilidad social a empresarial, que conlleva al deterioro exponencial del ambiente. También muestra formas de disminuir y mejorar los efectos negativos causados por las acciones de la actividad humana en el planeta.

“Avances de la investigación aplicada sobre la descontaminación productiva de aguas servidas”, fue un tema expuesto por *Raúl Botero Botero a MVZ, MSc*, profesor de la Universidad. En la exposición se abarcaron temas como: la Responsabilidad Social Empresarial, gestión ambiental, adopción de tecnologías apropiadas, la seguridad industrial y la salud ocupacional. También habló sobre la degradación del ambiente, efectos, limitaciones de recursos, uso de energías alternativas (biodigestores), y aprovechamiento de recursos disponibles. En la discusión de ésta exposición, se abarcaron temas más específicos, como lo son, erosión, propagación de monocultivos a deforestación, efectos de la era industrial, la exploración petrolera y limitaciones, entre otros, que potencializan el efecto negativo de nuestras acciones en el planeta.

También se mencionan alternativas de mejoras, como lo son el uso de biodigestores para el aprovechamiento de materia orgánica en la producción de bigas, usado para producción de energía, combustión, calefacción, entre otros, así como, la elaboración de compost y uso del efluente líquido del biodigestores, como fertilizante. Se menciona y se hace énfasis a la versatilidad del sistema ya que puede ser adaptado a casi cualquier condición socioeconómica y productiva.

“Biodigestores como mecanismo de reducción de huella de Carbono Organizacional”, fue el tema abordado por *Edmundo Castro, Ph.D.*, profesor de la Universidad EARTH. En esta presentación se discutieron temas como: las externalidades negativas del crecimiento económico y externalidades ambientales, acuerdos internacionales para la Mitigación del Cambio Climático: estrategia de reducción (biodigestores), estrategia de remoción ó fijación, biología de las plantas, mediciones de carbono; acuerdos nacionales, el efecto invernadero, mitigación del cambio climático, Estrategia Nacional del Cambio Climático, Costa Rica 2021 entre otros. Se abrió un espacio para considerar la tecnología de biodigestores, como medio de reducción de emisiones de CO₂ en la industria, como sustituto de muchas fuentes fósiles en el proceso productivo.

“Regulación de residuos sólidos y líquidos provenientes de actividades agroindustriales”, expuesto por *Raúl Guevara, MSc.*, abogado del Bufet Batalla | Abogados: *Complex Challenges. Clear Solutions*. El Sr. Guevara habló sobre los aspectos del marco legal que regula al sector agroindustrial sobre aguas residuales, así como el tratamiento de los desechos sólidos orgánicos, además, de las leyes que promueven el uso de energías alternativas, como la biomasa, al utilizar biodigestores y generar biogás que potencialmente se puede convertir a electricidad. Dentro de estos temas, se discute la dinámica de los diferentes sectores de la sociedad, al igual que sus vínculos. Esta apunta a los principales factores de producción, como lo son: el capital financiero, capital humano y el capital natural, los cuales tienen efectos directos al entorno, dependiendo de la actividad, frecuencia e intensidad con la que se practica ésta en la sociedad.

También, se mencionaron los acuerdos internacionales en cuanto a la protección del planeta y las implicaciones positivas y negativas de nuestras acciones. Con esta presentación, se hizo la reflexión de la necesidad de que surjan incentivos a la industria por implementar prácticas de producción sostenible y de apoyo a las comunidades rurales.

“Tecnología limpia para el manejo de desechos de la agroindustria” expuesto por BIOSINERGIA ALTERNATIVA S.A, Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Esta empresa se dedica a brindar consultoría en el área ambiental, manejo de desechos, Instalación de tecnología limpia y sistemas integrados, entre otros. Se expusieron temas sobre problemas ambientales y sobre sistemas de tratamiento, servicio e instalación adecuados dependiendo de la zona y beneficios ambientales sociales y económicos. De acuerdo a lo presentado, los beneficios serian: tratamiento adecuado de las aguas residuales para un vertido seguro al ambiente, reducción de olores generados por mal manejo de residuos del proceso de producción, producción de biogás

para la generación eléctrica: “ENERGÍA LIMPIA”, producción de sólidos orgánicos para alimentación animal, opción de pago por servicios ambientales (reducción de emisión de gases efecto invernadero), producción de abono orgánico líquido foliar con potencial de sustitución de fertilizantes químicos, mejora de la relación empresa –comunidad belleza escénica y salud pública, aumento de plusvalía en las instalaciones de la industria, aprovechamiento de los desechos, mejores oportunidades para el mercadeo y la comercialización de productos diferenciados amigables con el ambiente

“Financiamiento de biodigestores industriales”, expuesto por *Alfredo Vargas, MBA*, de E a Co Capital y CAREC (Clean Energy Finance). Se habló sobre opciones de financiamiento para las empresas, para la instalación de biodigestores industriales, financiamiento brindado por E a Co Capital y CAREC, por medio de una serie de acuerdos legales. Se habló de que la instalación de estos sistemas brinda nuevos ingresos y ahorros económicos, reduciendo la contaminación y la reducción en la necesidad de uso de otras fuentes de energía, como lo es el petróleo. Como empresa menciona Vargas, el uso de esta tecnología brinda imagen y beneficios de competitividad. Con la presentación de dicha empresa, se dio a conocer a las agroindustrias y demás participantes, el uso de la tecnología, los beneficios económicos, sociales, entre otros, que tendrían impactos a largo plazo a la empresa a quien se brinda estos servicios.

Por parte de DNA, se expuso el tema *“La planta ecológica”*, la cual consistió, en la exposición de sistemas de descontaminación de aguas residuales por medio del uso de plantas como limpiadoras de estas aguas. Las aguas pasan por un proceso de exclusión de material sólido, posteriormente, pasan a un filtrado, el cual consiste en pasar el líquido a través del suelo, en donde las raíces y los microorganismos cumplen la función de absorber los nutrientes y filtrar el líquido, bajando el grado de contaminación de estas aguas, estos sistemas según DNA, son 100 % ecológicos, baratos y no necesitan de energía eléctrica. Por los que los beneficios son mayores aún, además, cuando se usan cultivos con valor comercial, en estos sistemas.

4.2.3 Giras a instalaciones de biodigestores agroindustriales y de escala

Durante el segundo día del seminario, por la mañana, se visitaron diferentes instalaciones en donde se hace uso de la tecnología del biodigestor localmente. En la Universidad EARTH se han instalado en diferentes partes del campus: la Finca Pecuaria Integrada (FPI), donde se desarrolló la investigación, es uno de los lugares en donde más número de biodigestores hay, los cuales se alimentan de excretas de cerdo y bovinos; también hay un biodigestor instalado cerca de las instalaciones de la cafetería, el cual es alimentado por aguas grises de la cafetería y aguas negras provenientes de los edificios estudiantiles. Estos biodigestores son parte del sistema de descontaminación de agua de estos sitios dentro del campus.

Luego, se hizo una visita a las instalaciones de una de las compañías más prominentes del procesamiento de banano maduro en la zona, MUNDIMAR S.A, la que está empleando biodigestores de tipo Taiwán, con medidas industriales para el tratamiento de sus desechos líquidos producto del procesamiento del banano. El sistema instalado en MUNDIMAR, es capaz

de retener mayor cantidad de residuos líquidos que los que hay en la Universidad EARTH, esto por la diferencia en la cantidad de residuos generados en estos lugares.

A pesar de sus esfuerzos, esta compañía aún mantiene ciertas problemáticas por la cantidad de desechos que genera, sólidos con la cáscara y líquidos con las aguas grises excesivas. En el Anexo 28, se muestra una fotografía de los biodigestores instalados en ésta compañía.

Por último, se visitó el *Asentamiento la Florita*, el cual está localizado en el distrito de Guápiles, cantón de Pococí. El asentamiento está conformado por pequeñas familias, aún se considera joven. Se visitó la propiedad de un agricultor. En ésta visita se pudo apreciar el sistema de biodigestor sencillo, pero que cumplía exactamente con las mismas funciones que los demás visitados anteriormente. Este biodigestor le permite al productor de la comunidad rural reducir los gastos en gas natural, derivado del petróleo, cortar árboles y reducir los gastos para su producción de cultivos.

En la visita de los diferentes sitios, se pudo notar la diferencia significativa que existe entre el costo y tamaño del sistema, pero a pesar de eso, se confirma una vez más que ésta tecnología es adaptable para cualquier sistema, sin importar el tamaño de la empresa, comunidad o familia, o la cantidad de residuos generados y capital con que se cuenta; el sistema de biodigestores es muy versátil, fácil de instalar y los beneficios son muchos, no solo económicos, también hay beneficios ambientales, sociales entre otros.

En la tarde del segundo día, se presentaron algunos casos de organizaciones que financian proyectos para la instalación de biodigestores, se presentaron los resultados del proyecto de investigación y se hizo una actividad de reflexión entre los participantes sobre el potencial de uso de los biodigestores y las oportunidades de desarrollo del vínculo entre agroindustrias y comunidades rurales, enfocándolo al desarrollo de iniciativas de cooperación para estimular la comercialización de efluentes líquidos enriquecidos con sales minerales. Para finalizar el taller, se entregaron certificados de participación, como un medio de reconocimiento por los conocimientos adquiridos. En el Anexo 31, se muestra un ejemplo de los certificados entregados. De igual forma, a cada participante se le entregó un CD con todos los documentos del seminario, para referencia de los temas tratados en el mismo. En el Anexo 32, se presenta el CD entregado en el seminario de biodigestores.

4.3 Concurso Ambiental “Soluciones para mi Planeta”

En la implementación del concurso ambiental, se promovió conciencia sobre la realidad ambiental de la comunidad de Guápiles y se realizaron talleres sobre manejo de desechos y energías alternativas entre niños miembros de la REUP, motivándolos para su participación en el desarrollo de soluciones a problemas ambientales y del manejo de desechos imperantes en sus escuelas y comunidad.

Como resultados de esta iniciativa, se fortalecieron los programas de enseñanza en el tema ambiental de las cinco escuelas participantes, incluyendo la temática de energías alternativas como eje transversal de las clases de Educación Ambiental y Agricultura. Los niños realizaron análisis sobre la realidad ambiental de su comunidad, dándose cuenta del impacto de las largas plantaciones comerciales, especialmente de banano y piña, que son las más importantes económicamente en la zona.

Los niños analizaron la significancia de éstas compañías por la generación de empleo y promoción de mercados en la comunidad, pero también, analizaron el impacto ambiental que estas agroindustrias generan, tales como: uso excesivo de insumos químicos, plaguicidas, insecticidas, fungicidas, etc., que provocan desequilibrios en el ecosistema, contaminan cauces de agua, los microorganismos del suelo mueren y sus actividades biológicas se ven menguadas, la relación microorganismos a suelo a agua a planta se rompe, por lo que la productividad en el tiempo decrece y lleva al mayor uso de estos insumos externos para poder combatir las plagas que surgen del desequilibrio ecológico, llevando a una catástrofe ambiental.

Los niños conocieron sobre este impacto de los monocultivos extensivos, que para su establecimiento, se requiere cortar con enormes cantidades de área de bosque tropical, arrasando con cualquier tipo de biodiversidad existente.

Finalmente, conocieron sobre las fuentes de las energías, limpias y “no limpias” porque contaminan el ambiente con las emisiones de CO₂; identificaron los tipos de energías alternativas o “limpias” porque se generan a partir del uso racional de los recursos naturales, asegurando su preservación en el tiempo y ayudando a la descontaminación del planeta, como es el caso de la generación de biogás a través de biodigestores de bajo costo.

4.3.1 Análisis de situación ambiental por los niños

De los talleres llevados a cabo entre las cinco escuelas participantes del concurso, los niños identificaron las siguientes problemáticas en sus escuelas y en la comunidad:

1. No se clasifican bien los desechos y se deja la basura en los pasillos.
2. Se cortan los árboles para sembrar monocultivos.
3. No hay lugar dónde depositar la basura y hay que quemarla.
4. Contaminación de aguas, suelos y aire por industrias.
5. Uso inadecuado del agua.

Del mismo modo, los niños mencionaron las siguientes soluciones a las problemáticas ambientales provocadas por la agroindustria y por el mal manejo de los desechos orgánicos en su comunidad:

1. Fijarse bien en el color y letrero de clasificación de desechos.
2. Colocar la basura en los botes de basura, según corresponde.
3. No cortar bosques naturales, sino sembrar árboles.
4. No tirar agroquímicos en los ríos.
5. Tratar de no usar carros, sino, usar bicicletas.
6. No echar desechos que contaminen el agua o el suelo.
7. Echar desechos de frutas para abonar naturalmente las plantas.
8. Los desechos plásticos se pueden reutilizar.

Como producto de las charlas, discusiones y reflexiones sobre la realidad ambiental en su comunidad, escuelas y el planeta, cada niño tenía la tarea de explicar a al menos cinco personas cada semana sobre lo que aprendió en cada sesión de trabajo, por lo que de cinco escuelas, con grupos de 20 niños, se tuvo un impacto directo con 100 niños entre nueve a 12 años de edad, quienes promovieron conciencia además de sus padres, amigos y maestros, a un total de 2000 personas de la comunidad de Guápiles, demostrando así la escalabilidad del proyecto. Este es el valor total que se pudo contabilizar a través de las hojas de firmas que se les entregó el primer día de la charla. Sin embargo, hay que considerar que este número fue aún mucho más grande ya que muchos comentaron a más de cinco personas y luego de concurso continuaron divulgando la temática del mismo.

Es así como este proyecto tiene impactos tangibles sobre el número de personas impactadas directa e indirectamente. En el Anexo 11, se muestra una fotografía de la dinámica de los talleres en las escuelas, en los cuales, las maestras apoyaron siempre la ejecución de los temas. En el Anexo 12, se muestra una de las hojas de firmas que los niños debieron presentar al concluir las charlas, en demostración del cumplimiento de su tarea de difusión semanal.

4.3.2 Talleres de integración y capacitación con las maestras

Para poder llevar a cabo esta iniciativa, se trabajaron varios talleres con las maestras, motivándolas en la temática del concurso y complementando sus habilidades de enseñanza en la temática para la educación de temas ambientales y de energías alternativas, así ellas mismas estén en plena capacidad de enseñar estas ideas y estimulen a los estudiantes a pensar positivamente, encontrando soluciones a las problemáticas ambientales y referentes al manejo de desechos existentes en la comunidad.

Es así, que este proyecto tuvo como resultado la realización de dos talleres con las maestras y directoras de las escuelas participantes. En el primer taller se hizo una presentación del concurso, los objetivos, y el impacto directo que se fijó lograr, todos los participantes, fueron de género femenino.

En el segundo taller, se desarrollaron dinámicas de integración entre las maestras para fortalecer la REUP, afianzar capacidades de enseñanza y desarrollo de proyectos sobre manejo de desechos y energías alternativas, además, sirvió como una especie de retroalimentación sobre el desenvolvimiento del concurso durante las semanas transcurridas y los aspectos a mejorar para las próximas ediciones.

En el taller, se desarrollaron varias dinámicas de integración con las maestras, a través de trabajos en grupo y presentaciones en equipo de temas para su análisis y discusión. Junto con especialistas sobre la enseñanza para un trabajo conjunto en el manejo de desechos, se fortalecieron capacidades pedagógicas en la enseñanza a niños sobre cambio climático, energías alternativas y sostenibilidad. Se emitió un acuerdo con la REUP, para que se defina la estrategia en que incluirá la experiencia y lo aprendido en este concurso en su programación de trabajo entre las escuelas. De esta forma, se asegura la continuidad y el impacto del proyecto.

Como se muestra en el programa del 2do taller, en el Anexo 14, se contó con la participación del *Lic. Manrique Arguedas, MSc.*, Responsable del Programa Uso Racional Recursos, quien dio una charla sobre la experiencia en el *Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos en la EARTH*, el uso de la tecnología de biodigestores para el tratamiento de los desechos orgánicos de la Universidad, así como los conceptos de sostenibilidad, para llevar a cabo proyectos ambientales en las escuelas. En el Anexo 34, se muestra un brochure con información sobre el programa de uso racional de recursos en la EARTH. Por otra parte, se contó con la presentación del *Lic. Carlos Rodríguez*, Director Regional de Ciencias del Ministerio de Educación Pública (MEP), quien presentó sobre los proyectos de gestión integral de residuos sólidos, parte de un programa de educación ambiental del MEP entre escuelas primarias de Costa Rica.

Al final de su presentación, dejó un ejemplar a cada una de las maestras, del módulo informativo "*Gestión Integral de Residuos Sólidos en Centros Educativos*" del Despacho de la Viceministra Académica, Dirección de Desarrollo Curricular, Departamento de Educación en Salud y Ambiente, este documento se puede descargar de la web⁴. En el Anexo 33, se muestra un CD con todos los documentos trabajados con las maestras.

4.3.3 Análisis FODA del concurso ambiental

En el taller se hizo un análisis FODA entre las maestras participantes del taller, resaltando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la ejecución del concurso. Esta dinámica se realizó con miras a fortalecer la iniciativa para mejorarlo en las próximas ediciones. En el Cuadro 13, se muestran los resultados del FODA.

⁴ http://www.programacyma.com/documentos/modulo_a_consumo_a_MEP_a_final_a_1.pdf

Cuadro 13. Resultados del análisis FODA del desarrollo del concurso.

Factores Internos		Factores Externos	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Tema ambiental es relevante	Poco tiempo para desarrollar los conceptos, algunos nuevos	Capacitación de niños y docentes	Escasos recursos \$\$
Existió motivación para trabajar	Dar a conocer el cronograma a tiempo	Captación de recursos	Sentimiento de frustración entre los niños
Se involucró a los niños	Puntualidad en la charlas	Educación en ética ambiental entre los niños	
Aporte en conocimientos	Invitar desde el principio al Director/a de la escuela	Mejorar la imagen de la educación en la comunidad	
Trabajo a través de la REUP			

Como se observa en el Cuadro 13, se detallan los factores internos y externos a la logística del concurso que definieron el éxito de la primera versión y además, aquellos que moldearán la coordinación de los próximos. Con referencia a las fortalezas, se mencionó que el tema ambiental es muy relevante globalmente, pero también en la localidad ya que existen problemáticas que se deben abordar desde diversos medios.

La formación en valores ambientales, actitud crítica e interés en desarrollar proyectos para solucionar estas problemáticas son aspectos de bastante importancia entre las escuelas. Además, existió motivación tanto entre los estudiantes, como entre las maestras participantes, lo cual facilitó el desarrollo de la iniciativa.

Otra fortaleza fue que se involucró a los niños, los cuales son los actores principales para la promoción de conciencia ambiental y quienes en el futuro estarán dirigiendo políticas de desarrollo en su comunidad o en su país. Se hizo un aporte un conocimiento, lo que empoderó a los niños participantes para identificar tanto las problemáticas, como medios de resolución a través de medios sostenibles.

Entre las debilidades se citaron: poco tiempo para el desarrollo de los temas, por lo que se debe considerar en futuras versiones ampliar el tiempo que se emplea en capacitaciones entre las escuelas, además, esto provocará tanto que se profundicen más los temas, así como tener una escalabilidad aún más grande. Se sugirió dar el cronograma de actividades con más tiempo, ya que de esta manera las maestras se pueden organizar aún mejor. Además, la puntualidad debe ser prioritaria, para que los talleres se ejecuten de forma eficiente. Del mismo modo, al invitar el director de la escuela para que le pueda dar seguimiento desde el principio.

Entre las oportunidades citadas, están la capacitación de los niños y docentes en temas relevantes para el bienestar de la comunidad: manejo sostenible de desechos y generación de energías alternativas. Se captaron recursos a través de donaciones y apoyo de la EARTH y organizaciones, lo que permitió el desarrollo fluido del concurso. Se fortalecieron los valores ambientales entre los niños, para el respeto a los recursos y su conservación; esto permitió que se mejore la imagen de las escuelas al participar en el concurso propiciado por EARTH, y al incluir entre los temas de enseñanza el factor de energías alternativas de forma sencilla y local.

A pesar de estas oportunidades, existieron factores externos que amenazaron el éxito del concurso, entre estos la escases de recursos con que se contaba y algún sentimiento de frustración que pueda surgir entre los niños, esto porque solo habían tres premios ganadores entre cinco escuelas participantes: para esta situación, se decidió dar un premio de participación a las escuelas no ganadoras y un certificado a los niños participantes, maestras y directores.

4.3.4 Dinámica en la Final del Concurso Ambiental

Una vez concluido el ciclo de trabajo de cuatro semanas en las escuelas de Guápiles, las maestras trabajaron con los niños, para presentar proyectos en materia de gestión de manejo de desechos en las escuelas, como acción local en esta problemática. Cada una de las escuelas preparó un proyecto, el cual fue presentado en la final del concurso en la Universidad EARTH. En el Anexo 13 se muestra un perfil de los proyectos presentados por cada una de las escuelas participantes, además de un link en la web donde se puede encontrar el documento completo de la propuesta.

La Final del concurso, se desarrolló el 29 de setiembre, en el campus de la Universidad EARTH. Como se muestra en el Anexo 19, en el cual se muestra el programa del concurso, se rezó el padre nuestro ecológico, Anexo 40, el cuál es una tradición entre las escuelas, como medio de sensibilización en el tema ambiental entre los niños. Se presentó un ballet de niñas de la Escuela de Jiménez, que dinamizó la actividad.

Presentar el ballet fue muy interesante, ya que era un ballet compuesto por niñas de menos de nueve años de edad, que danzaban con música y temáticas de conciencia ambiental. El impacto entre los niños fue aún mayor, ya que aprendían sobre la temática, a través de actividades artísticas promovidas por otros niños.

Se presentaron varios videos sobre la problemática ambiental y la contaminación por desechos orgánicos, como el video: “El día en que Salvamos la Tierra”, de autoría de Simon Films, el cual es un video de ocho minutos, que muestra con cifras los efectos del cambio climático en la tierra, además, muestra de forma explícita la responsabilidad que tiene la humanidad para frenar sus efectos. También, se presentó el video “La Tierra está enferma”/, cuyo autor es Javier Fernández Fañanás, ganador del 2º Concurso Internacional de Cortos On Line por la cultura de la Sostenibilidad. Este video mostró entre los niños que la tierra se encuentra en un estado de crisis y se necesitan soluciones, para las cuales, los seres humanos somos grandes responsables, tenemos inmensa capacidad para frenar y transformar los efectos para una cambio positivo. De igual forma, se presentó el video de la UICN “La Tierra Arrasada: Pacto por la vida”; éste es un documental que recrea la situación de la pérdida de la biodiversidad por el crecimiento económico desmedido de la industria, crecimiento poblacional e impactos indirectos, como el exceso de desechos y manejo inadecuado de los mismos, todo el video se desarrolló con la técnica de manos pintadas y fue diseñado para motivar a niños especialmente, sobre la importancia de la protección ambiental.

Las palabras de bienvenida estuvieron a cargo del Rector de la EARTH, el Dr. José Zaglul, las cuales sirvieron de inspiración a los niños; se presentaron los objetivos del concurso e integración con el proyecto de graduación en búsqueda un manejo sostenible de los desechos orgánicos, en especial agroindustriales en la cual se diseñó una estrategia de integración social para la búsqueda de soluciones. Los representantes de la empresa Greenlook a The Greenconnection hicieron un pequeño taller para enseñarle de forma práctica a los niños el concepto de sostenibilidad. Los niños elaboraron dibujos en los que presentaban la forma en que ven la realidad ambiental en sus comunidades, así como la problemática de los desechos y la forma en que ven su comunidad ideal. En el Anexo 37 se presentan algunos de los dibujos expuestos en la final del concurso.

Durante la final, el Jurado estuvo compuesto por el Dr. Pedro León, reconocido científico de Costa Rica y Presidente del Consejo Directivo de la Universidad EARTH, por el Sr. Carlos Rodríguez, Asesor de Ciencias del Ministerio de Educación en la Región Huetar Atlántica y por el Sr. Antonio Naranjos, Representante del Ministerio de Medio Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Director del Área de Conservación Tortuguero.

Se les pidió a los niños que pensarán en un compromiso ambiental, lo escriban en una manta y dejen la huella de sus manos, como medio de promover un compromiso entre los futuros líderes de Guápiles. En el Anexo 35 se muestra la manta pintada por los niños. En la final, se contó con la participación de la Banda Municipal de Guápiles, la cual tocó notas musicales tradicionales de la zona.

De esta forma, se integraron elementos de relevancia cultural tanto para los niños, como para las maestras participantes, ya que esta música tradicional de la región, estimula la integración de los niños, de modo que se sientan identificados por las canciones e instrumentos empleados por la banda.

4.3.5 Descripción de Proyectos y selección de Ganadores

Los proyectos ganadores del concurso, fueron elegidos en función de la viabilidad de ejecución en las escuelas y recursos disponibles, tanto en materiales como humanos para llevarlos a cabo, potencial de replicación, creatividad de su presentación, así como los criterios de sostenibilidad utilizados en su formulación. Además, se evaluó el poder de convencimiento que los niños mostraron al presentar sus soluciones en la final del concurso.

El primer lugar lo obtuvo la *Escuela Central de Guápiles*; esta escuela presentó un proyecto denominado *Green Generation o Generación Verde*, que trata de un grupo de estudiantes líderes ambientalistas de la escuela, quienes ya capacitados por las maestras, entrenarán a otros niños de internamente y de la comunidad, sobre cómo reciclar y mantener hábitos amigables con el ambiente. Esta Escuela ganó una entrada para los 20 niños participantes, dos maestras y las coordinadoras para visitar el Teleférico del Parque Nacional de Reserva Natural Braulio Carrillo facilitado por la empresa *Rain Forest Aerial Trams Costa Rica*, también, ganaron la *Enciclopedia del Estudiante* de seis volúmenes, donado por la Librería Internacional y un taller de la agricultura urbana sostenible, con materiales incluidos, facilitado por la EARTH.

En el Anexo 37, se muestran las fotografías de la visita al Teleférico del Parque Nacional Braulio Carrillo. En esta visita, los niños tuvieron la experiencia de visitar una reserva biológica del bosque lluvioso tropical, zona de vida de la que son originarios, lo cual, les permitió conocer más sobre el significado del ecosistema y la importancia de proteger el ambiente para mantener la regulación de la vida en el planeta. De igual forma, se ha dado seguimiento a las escuelas a través de la REUP. La Escuela Central de Guápiles, a través del grupo ganador en el concurso ambiental ha desarrollado una feria ecológica en la provincia, presentando iniciativas de reciclaje de materiales de desecho entre las escuelas. En el Anexo 23, se presenta una fotografía de un desfile de vestidos elaborados a partir de materiales de desecho parte de la feria ecológica de la escuela. Además, en este mismo Anexo, se muestran algunas fotografías del taller de agricultura periurbana.

En este taller, se proveyó de técnicas de producción de alimentos a partir de desechos orgánicos e inorgánicos, produciendo en sistemas verticales y cultivando hierbas y semillas locales y tradicionales de la zona, tales como: *citronela* que es un repelente natural, aromatizante y que además se emplea para enseñar a los niños cómo se siembra; *llantén*, antiinflamatorio, antiséptico para heridas y además, se consume en ensaladas en estado tierno; *albahaca*, la cual se toma como té o se consumen las hojas; finalmente, el tilo, que es un relajante que se toma en té. Este taller, permitió una mayor integración entre las maestras y los niños, para la construcción de los sistemas y para su mantenimiento continuo por las maestras.

Además, se rescataron variedades de plantas medicinales en la comunidad, a través de su propagación, en sistemas de producción agrícola con materiales de desecho reciclados.

El segundo lugar, Escuela Diamantes, presentó un proyecto de hacer aboneras para compostear los residuos sólidos orgánicos que resultan del comedor de la Escuela, evitando así malos olores, plagas y/o enfermedades en la población estudiantil. Ganaron herramientas agrícolas, tales como palas, tridentes, azadones, machetes de suelo, etc. donados por el Grupo Colono, libros pedagógicos donados por la Librería Lehmann y una visita a las Reservas Naturales de la Empresa Ríos Tropicales para 20 estudiantes y dos profesores.

El tercer lugar fue para la Escuela Jiménez, la cual presentó un proyecto sobre la promoción de prácticas sostenibles en la escuela con el fin de reducir la cantidad de residuos sólidos orgánicos, incluyendo la construcción de aboneras y talleres de capacitación entre la población estudiantil, tanto docentes como estudiantes. Ganaron una enciclopedia sobre el medio ambiente donadas por la Librería Lexus, una visita a la Reserva Ecológica Natural de la Empresa Tirimbina para 20 estudiantes y dos profesores y juegos didácticos para la educación ambiental.

El resto de las escuelas, Colegio San Francisco de Asís y Escuela San Martín, recibieron Enciclopedias ambientales donados por la Librería Lexus. La primera mostró un proyecto sobre los niños que enseñan a los niños y la siguiente, un proyecto sobre la instalación de un biodigestor. Todas las maestras y miembros del Jurado recibieron el libro *“Costa Rica desde el Espacio”*, documento escrito por el Científico *Dr. Bert Kohlmann*, Director de la Unidad de Investigación de la EARTH y en cuyo prólogo hay aportes del Astronauta Costarricense *Franklin Chang*. Este material será de mucha utilidad para enriquecer las clases de medio ambiente entre las escuelas participantes del concurso.

Como parte de los resultados y principales productos obtenido en la actividad del concurso ambiental *“Soluciones para mi Planeta”*, están los proyectos realizados por los niños de las escuelas participantes, los cuales se describen a continuación:

El proyecto *“Club Ecológico Green Generation G²”*, es elaborado por los niños de la *Escuela Líder Central de Guápiles*, quienes pretenden capacitar a la comunidad estudiantil mediante un programa de manejo de desechos sólidos elaborado con el apoyo del Comité Pro a Bandera Azul Ecológica. Este club nació de la problemática de la alta generación de desechos sólidos en la escuela a la que asisten, situación que desmejoraba el ambiente estudiantil y aumentaba las probabilidades de generación insectos vectores de enfermedades dentro de su escuela. *El Club Green Generation G²*, está conformado por niños de la escuela, quienes cumplen el papel de agentes multiplicadores y tienen a cargo liderar los proyectos que involucran a la comunidad estudiantil en su centro educativo. Con el proyecto, ellos pretenden crear una mini brigada llamada *“Topa Verde”*, para la vigilancia y el cumplimiento de clasificación de materiales en los recolectores de la escuela. También pretenden habilitar un mini centro de acopio y difundir el proyecto *“Green Generation G²”* entre sus compañeros.

El proyecto de los niños de *Escuela Diamantes*, consistió en la construcción de una abonera orgánica en su escuela. El plan de acción que ellos pusieron en práctica reside en hacer un hueco en el suelo, en donde se depositan los desechos orgánicos crudos provenientes del comedor escolar y de la soda. La abonera fue techada y asegurada en su alrededor, con la idea de proteger el lugar.

La abonera estará a cargo de los estudiantes de quinto nivel, quienes garantizan su correcto mantenimiento y funcionamiento. La idea que ellos plantearon, surgió no solo por la generación de desechos, sino que también por la inestabilidad de horarios en la recolección de residuos generado por el centro escolar, también, por la contaminación que la acumulación de los residuos provocaban.

La metodología que desarrollaron después de la construcción de la abonera es: la recolección de desechos del comedor, de la soda y de sus aulas, que posteriormente la depositan en la abonera, le agregan cascarilla de arroz, para mejorar la textura del abono, el cual utilizarán para abonar las plantas de la escuela.

El proyecto de los niños de la *Escuela Jiménez*, lleva por título "*Disminución de los Desechos Alimenticios en el Comedor Escolar*". La escuela tiene a cargo un comedor, en el que se ha observado desperdicios alimenticios generados por la población estudiantil. Ellos quieren solucionar el problema, por medio de la aplicación de encuestas, para conocer el porqué del desperdicio, con esa información y con la ayuda de los profesores, realizarán talleres de motivación entre los estudiantes y profesores del centro, los que posteriormente serán agentes informativos de concienciación del consumo y uso de sus recursos. Por medio del proyecto los niños y los profesores pretenden lograr reducir, hasta eliminar los desperdicios del comedor y del mismo modo, reducir el impacto en el ambiente causado por estos desechos.

El proyecto de los niños de la *Escuela San Martín*, llevó como título "*¡Queremos respirar aire higiénico en la escuela!*". El proyecto que ellos eligieron surgió por el mal drenaje de las aguas cercana a su escuela, las que al estancarse producen malos olores. El problema se pretendió solucionar con rediseñar los drenajes, pero esto no funcionó, solamente empeoró la situación. Para la solución del problema ellos pensaron en usar los biodigestores para la descontaminación de las agua grises, ya que ellos mediante los talleres que recibieron previo a la elaboración del proyecto.

Finalmente, el proyecto propuesto por los niños del *Colegio Bilingüe San Francisco de Así*, lleva por título "*Niños que Enseñan a los Niños*", por medio de este proyecto, ellos pretenden lograr un impacto positivo en la conducta sus compañeros, en cuanto a concienciación ambiental se refiere, al igual que al uso racional de los recursos de la escuela y en su comunidad. Con este proyecto, ellos pretenden enseñar a los otros niños de forma práctica las lecciones, los niños capacitados serán los que educarán a otros niños, por medio de las experiencias adquiridas.

Para que el proyecto sea contagioso, los niños llevarán a cabo los talleres en otros colegios, en olimpiadas ecológicas y otros. Esperan implementar el proyecto en las diferentes escuelas que conforman la REUP, para que sirva como patrón de enseñanza, que posteriormente se proyecta implementar a nivel provincial. Para esto, necesitan que las maestras les ayuden a diseñar las lecciones que les faciliten enseñarles a los otros niños el conocimiento y que se comprometan con el planeta como ellos lo están haciendo, al igual que concienciarlos en los problemas de nuestro alrededor y que desde su edad temprana aprendan a crear soluciones para mejorar el planeta.

4.3.6 Seguimiento y sostenibilidad de los proyectos

El *Profesor Raúl Botero*, mentor del proyecto, ha ofrecido dos biodigestores entre las escuelas, pero no se ofrecieron como premios, ya que se evaluará cuáles son las escuelas que técnicamente requieren de esta tecnología, además que se tendrán que entrenar sobre cómo mantenerlos.

Los resultados de éste concurso y proyecto en General, se presentaron ante el Departamento de Desarrollo Comunitario. Allí, se habló con su director, Dr. Mario Piedra, Ph.D. junto con la Directora de la REUP, y el encargado del Programa de Desarrollo comunitario, para que en las próximas ediciones, se puedan colaborar para la ejecución de este concurso, en el contexto del Proyecto de Graduación o Experiencia Profesional, ambos programas de la EARTH.

Durante lo que resta de año se estará en contacto directo con las maestras para servir de apoyo técnico para la construcción de las aboneras, talleres de capacitación para los sistemas de agricultura sostenible, así como para la organización y gestión inicial de los grupos de estudiantes ambientales entre las escuelas ganadoras, de forma tal que sean ellas mismas las que continúen dando sus propios pasos para la implementación de sus proyectos ambientales. Los resultados de éste proyecto fueron presentados en la Conferencia *“Innovaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible”*, en la Universidad para la Paz en Costa Rica, mostrando los resultados y obteniendo colaboradores.

Del mismo modo, se entregó una versión del proyecto al Ministerio de Educación Pública (MEP), al Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y al Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) de Costa Rica, así como algunas agroindustrias de la zona, tales como MUNDIMAR y FRUCTA, para estimularlos a la implementación de la estrategia y finalmente, a organizaciones de desarrollo, la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ), Aliarse, CEGESTI y la organización HIVOS Internacional, de modo que este proyecto sirva de referencia como acciones comunitarias en búsqueda de soluciones integradoras para un manejo sostenible de desechos agroindustriales y para el enfoque en la toma de decisiones de desarrollo. Las autoras del proyecto fortalecerán conocimientos técnicos sobre manejo de desechos y ejecutarán este diseño en sus comunidades junto a organizaciones gubernamentales y ONG's de desarrollo, según las circunstancias locales.

Los resultados del concurso fueron presentados en medios de comunicación local y nacional, entre ellos, la Nación, un medio de comunicación de prensa escrita de circulación nacional en Costa Rica, además, en Radio Monumental 97,5 FM. También, se enviaron notas de comunicación a medios internacionales, tales como la revista TUNZA del Programa de Naciones Unidas de Medio Ambiente (UNEP), la sección Juventud del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la sección de prensa de la competencia global Challenge: Future.

En el Anexo 39, se muestran las imágenes de los medios de comunicación por los que se difundieron los resultados del concurso.

4.3.7 Impacto en ética ambiental

El concurso, no solo provocó un cambio de conciencia, fomento en las actividades de las redes y formación de alianzas entre otras instituciones, sino que también se logró fortalecer la educación de los niños en cuanto a temas ambientales se refiere, aumentando así su capacidad de análisis y entendimiento de temas relevantes en tiempos actuales, que influye directamente un las acciones futuras en sus vidas, que a la vez involucran la formación de criterios personales para su formación como personas en la sociedad. Por otra parte, el concurso sirvió como motivación, para la integración de nuevos temas en el sistema pedagógico en las escuelas. Durante las visitas las escuelas, posterior al concurso, se pudo notar la integración de nuevos maestros y niños en la participación de actividades ambientales recreativas, ejemplo de esto, es la actividad de taller de Peri a urbana en la Escuela Líder Central de Guápiles Anexo 38, en la que por medio de estrategia pedagógica y como parte del premio al primer lugar en el concurso, se logró realizar con éxito y satisfacción por parte de las coordinadoras de la actividad, de los maestros, niños y otros presente durante la actividad.

Los cambios y los logros no solo han sido de forma física o de formación de conocimientos y vinculación de un sector con otros, sino también se ha sentido el cambio y desarrollo de espíritu emprendedor, que se refleja a través de la forma de ver el futuro y en la aceptación y creación de ideas nuevas, sin importar los grados de dificultades presentes ante el deseo de mejorar nuestras condiciones en la sociedad.

Durante el transcurso del periodo de implementación de las actividades, el aumento de personas que creen en la viabilidad de los métodos para lograr cumplir los objetivos planteados por el proyecto y los perteneciente a las demás instituciones involucradas, siendo estos propósitos en común, han generado convencimiento y ha logrado contagiar a un gran número de personas, no involucradas directamente, pero que demuestra que la forma y la estrategia ha sido muy bien planteada y ha sido clara, sostenida por bases fuertes y constantes, que por efecto de reacción, el número de eventos relacionados a este, se han multiplicado, creado una visión a futuro para la búsqueda de nuevas formas o métodos de involucrimiento que den paso a lo que se visiona en la actualidad, un cambio en nuestras acciones para salvar nuestro planeta.

En el Anexo 43, se muestran los dibujos elaborados por los niños durante las sesiones de capacitación y los cuales fueron presentados durante la final del concurso. La empresa Comunicación Corporativa, la cual ofrece el servicio de publicidad a la EARTH, ha extendido la

invitación de seleccionar uno de los dibujos elaborados por los niños para elaborar la tarjeta navideña que se enviará a los donantes de la EARTH para el año 2010. Esto representa ser un logro significativo para lo que es la REUP y los logros del concurso.

4.4 Análisis de los Principios de Sostenibilidad en el Proyecto

Como se ha mencionado, en la ejecución de éste proyecto de graduación, se tomaron como referencia los conceptos de “Design Science” y los “Five Core Principles of Sustainability” del Dr. Michael Ben Eli, el enfoque del “Environmental Design Science Primer” de Howard Brown, Robert Cook & Medard Gabel, 1978 y las lecciones del libro “Critical Path” de R. B. Fuller. En base a estos conceptos, se reflexionó en la búsqueda de algún tipo de tecnología que permitiera un manejo eficiente de los desechos agroindustriales en la comunidad de Guapiles, pero, que fuera económicamente accesible y dinamice las oportunidades de generación de ingresos entre las comunidades; que sea adaptable a las condiciones de vida del poblado, que permita estimular la formación de vínculos entre todos los sectores involucrados: productivo y sociedad, para que ésta resulte ser un elemento integrador, fomentando equidad entre grupos de diversos estratos sociales, evitando así, llegar a potenciales enfrentamientos en la comunidad por los efectos negativos a la salud y al ambiente que conlleva el mal manejo de los desechos orgánicos agroindustriales en el distrito de Guápiles.

El deterioro ambiental que sufre el planeta, es causado por una relación inadecuada del ser humano con la naturaleza, considerando que es ésta es la única facultada con la capacidad de pensar, razonar, cambiar su entorno y el de los demás seres con quienes comparte su existencia. El excesivo materialismo de los humanos, caracterizado por un deseo incontrolable de tener cada vez más, le ha acarreado a sobreexplotar los recursos de la tierra, llevándolos casi a su extinción. Por esta razón, para cambiar el futuro ambiental del planeta, se hace indispensable lograr un cambio de actitud del ser humano con la naturaleza.

La educación, sigue siendo el único instrumento capaz de lograr cambios significativos en la conducta del ser humano; debe entenderse que ésta educación no debe ser solamente vista desde el punto intelectual, también, debe integrar la educación en valores, es decir, la parte espiritual. Si se toma en cuenta que la niñez es la etapa más rica de aprendizaje del ser humano, en la que pueden cultivarse hábitos y virtudes, justamente, a través del concurso ambiental se quiso llegar a los niños para brindarles un espacio de reflexión sobre la posición que ellos ocupan en la naturaleza, del poder que cada uno de ellos tiene para aportar a la solución de los problemas y sobre todo, de convertirse en agentes de cambio en los diferentes ámbitos en los que se desempeñan (familiar, comunitario y escolar).

El interés por reducir el impacto negativo de los desechos orgánicos e inorgánicos en la comunidad de Guápiles, generados por las industrias piñeras y especialmente bananeras asentadas en la región, hasta el momento es parte de la buena intención de las personas; sin embargo, las herramientas de conocimiento y logística para integrar a la comunidad en éste esfuerzo común aún no han sido explorados.

Es por esto, que este proyecto desarrolló una metodología de transferencia tecnológica y en conocimientos socialmente incluyente, que permitiera involucrar directa e indirectamente a la mayor cantidad de personas en la comunidad; utilizando de la forma más eficiente los recursos limitados con que se contaban: tiempo, dinero y voluntarios.

La efectividad en la ejecución de éste proyecto como un todo, fue posible, debido a que se aplicaron las habilidades ya desarrolladas sobre el trabajo en comunidades rurales, destrezas para la búsqueda de fondos, conocimientos técnicos en materia de digestión anaeróbica, destrezas de investigación y conciencia social y ambiental adquiridas durante el proceso de aprendizaje en la EARTH. Además, la suma de experiencias en la realización de proyectos sociales y al ser las autoras originarias de comunidades con problemáticas similares, condujo a la apropiación de cada uno de los objetivos, para traducir una tecnología a la resolución concreta de la problemática del manejo de desechos, que impactan a las comunidades circundantes a las agroindustrias en países en vía de desarrollo, como lo es Costa Rica.

Abrir los espacios de comunicación entre los participantes del seminario, permitió que los grupos comunitarios y representantes étnicos, escasamente considerados en el proceso productivo, externalizaran la realidad en que viven con la situación de los desechos tanto orgánicos de la comunidad, como los originarios de las agroindustrias, que afectan sus formas de vida y bienestar social. De ésta manera, se provocó que los sectores de las agroempresas participantes se sensibilizaran sobre la problemática, haciendo ver la prioridad de la utilización de estrategias viables e integradoras con la comunidad.

Uno de los aprendizajes significativos del proyecto, fue ver cómo aparecían en momentos particulares de las actividades, el surgimiento de vínculos afectivos que fortalecían la relación entre los estudiantes, así como entre las maestras de las escuelas participantes del concurso ambiental.

Es importante destacar que la dinámica del concurso fue un medio para promover el trabajo conjunto entre escuelas públicas y colegios privados, demostrando la viabilidad del desarrollo de trabajos en educación ambiental entre diferentes grupos socioeconómicos, como parte del proceso para la creación de una sociedad inclusiva, eliminando barreras sociales con objetivos comunes para la protección ambiental. Este tipo de iniciativas conjuntas entre escuelas son poco comunes en la región, sin embargo, se demostró que iniciativas como estas son necesarias en el proceso de transformación social y educación en valores.

La efectividad del concurso fue posible porque se logró hacer un vínculo entre las maestras, quienes guían a los niños y actualmente dan seguimiento a los proyectos en las escuelas. Además, porque se abrió un espacio de convivencia entre los niños de la comunidad, integrándose a las lecciones de formación ambiental de las escuelas, fortaleciendo entre los niños valores y actitudes de respeto a toda forma de vida en el ecosistema planetario, que es parte de la energía transformada en el universo. Haber integrado la oración ecológica, disponible en el Anexo 40, permitió enraizar valores éticos y morales entre los niños, para que en su diario vivir puedan transformarlos en acciones que definan sus hábitos comunes.

El seminario fue una estrategia que permitió ofrecer los pasos preliminares a la formación de alianzas efectivas y de promoción de desarrollo con la comunidad. Se analizaron propuestas como la formación de una red entre agroindustrias y familias rurales, a través de un programa de responsabilidad social corporativa entre las empresas, que permita ofrecer ciertos fondos para el establecimiento de microempresas comunitarias, desarrollando una venta de biofertilizantes enriquecidos con sales minerales y estimulantes del desarrollo de las plantas, productos de la digestión de los desechos orgánicos, tanto agroindustriales como de la comunidad misma; esto con el apoyo de instituciones de investigación como EARTH y centros de promoción tecnológico y emprendedurismo de Costa Rica, así como la colaboración de Ministerios Ambientales y Agrícolas del país. De esta forma, se estimula la autonomía económica de las comunidades, se transforma la problemática de las aguas servidas y los desechos orgánicos, a energía y abonos que se reintegran al ecosistema y promueven la soberanía energética entre poblados económicamente limitados.

En la comunidad, la problemática de los desechos agroindustriales, representa ser de mucha controversia, ya que la mayor parte de la población depende sus empleos enteramente de estas grandes compañías procesadoras. En la región Huetar Atlántica, el caso del banano y la piña, ofrecen empleo a gran parte de la población. Es así, como las soluciones deben ser enfocadas a estrategias de integración entre los sectores. La técnica y la ciencia sirvieron como un vínculo para promover alianzas productivas entre las partes.

En la Figura 12, se muestra un esquema de mapa mental en el cual se integran todos los conceptos involucrados en este proyecto. Desde el enfoque de la investigación, ésta sirvió como un aporte más a la ciencia en la utilización de los biodigestores como tecnología viable parte del proceso de tratamiento de desechos orgánicos agroindustriales.

Para que éste impacto local y de trascendencia global sea posible, este esfuerzo tuvo su éxito debido a que financieramente la investigación fue patrocinada por la EARTH y el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), del cual se espera una amplia divulgación, como aporte a la ciencia en el uso de biodigestores tipo Taiwán, para el tratamiento de éstos desechos. Como parte de esa divulgación, se ha hecho público en la revista mensual de DOE a EARTH, un artículo que describe el proyecto; además, resulta de interés informaciones sobre la creación de un centro de promoción de energías limpias en Latinoamérica, que ofrezca oportunidades de desarrollo profesional a estudiantes, de investigación y proyectos de desarrollo local. En el Anexo 39 se encuentra el link del que se puede descargar la revista número seis, correspondiente al mes de noviembre, 2010.

De la misma manera, el éxito de la metodología empleada se ha dado en parte a que se ha logrado trabajar en conjunto con una Red de Escuelas ecológica, la REUP, una organización de trayectoria y ya conocida entre las escuelas, permitiendo obtener un desarrollo satisfactorio, promoviendo la integración entre las maestras, fortaleciendo los lazos de integración para un trabajo unido entre la red y las escuelas y las capacidades de enseñanza en éstos temas de tanta relevancia.

Se provocó que la investigación con biodigestores sea un tipo de ciencia aplicada, que permita la resolución de una problemática entre sectores íntegramente interrelacionados y afectados por los desechos agroindustriales y que su enfoque holístico para la resolución, sea un parámetro para muchas otras comunidades con situaciones similares a los desechos orgánicos presentados en ésta investigación.

Tanto la cáscara como la vinaza, actualmente son desechadas en medios naturales, como ríos, quebradas, montes, etc., lo cual, provoca la contaminación de los recursos naturales, y el riesgo a la salud por la comunidad, ya sea por el agua contaminada o por los vectores atraídos. Es por esta observación, que surge la inquietud de un proyecto de investigación, que integre a la gente, las personas que son impactadas, los campesinos, grupos rurales y los niños, para que en un futuro tengan mayor conciencia sobre el significado de la contaminación en el ambiente.

El efecto multiplicador de involucrar a los niños, a sus padres y a las escuelas, ofrece una oportunidad de llegar a mucha más población, de forma tal que en el mediano y largo plazo, surjan generaciones más concientes del impacto de las agroindustrias en sus comunidades y además, sientan la motivación y el deseo de estudiar áreas que le permitan buscar soluciones técnicas a las dificultades para el manejo de desechos de éstas empresas.

4.4.1 Aplicación de los Principios de Sostenibilidad en el Proyecto de Graduación

A continuación, se describen los dominios de sostenibilidad que abarcó este proyecto, según los conceptos descritos por el Dr. Michael Ben Eli en *“Sustainability: The Five Core Principles”, 2005*:

- ❖ **Dominio Material:** Se reciclan desechos orgánicos sólidos y líquidos de la agroindustria, empleando la tecnología de biodigestores de bajo costo y de demostrada aplicabilidad en el trópico, para que a través de una digestión anaeróbica, un proceso bioquímico a físico propiciado por bacterias y temperatura, se transformen a biogás, una fuente de energía limpia, además, en biofertilizantes líquidos. Estos productos se aprovechan, reduciendo costos en energía, fertilizantes químicos y externalidades ambientales. Con la biodigestión se da un valor agregado a los desechos, ampliando sus opciones de uso, se reciclan botellas plásticas, un desecho inorgánico para elaborar biofilms, que efficientizan la biodigestión al formar una mayor población bacteriana.
- ❖ **Dominio Económico:** Producto de la biodigestión, el biogás y el biofertilizante tienen un valor económico, ya que su uso alternativo evita el gastos en energía de origen fósil, reduce el uso de fertilizantes químicos, evita el costo ambiental que resulta de la tala de árboles en necesidad de energía por comunidades y la contaminación (ambiental, al bienestar social y a la salud). Al darle un valor agregado al efluente y venderlo como biofertilizante, permite a la agroindustria en alianza con grupos de productores organizados, elaborar una marca de abonos líquidos que representan medios emprendedores e innovadores de integración productiva entre agroindustrias & comunidades, enriquece los suelos e integra un medio de desarrollo limpio entre las agroindustrias.

- ❖ **Dominio de la Vida:** Del concurso ambiental, se generó conciencia de forma directa entre 100 niños miembros de una red de escuelas ecológicas en una comunidad afectada por agroindustrias de monocultivos extensivos que generan desechos orgánicos: cáscara de banano y aguas grises. Estos niños se sensibilizaron en el respeto y uso sostenible de los recursos, la importancia de todas las formas de vida en el planeta y además, se concientizaron críticamente sobre el impacto de los desechos orgánicos de la agroindustria, el desequilibrio ambiental que provocan y finalmente, se dio conocimiento sobre el uso de biodigestores como alternativa de solución: generando biogás y biofertilizantes, el cual estimula una flora de microorganismos benéficos en el suelo, permitiendo la conservación de la diversidad biológica.
- ❖ **Dominio Social:** Como resultado del concurso ambiental, se fortalecieron actitudes de tolerancia, respeto e integración para promover la cooperación y un trabajo en quipo, además, habilidades de gestión, liderazgo, conciencia ambiental y sostenibilidad entre los 100 niños. A través de un seminario, se presentaron los resultados, demostrando la viabilidad de los biodigestores para alianzas y estrategias de cooperación entre el sector agroindustrial y grupos comunitarios. Por medio de una donación se hizo posible la participación de representantes de comunidades y grupos étnicos, promoviendo su inclusión en la búsqueda de soluciones ante la problemática de los desechos orgánicos. Se inició un proceso para el uso de biodigestores como medio de integración social en un manejo sostenible de desechos orgánicos.
- ❖ **Dominio Espiritual:** A través de los talleres con los niños, se promovió sensibilidad, haciéndoles comprender su posición en el planeta, forjando actitudes de respeto a todas las formas de vida. En el desarrollo del concurso, suscitaron vínculos afectivos, que fortalecían la relación entre los estudiantes, así como entre las maestras, garantizando el éxito de la iniciativa y posteriores trabajos comunitarios. La dinámica de talleres, permitió fortalecer esos lazos de cooperación entre miembros de la REUP y que las maestras desarrollen actividades que promuevan actitudes de justicia y ética ambiental en las escuelas. En el concurso, se integró la oración ambiental, comúnmente empleado en los centros, para estimular un espíritu ambiental entre los corazones de los niños.

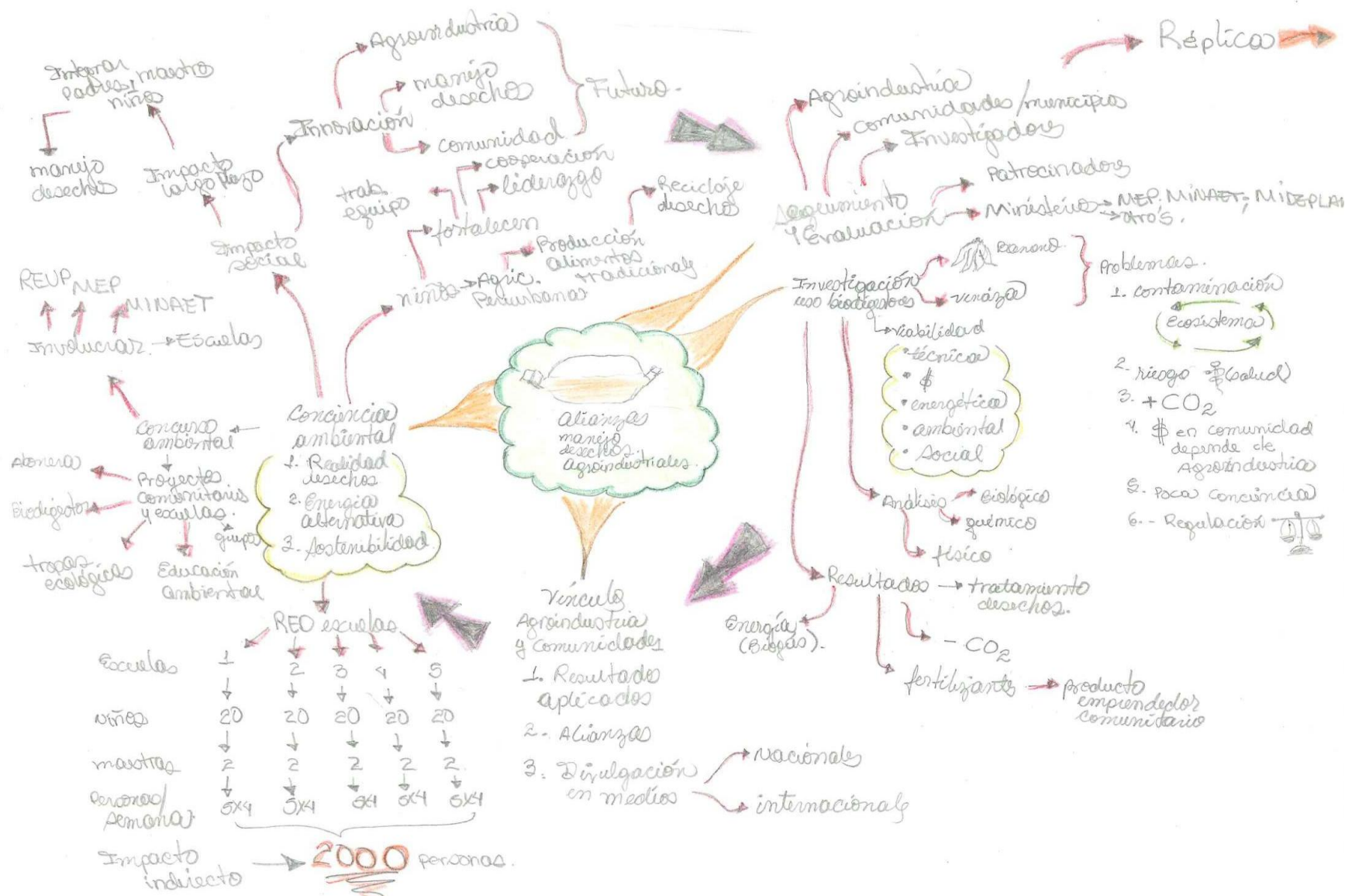


Figura 12. Mapa mental del diseño de la investigación científica para la resolución de la problemática de desechos agroindustriales e impactos ambientales y sociales de su manejo.

En el esquema de la Figura 13, se muestra el proceso seguido en la elaboración del proyecto, además, las condiciones externas que pueden influenciar en el rediseño de esta estrategia de acción conjunta para un manejo sostenible de desechos orgánicos en cualquier otra comunidad que se desee replicar.

El fortalecimiento de capacidades de liderazgo entre los niños, autogestión, creatividad e innovación para identificar las problemáticas ambientales y de manejo de desechos en las escuelas y comunidades, así como medios para promover integración entre sus maestras, padres y amigos, resulta ser un medio por el que se estimula una transformación desde las raíces de la sociedad, en edades aún con posibilidades de generar ideales y valores ambientales. De igual forma, ante la situación del manejo de desechos, las comunidades más cercanas a las agroindustrias y los grupos, en especial étnicos, que en muchas ocasiones no son muy representados y sus voces no son escuchados, es muy importante que a través de eventos, como seminarios en instituciones educativas o sectores de posición neutral, promuevan su participación, para que los sectores productivos los consideren en sus estrategias de gestión, en aras a un manejo más eficaz de los desechos.

De la misma forma, el hecho de integrar a los sectores tanto privados, como del gobierno, permite que la iniciativa tenga mayores rangos de impacto. En éste proyecto, se trabajó muy de cerca con el Ministerio de Educación Pública, para obtener información y material de referencia para las maestras y el fortalecimiento de capacidades de enseñanza en éstos temas, pero también, con representantes del MINAET y el Tribunal Ambiental, de modo que estos órganos, unidos a centros de enseñanza, redes de escuelas, como la REUP y centros de investigación, como la EARTH, inicien con la promoción de estrategias integradoras de los sectores comunitarios y organizaciones, en búsqueda de medios para el manejo de los desechos orgánicos agroindustriales y comunitarios. De igual modo, el proyecto queda a disposición de ser revalorado, enriquecido con más ideas y readaptado a otras zonas, según las realidades imperantes, incorporando un enfoque integrador con la sociedad en el reconocimiento del ecosistema y sus procesos naturales, como partes integradoras que aseguran existencia humana sobre la tierra.

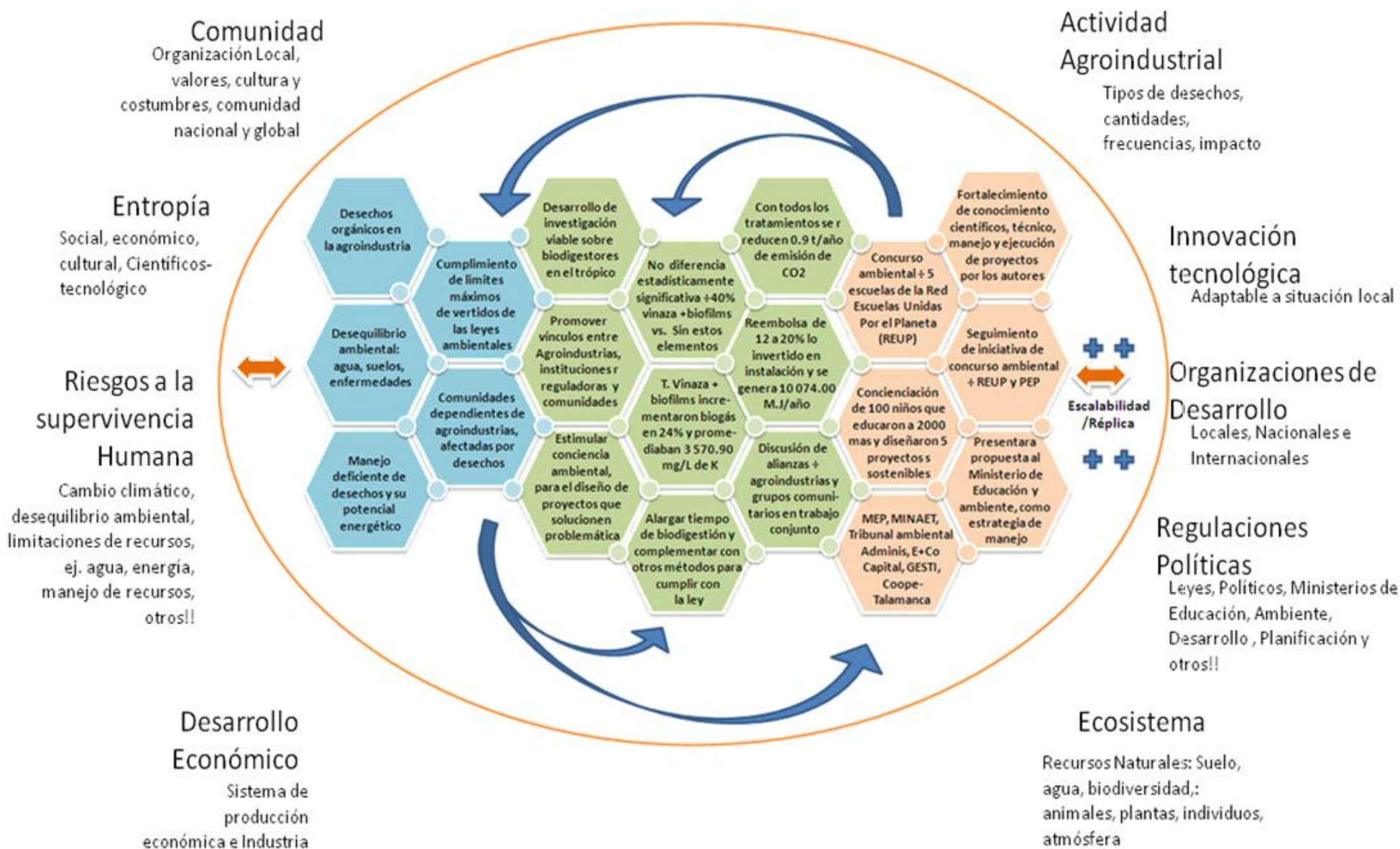


Figura 13. Proceso de aplicación "Design Science" para la ejecución del proyecto de graduación.

5 Lista de Referencias Bibliográficas

- Aguilar, FX. y Botero, R. 2006. Los beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. *Tierra Tropical*, vol. 2, no.1, 7 p.
- Arroyeve, M. 2004. *La lenteja de agua (Lemna minor)*. *Revista EIA*, vol 1, no. 1, ISSN 1794 a 1237.
- Aldana, L. 2008. Suplementación de biodigestores con vinaza y su efecto sobre la producción y calidad del biogás y sus efluentes [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 55 p.
- Alvarado, H. y Rodríguez, D. 2009. Evaluación de la vinaza y su efecto sobre la producción y calidad del biogás y de sus Efluentes a partir de Diferentes Concentraciones. [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 41p.
- Alvarez, MG. y Sigüenza, MJ. 2006. Utilización de productos deshidratados de remanentes de banano (cáscara verde y madura, raquis y bráctea) en la elaboración de productos alimenticios. [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 51 p
- Anhwage, B. 2008. Chemical composition of musa sapientum (banana) peels. *Journal of Food Technology*, vol. 6, no. 6, p. 263 a 266. ISSN: 1684 a 8262.
- APHA (American Public Health Association). 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Florida (US) : Water Environment Federation. [sp.]. ISBN 9780875530475.
- Asamblea Legislativa, CR. 1995. Ley orgánica del ambiente, no. 7554. *La Gaceta*, 13 noviembre, p. 1 a 5.
- Bardiya, N.; Somayaji, D. y Khanna, S. 1996. Biomethanation of banana peel and pineapple waste. *Bioresour. Technol.*, vol. 5, 12 p.
- Beron, G. 2003. Uso alternativo de la vinaza de acuerdo con su composición química. *Tecnicaña*. Vol. 9, no. 17, p 1 a 38.
- Bioero. Uso de biodigestores. [en línea] Guatuso (CR) : [Consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el world wide web <<http://www.bioero.com/biotecnologia/us-del-biodigestor.html>>
- Biogás Costa Rica. Energía Verde. [en línea] Guatuso (CR) : [Consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el world wide web <<http://www.ruralcostarica.com/biogas-spanish.html>>
- Botero, R. y Preston, T. 2006. Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización. Cali (CO) : Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 15 p.
- Brown, H.; Cook, R. y Gabel, M. 1978. *Environmental design science primer* [en línea]. [consultado 15 noviembre 2010]. Disponible en el World Wide Web <http://challenge.bfi.org/sites/challenge.bfi.org/files/pdf_files/pdf_files/DS_Primer.pdf>
- Calderon, R. y Rola, A. 2003. Assessing benefits and costs of commercial banana production in the Philippines. Philippines (PH) : Institute of Strategic Planning and Policy Studies (ISPPS). 122 p.
- Chanakya, H.; Sharma, I. y Ramachandra, T. 2009. Micro a scale anaerobic digestion of point source components of organic fraction of municipal solid waste, *American Chemical Society*, vol 4, no 2. 20p.

- Canessa, E. 1985. Funcionamiento básico de un biodigestor. *In Simposio Centro Americano sobre Aplicaciones de Energía Biomásica, Diseño y Construcción de Biodigestores*. Cartago (CR) : Editorial Tecnológica de Costa Rica. p. 9 a 15. ISBN 9977 a 66 a 009 a 3.
- Clarke, WP.; Radnidge, P.; Lai, E.; Jensen, P. y Hardin, M. 2005. *Digestion of waste bananas to generate energy in Australia*. 13 th ed. (US) : *The Nation's Health*, vol 1, no 1, 76p.
- Conil, P. 2006. Manejo de vinaza: mecanización y compostaje, aplicación industriales. *Tecnicaña*, vol. 10, no. 17, p 25 a 28.
- Deivanai, K. y Kasturi, R. 1995. Batch biomethanation of banana trash and coir pith. *Bioresour. Technol*, vol. 58, no. 8, p 23 a 29.
- Di Rienzo, JA.; Casanoves, F.; Balzarini, MG.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, CW. 2010. InfoStat: software estadístico [programa de cómputo]. Versión 2010. Córdoba (AR) : Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat. Disponible para descarga en el World Wide Web: <<http://www.infostat.com.ar/>>
- Edstrom Industries.2005. Biofilm: *Hey to undestandind and controlling bacterial growth in automated drinking water system* [en línea]. [consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el World Wide Web<<http://www.edstrom.com/doclib/biofilm.pdf>>
- Esquivel, R.; Cazarín, M.; Preston, T. y Pedraza, O. 2002. *Aspectos importantes al introducir biodigestores en explotaciones lecheras a pequeña escala* [en línea]. Michoaca (MX) [consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el World Wide Web<<http://ftp.sunet.se/wmirror/www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Viey143.htm>>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. *Primera Reunión Intergubernamental del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe* [en línea]. La Habana (CU) [consultado 11 julio 2010] Disponible en el world wide web: <<http://www.rlc.fao.org/es/desarrollo/educacion/unesco.htm> >
- Fuller, R. 1981. *Buckminster fuller: ruta crítica* [en línea]. [consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el World Wide Web<<http://www.michaelherman.com/cgi/wiki.cgi?action=browse&id=CriticalPath&oldid=BuckyFuller>>
- Gav, B. 2008. Banana methane powered cars, pig poo power and other uses for biogas. [en línea]. Nueva Zelanda (AU) : *The Oil Drum*, [consultado 15 noviembre 2010] Disponible en el World Wide Web< <http://anz.theoil Drum.com/node/3633>>
- Germain, A. y Ramirez, H. 2010. Primera aproximación a las oportunidades de los biocombustibles en centroamerica. 1ra. Ed. San Salvador (SA), 58 p. ISBN 978 a 99923 a 920 a 1 a 0.
- Handajani, M. 2003. Biofilm Formation from the Microorganisms in Fixed a Bed Reactor for Biological Wastewater Treatment, [en línea]. [consultado30 mayo 2009]. Disponible en el World Wide Web: <<http://www.rz.uni a karlsruhe.de/~iba/mitarbeiter/marisa.pdf> >
- Henze, M.; Loosdrecht, MC.; Ekama, GA.; y Brdjanovic, D. 2008. *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design*. IWA Publishing. 511 p. ISBN 1843391880.
- Jiménez, C. 2010. Módulo informativo: *Gestión integral de residuos sólidos en centros educativos*. 1 ed. San José (CR) : Ministerio de Educación Pública. Dirección de Desarrollo Curricular Depto. Educación en Salud y Ambiente. 40 p. ISBN 978 a 9977 a 60 a 218 a 9.
- Kalia, V.; Sonakya, V. y Raizada, N. 2000. Anaerobic digestion of banana stem wastes. *Bioresour Techno*, vol, 3. P. 35 a 42.
- Kimiran, A. et al. 2006. Biofilm Communities on Different Construction Materials. ISTAMBUL UNIVERSITY. Turkía. [en línea]. [consultado 30 mayo 2009]. Disponible World Wide Web: <<http://registration.akm.ch/eccmid2006/posterpdf/837.pdf> >

- Kumar, M.; Humar, S. y Poonia, MP. 2000. Methane, carbon dioxide and nitrous oxide reduction through the application of biogas technology. *Indian Journal of Environmental Health*, vol. 42, no. 3, p 26 a 35.
- Lappin a Scott, H. 2003. *Microbial Biofilms*. Cambridge University Press. Cambridge (IN). 328 p. ISBN 052154212X.
- Lenore, S.; Aronld, E. y Andrew, D. 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20a ed. Washington (US) : APHA. 251 p.
- López, B.; Guardiola, E.; Naval, L. y Martin, J. 1995. Metalogénesis de residuos vacunos en digestores discontinuos. *Información Tecnológica*, vol. 6, no 6. p. 151 a 159. ISSN 0716 a 8756.
- López, C. y Ralda, G. 1999. *El uso de la cáscara de banana maduro como insumo para la alimentación de ganado bovino* [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 99 p.
- López, M. 1997. *Eficiencia de absorción de fósforo por tres cultivares de sorgo de diferente toxicidad de aluminio*. [Tesis de Maestría en el postgrado de Ciencias del Suelo]. Maracay (Venez) : Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 123 p.
- Martínez, E. y Servian, P. 2007. *Evaluación del tratamiento anaeróbico de aguas residuales ordinarias (excretas humanas) de la Universidad EARTH para su aprovechamiento energético*. [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 74 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). 2007. Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales. Decreto Ejecutivo no. 33601 a MINAE a S. Alcance no.8. *La Gaceta*, 19 marzo, no.55, 36 p.
- Morales, J. y Noguera, J. 2009. *La vinaza como suplemento nutricional en la producción animal*. [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 35 p.
- Ortega, N. 2002. *Phosphorus precipitation in anaerobic digestion process* [en línea]. Florida (US) : 53 p. ISBN 1 a 58112 a 332 a 9. [consultado 20 noviembre 2010]. Disponible en el *World Wide Web*:
<http://books.google.co.cr/books?id=ICmzDqGMw6QC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=Phosphorus+Precipitation+in+Anaerobic+Digestion+Process.+Universidad+de+Valencia&source=bl&ots=O8Zewdom6E&sig=O319ML3LbUwJBkQ7ieUJf_vAWdl&hl=es&ei=xsHUTJn5C4X7lwn7uGOCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CCUQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>
- Preston, T. Agricultural research for rural development. 2002. *Livestock Research for Rural Development*. CIPAV [en línea] vol.14, no.3 [consultado 25 febrero 2008]. p 12 a 22. Disponible en World Wide Web: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Viev143.htm>>
- Pujadas, H.; Figueroa, M.; García, M. y Hernández, J. 2008. Consumo sostenible de la crisis global. *Economía*, no. 8, p 1 a 5. ISSN 1851 a 9008.
- Rincón, D. 2009. Remoción de sólidos totales de vinaza por electrocoagulación a electroflotación. *Dyna*, vol. 76, no. 158, p 18 a 26. ISSN: 0012 a 7353
- Saha, N. y Nagori, G. 2002. *Delignification of banana stem enhances biogas production*. (IN) : Sardar Patel Renewable Energy Research Institute (SPRERI). 51 p. ISBN 0972 a 6721
- Sanz, A.; Montero, K. y Díaz, R. 2005. Utilización de la vinaza como alternativa para aliviar el efecto destructivo del vertimiento de desechos en la bahía de Santiago de Cuba. *Tecnología Química* [en línea]. vol. 25, no. 2. [consultado 26 agosto 2010]. Disponible en el *world wide web*:
<<http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/2222/1762>>

- Sasse, L. 1988. *Biogas plants. Design and details of simple biogas plants*. Eschborn (DE). Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien (GATE). 66 p.
- Seoanez, M. 2003. *Manual de tratamiento, reciclado y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*. Madrid (ES) : Amvediciones ed. Series: Tecnologías de Alimentos. 465 p. ISBN 8484761045.
- Soria, J.; Ferrera, R. y Etchvers. J. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo *Terra Latinoamericana* [en línea] vol. 19, no. 4, [consultado 16 mayo 2010]. p. 353 a 362. Disponible en el world wide web: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/573/57319408/57319408.html>>
- Steiner, R. 2006. *Utilización energética de residuos orgánicos de la industria bananera, cafetalera y azucarera en Costa Rica: Considerando el Mecanismo de Desarrollo Limpio*. San José (CR) : FHNW a GTZ. 140 p.
- The oil drum. 2008. Banana methane powered cars, pig poo power and other uses for biogas. Nuevas Zelanda (AUS) :
- Viswanath, P.; Sumithra, S. y Nand, K. 1992. Anaerobic digestion of fruit and vegetable processing wastes for biogas production. *Bioresource Technology*, vol. 40, no.1, p 43 a 48.

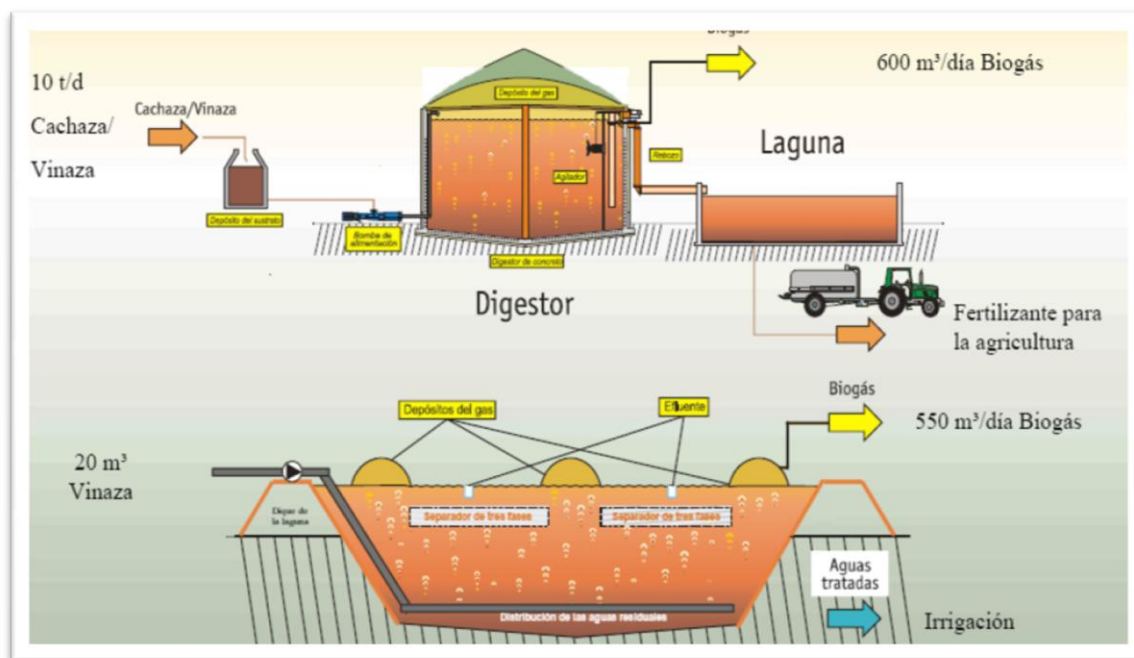
6 Anexos

6.1 Anexo 1: Contactos de las principales emparadoras de banano de Costa Rica

NOMBRE FÁBRICA	NOMBRE DE PERSONA CONTACTO	NÚMERO DE TELÉFONO CONTACTO
MUNDIMAR (CHIQUITA)	Luís G. Bonilla	2 a 710 a 7060 ext. 3860
GERBER a NOVARTIS	Carol Murillo	2 a 573 a 8392
JUGOS NATURALES POVESA	Eduardo Poveda	2 a 272 a 3976
FRUCTA Costa Rica		

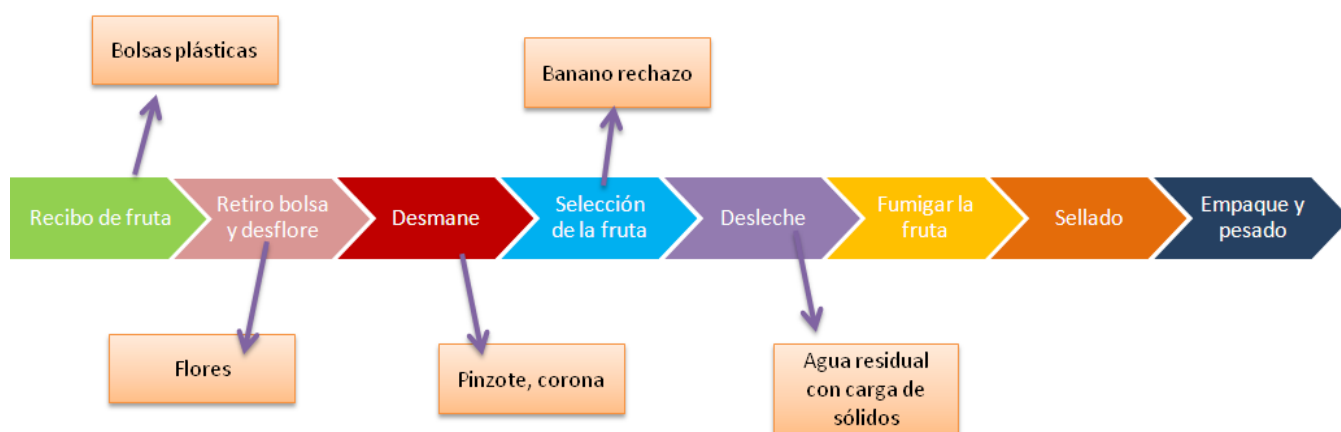
Fuente: Steiner, 2006

6.2 Anexo 2: Esquema de tratamiento de vinaza y bagazo de caña por la industria BIOGAS NORD



Fuente: Steiner , 2006.

6.3 Anexo 3: Esquema de generación de cascara de banano como desecho agroindustrial



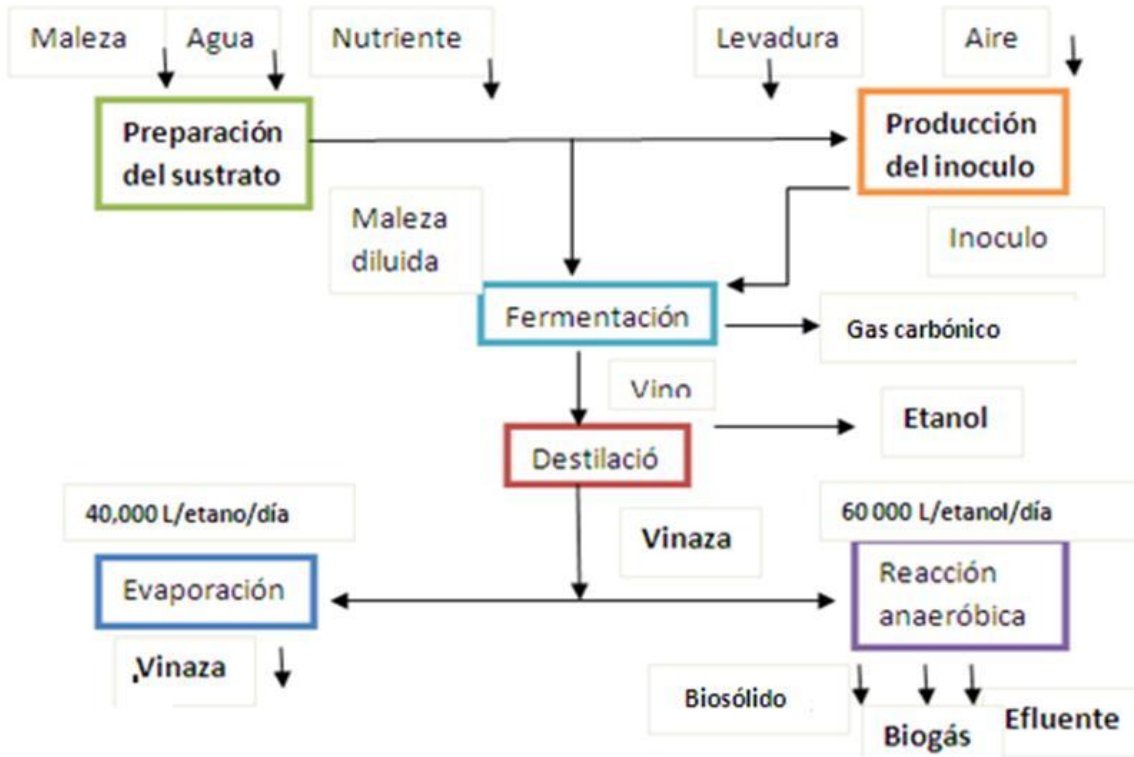
Fuente: Steiner, 2006

6.4 Anexo 4: Lista de Ingenios Azucareros de mayor producción en Costa Rica

No.	Nombre	Nombre Persona de contacto	Numero teléfono contacto	Correo electrónico contacto	Numero teléfono 1	Numero teléfono 2	Fax 1
1	Ingenio y destiladora Taboga S.A.	Dagoberto Rodriguez	494-1866	gerencia@coopevictoria.com	494-1866		444-6346
2	Ingenio y destiladora CATSA (Ctrl. Azucarera del Tempisque)	Jesus Delgado		jedelgado@catsa.net	667-8055		667-8385
3	Azucarera El Viejo S.A.	Marvin Alfaro	232-9652	maralfa@racsa.co.cr	232-0750	688-8344	232-5224
4	Ingenio Costa Rica				450-4026	221-3129	458-4404
5	Porvenir; Compañía Agrícola Industrial Tacaes, Ltda.	Ramon Aguilar		solo fax	286-1675		458-4002
6	Finca La Argentina	Enrique Mesa Echandi		solo fax	444-5133	494-0452	494-0571
7	Providencia; Kopper Peralta Ltda.	Ricardo Rojas Koper	444-5366	koperperalta@ice.co.cr	444-5366	444-5282	444-1541
8	Cooperativa Cañera San Ramón R.L.	Rigoberto Calvo	445-1521	ingenio@racsa.co.cr	445-1521	445-5471	445-5124
9	Cooperativa Agrícola Industrial Victoria R.L.						
10	Azucarera El Palmar S.A.	Alejandro Miranda		solo fax	639-8146	639-9466	232-0437
11	Ingenio Coopeagri / El General	Luis Salazar			771-3455		785-0254
12	Ingenio Cutris	Yonder Araya		solo fax	469-9024	469-9020	469-9020
13	Ingenio Quebrada Azul Ltda.	Victor Hugo Rojas	475-5960	vrojas@qazul.com	223-3550	475-5960	223-3554
14	Ingenio Santa Fe S.A.	Ronald Rodriguez	460-0383	rrodriguez@isantafesa.com	460-0383	460-0011	460-1705
15	Atirro; Ctrl. Azucarera de Turrialba	Frank Pezoa Gonzalez		solo fax	531-1212	531-1661	531-1346
16	Hacienda Juan Viñas	Rolando Guardia	532-2211	rguardia@juanvinas.com	221-1811	532-2211	532-2111

Fuente: Steiner, 2006

6.5 Anexo 5: Esquema de generación de vinaza como desecho agroindustrialnte (Steiner, 2006)

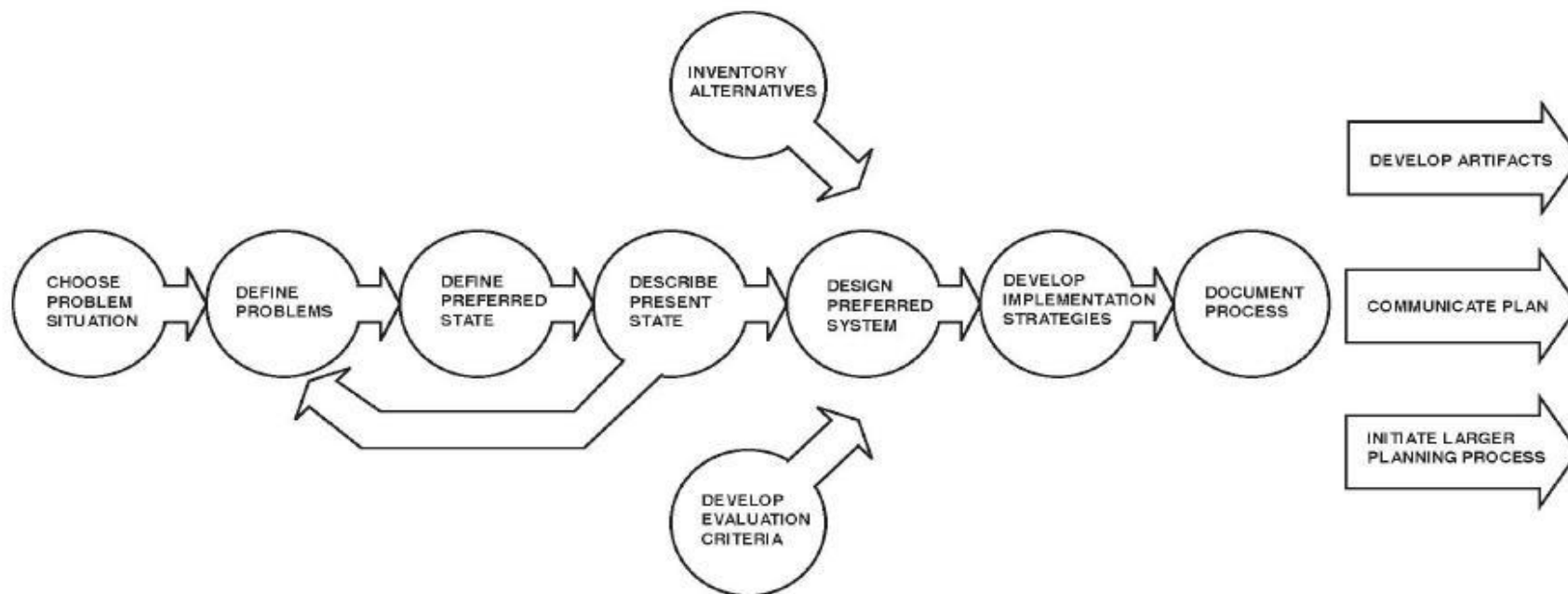


6.6 Anexo 6: Fotografía del experimento en el laboratorio de biodigestores en la Finca Pecuaría Integrada (FPI) de la Universidad EARTH



6.7 Anexo 7: Esquema del proceso: Environmental “Design Science”

Design Science Planning Process



The design science planning process is a method by which individuals or small groups can design alternative paths for themselves and society as a whole. By providing a larger vision of change in which smaller design projects and initiatives can be conceived, a design science plan can become the basis for developing specific artifacts.

Tomado de: *Environmental Design Science, 1978*

6.8 Anexo 8: Diseño de afiche del seminario de biodigestores



Setiembre 20-21, 2010 | Universidad EARTH

Seminario Taller: Biodigestores:

Manejo de Desechos sólidos y Líquidos de la Agroindustria & Oportunidad de desarrollo para comunidades rurales

Temas:

- Tecnología y experiencias en el uso de biodigestores de bajo costo & agroindustriales.
- Biodigestión para el tratamiento de desechos sólidos y líquidos en la agroindustria: caso banano y vinaza.
- Marco legal de Costa Rica que regula el vertido de desechos sólidos y líquidos al ambiente.
- Uso de Energías Alternativas y mitigación del Cambio Climático: Carbono Neutralidad.
- Comparación de tecnologías para el tratamiento de desechos sólidos y líquidos.
- Sostenibilidad y manejo del agua en la agroindustria-vínculo con comunidades rurales.
- Responsabilidad Social Empresarial-Integración agroindustria y comunidades para promover desarrollo sostenible.

Incluye:

- Giras a biodigestores agroindustriales
- Instalación de biodigestor
- 2 días de seminario
- Alimentación
- Materiales del curso
- Transporte

Inversión:

- **\$280** con hospedaje
- **\$260** sin hospedaje

Estudiantes:

\$0000

Fecha límite para Inscripción: 00.00.2010

Con colaboración de:

Más información: Melissa Ugalde | mugalde@earth.ac.cr | Tel. (506) 2713-000 ext. 5003
Johanny Pérez | jperez@earth.ac.cr | Tel. (506) 2713-000 ext. 6504



6.9 Anexo 9: Programa del Seminario a Taller de biodigestores



Seminario – Taller “Biodigestores: Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos de la Agroindustria y Oportunidad de desarrollo para comunidades rurales”

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha: Días 20 y 21 de setiembre

Lugar: Campus de la Universidad EARTH – www.earth.ac.cr

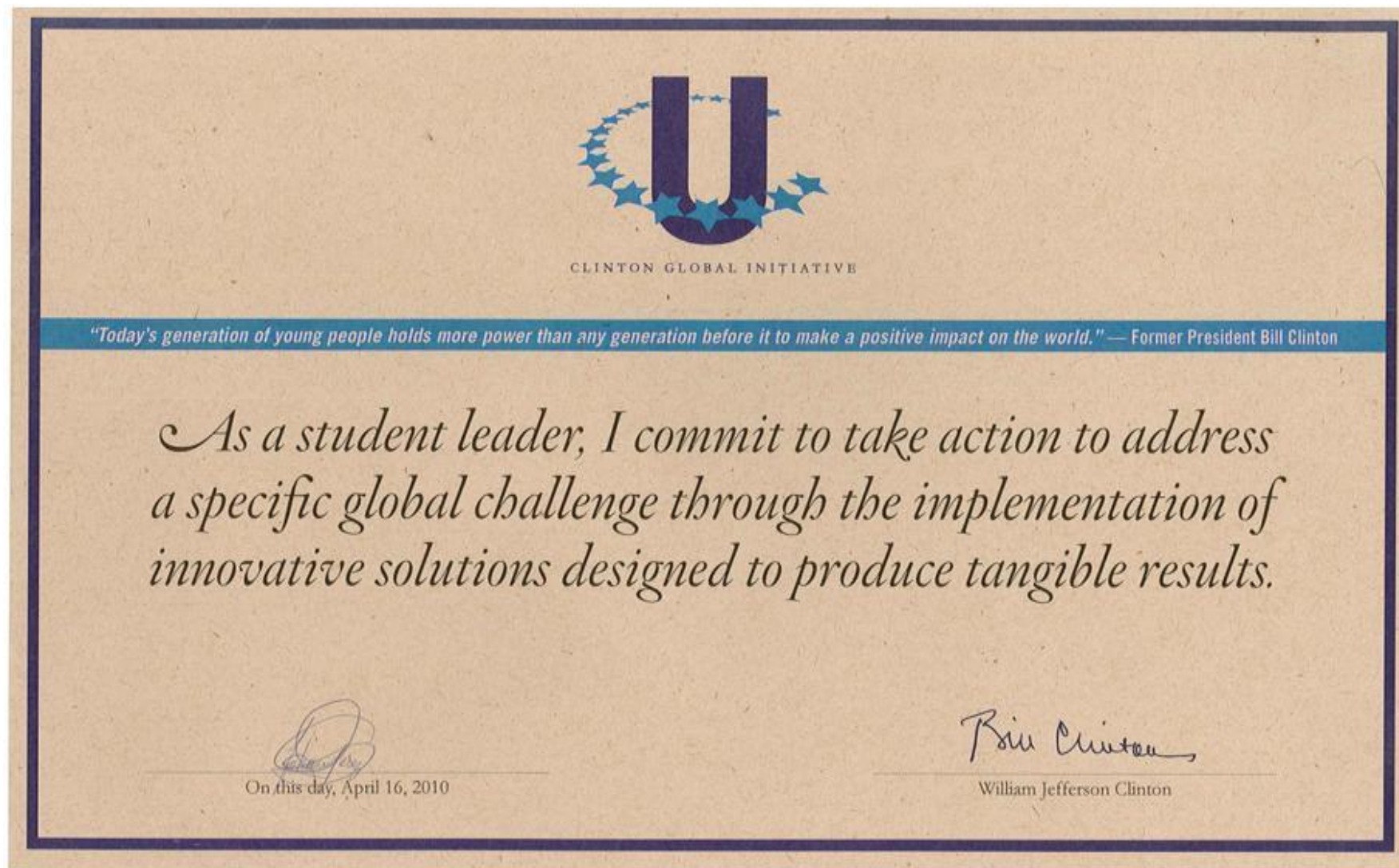
Lunes 20 de Setiembre (8:00am a 5:00pm)

- 8:00- 8:30 Bienvenida de Participantes
Dr. José Zaglul
- 8:30 a 9:30 Tecnología y experiencias en el uso de biodigestores de bajo costo
Raúl Botero MVZ. MSc. Universidad EARTH
- 9:30 a 10:30 Aplicación del Biodigestor como alternativa de tratamiento de desechos agroindustriales
Ing. Pablo González/Ing. Rosa Mayorga Biosinergia
- 10:30 a 10:45 Break
- 10:45 a 11:45 Marco legal que regula el sector agroindustrial sobre aguas residuales, así como el tratamiento de los desechos sólidos orgánicos y líquidos.
Lic. Raúl Guevara. Batalla Abogados
- 12:00 a 1:30 Almuerzo
- 1:30 a 2:30 Mitigación del Cambio Climático y uso de Energías Alternativas: Carbono Neutralidad
Edmundo Castro Ph.D. Universidad EARTH
- 2:30 a 2:45 Break
- 2:45 a 3:45 Financiamiento de Biodigestores Industriales: Caso práctico Guatemala
Alfredo Vargas MBA. E+Co Capital
- 3:45 a 4:00pm Cierre del día

Martes 21 de Setiembre (7:30am a 5:00pm)

- 7:30 a 9:30 Visita a Biodigestor de Descontaminación de aguas de EARTH: aguas de edificios, cafetería y Finca Pecuaría Integrada (FPI).
- 9:30 a 10:30md Vista a Biodigestor Industrial en la compañía MUNDIMAR.
- 10:30 a 12:30md Visita a Biodigestores en la Comunidad La Florita.
- 12:30 a 1:30 Almuerzo
- 1:30 a 2:30 Sinergias entre la agroindustria y comunidades rurales: Una oportunidad para promover el desarrollo sostenible
Andreas Lieber. Cegesti
- 2:30 a 4:00 Tecnología Limpia para el tratamiento de aguas residuales
Ing. Rafael Martínez. Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A
- 3:45 a 4:45 Resultados Proyecto Investigación:
Resultados de la biodigestion de cáscara de banano y vinaza: promoción de alianzas agroindustrias y comunidades
Johanny Pérez/Tania Pérez. Universidad EARTH
- 4:00 a 4:30 Cierre del Seminario: Reflexión del uso de biodigestores para el tratamiento de desechos sólidos agroindustriales, integración entre comunidades y agroindustrias y presentación de concurso ambiental entre niños.

6.10 Anexo 10: Certificado de compromiso de impacto social



6.11 Anexo 11: Dinámica en talleres con niños en las escuelas de Guápiles



a. Maestra de la Escuela San Martín, apoyando a sus estudiantes en una dinámica del concurso.



b. Niños explicando temas de energías alternativas y manejo de desechos




c. Trabajo conjunto con niños de la Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP)



d. Taller con niños de Escuela Central de Guápiles.

6.12 Anexo 12: Hojas de firmas como estrategia de efecto multiplicador del concurso




UNIVERSIDAD
EARTH
20 años

CONCURSO: SOLUCIONES PARA MI PLATENA
MI COMPROMISO AMBIENTAL

YO: Meyhell Rachel Cruz Ureña B

APRENDÍ EN CLASE QUE:



Semana 1: Monocultivos, policultivos Es ma lo porque el suelo pierde nutrientes.
Fecha: 18

Semana 2: Energias limpias la producen el agua de los rios y los mares
Fecha: 25

Semana 3: Biodigestores producen gas para cocinar y asi se ahorra electricidad
Fecha: 2/09

Semana 4: Actividad a Dibujo
Fecha:

Y LE COMENTÉ SOBRE ESTOS PROBLEMAS Y SOLUCIONES AMBIENTALES A ESTAS PERSONAS:

<p>SEMANA: <u>1</u> Nombre, Apellido y firma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Eliana Castro Cruz</u> 2. <u>Keissim Arce Fonseca</u> 3. <u>Rosm Quiros</u> 4. <u>Yailich Orozco Oporto</u> 5. <u>Jordan Castro Aguirre</u> 	<p>SEMANA: <u>2</u> Nombre, Apellido y firma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Vielto Monge Sánchez</u> 2. <u>Jeremy Soto A.</u> 3. <u>Maikel Rojas Arce</u> 4. <u>Jordan Castro</u> 5. <u>Michel Valeria Alvarez Méndez</u>
<p>SEMANA: <u>3</u> Nombre, Apellido y firma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Allison Sibaja Alvarado</u> 2. <u>Nathalie Trejos Palma</u> 3. <u>Gilberth Rodríguez Virtat</u> 4. <u>Jhan Montoya Rodríguez</u> 5. <u>Sebastian Picado Quirós</u> 	<p>SEMANA: <u>4</u> Nombre, Apellido y firma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>María Fernanda Quiés Abanca</u> 2. <u>Stefanie Acosta Soto</u> 3. <u>Jose Carlos Alvarado Fonseca</u> 4. <u>Marie Martín León</u> 5. <u>Kendell castillo Soto</u>

"Haz algo hoy por el planeta y tendremos un futuro feliz"

Johanny Pérez
www.jarilexis.blogspot.com

6.13 Anexo 13: Resumen de las propuestas de proyectos presentados por las 5 escuelas participantes de la REUP

1er Lugar: ESCUELA LIDER CENTRAL DE GUAPILES

PROYECTO

CLUB ECOLÓGICO GREEN GENERATION G2



ESTUDIANTES PROPONENTES

APELLIDO	NOMBRE	GRADO
Sibaja	James	Quinto
Otárola	Melanie	Cuarto
Gómez	Mariam	Cuarto
Berrocal	Valeria	Cuarto
Jiménez	Crystal	Tercero
Mora	Erick	Quinto

DIRECTOR/A DE LA ESCUELA

Lic. Ana Jenny Sandí Delgado. MSc.

MAESTRAS ASESORAS

Bach. Carolina Durán Ruiz.

Bach. Katiana Rodríguez Alfaro.

RESUMEN

Debido a la presencia de grandes cantidades de basura en toda la escuela y la problemática ambiental que esto genera, hemos llegado a la conclusión de embellecer nuestra institución y hacer algo por el medio ambiente, es por eso que nace la idea de Green Generation G², una generación de estudiantes comprometidos con el ambiente y conscientes de la crisis ambiental que enfrenta nuestro planeta.

Green Generation G² es un club ecológico, idea que nace en un grupo de educadores que conforman el Comité Pro a Bandera Azul Ecológica, el objetivo es incentivar a los estudiantes a crear proyectos que ayuden a reducir la problemática ambiental de la institución.

Por medio de la idea del club ecológico Green Generation G² es que decidimos sumarnos como representantes de la comunidad estudiantil para darle fuerza y continuidad a este proyecto tan importante, elaborar nuevas ideas y ser agentes multiplicadores.

Nuestro proyecto consiste en apropiarnos del principio del proyecto (una generación verde) y liderar los proyectos que involucran a la comunidad estudiantil.

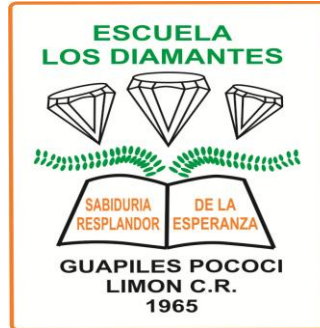
RESULTADOS ESPERADOS

- Que el 100 % de la Institución, estudiantes, personal docente, administrativo, padres de familia:
- Se informen de la problemática ambiental del planeta y de que pueden hacer algo para reducir el impacto. Además pueden participar en los proyectos y eventos de temática ambiental organizados por la institución.
- Conozcan la importancia del reciclaje para la preservación del planeta.
- Promuevan una cultura ambiental en todas las actividades de la institución.

DOCUMENTO COMPLETO⁵

⁵ [http://www.slideshare.net/arilexis/project a proposal a of a escuela a central a de a guapiles](http://www.slideshare.net/arilexis/project-a-proposal-a-of-a-escuela-a-central-a-de-a-guapiles)

2do Lugar: ESCUELA DIAMANTES



**PROYECTO
ABONERA ORGÁNICA**

ESTUDIANTES PROPONENTES

Apellidos	Nombre	Grado
Sibaja Rodríguez	Christopher	3º grado
Villalobos Villalobos	Natalia	4º grado
Alvarez Herrera	Marco Tulio	4º grado
Arce Fonseca	Keisian	5º grado
Picado Quirós	Sebastián	5º grado

DIRECTORA

Licda. M^a del Rocío Monge Bolaños

COLABORADORAS

Licda. Nancy Arce Rivera

Licda. Nidia Aguilar Quirós

RESUMEN

Contaminación por desechos orgánicos producidos en el centro Educativo Los Diamantes. Necesidad de dar un manejo adecuado a los desechos orgánicos crudos, que genera el comedor y la soda escolar de la institución. Una problemática en nuestro centro educativo es el manejo inadecuado de los residuos orgánicos crudos que genera el comedor escolar y la soda.

Dichos residuos van a dar al basurero convencional ocasionando malos olores, producción de líquidos malolientes, provocando serios daños al ambiente, la salud y en general la contaminación del suelo, agua y el aire.

Por lo tanto, es sumamente urgente buscar una alternativa viable que permita a nuestros estudiantes participar en una actividad sostenible que genere conciencia de un cambio de actividad por el ambiente. Por ello se decide construir una abonera orgánica en el patio escolar, que permita el depósito del material orgánico crudo que generan la soda y el comedor escolar.

IMPACTO

- Beneficia a toda la población escolar:
- Todos los estudiantes
- Todo el personal docente y administrativo
- Vecinos que cuidan el área escolar

BENEFICIOS DEL PROYECTO

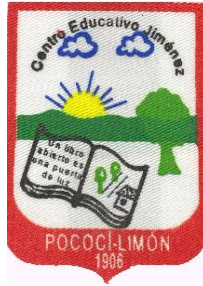
- Reducción de residuos al basurero convencional.
- Producción de abono natural.
- Prevención de plagas y enfermedades.
- Incrementar en los estudiantes una cultura ambiental.
- Reutilizar el desecho generado por lápices de color y lápiz de grafito.

Como este proyecto es exitoso siempre se está a la espera de mejorar y se mantiene activo todo el año e involucra estudiantes, docentes, personal administrativo y padres de familia.

DOCUMENTO COMPLETO⁶

⁶⁶⁶ <http://www.slideshare.net/arilexis/project-a-proposal-a-escuela-a-diamantes>

3er Lugar a CENTRO EDUCATIVO JIMÉNEZ



PROYECTO

DISMINUCIÓN DE LOS DESECHOS ALIMENTICIOS EN EL COMEDOR ESCOLAR

ESTUDIANTES PROPONENTES

APELLIDO	NOMBRE	GRADO
Mendoza	Sharon	Tercero
Cervantes	Gervid	Cuarto
Benavides	Marvin	Quinto
Olivas	Alexa	Quinto
Castro	Valerie	Quinto

DIRECTOR/A DE LA ESCUELA

MSc. María Elena Bonilla

MAESTRAS ASESORAS

Lic. Felicia Pereira Brown

Lic. Maureen Guillén Salazar

Bach. Yesenia Badilla Cárdenas

RESUMEN

El proyecto pretende motivar a los estudiantes y al personal docente y administrativo del centro educativo Jiménez, a reducir los desperdicios alimenticios que se están generando en el comedor escolar, para ello se pretende hacer conciencia por medio de diferentes estrategias que se detallaran en el desarrollo del proyecto, para así contribuir al mejoramiento tanto del centro educativo como a la contribución al medio ambiente.

Además se pretende incluir a la comunidad en general a que se realicen reducciones de desperdicios alimenticios en cada uno de los hogares, Por otra se pretende hace conciencia en la población estudiantil de que en nuestro país actualmente se da una gran incidencia de hambre por falta de alimentos.

RESULTADOS ESPERADOS

Con la elaboración de dicho proyecto, se pretende incentivar tanto a los estudiantes como al personal docente y administrativo del centro educativo Jiménez, a realizar una reducción de los residuos alimenticios, además de hace conciencia del daño que se le hace al medio ambiente con los desperdicios hechos y al aumento del consumo humano.

Para propagar la difusión de la propuesta y llevarla así a los demás estudiantes del centro, se pretende abrir espacios en los actos cívicos para realizar diferentes representaciones ya fueran obras de teatro, canciones entre otras relacionadas al tema. Como otras propuestas es ir cambiando el tamaño de los recipientes donde se depositan los desperdicios alimenticios, hasta llegar a uno más pequeño y como forme los estudiantes y personal docente y administrativo van creando conciencia. Además como otra estrategia es cambiar la actitud de las servidoras del comedor en el momento de servir los alimentos y por último se realizaran campañas de motivación a la comunidad.

Para propagar la difusión de la propuesta y llevarla así a los demás estudiantes del centro, se pretende abrir espacios en los actos cívicos para realizar diferentes representaciones ya fueran obras de teatro, canciones entre otras relacionadas al tema. Como otras propuestas es ir cambiando el tamaño de los recipientes donde se depositan los desperdicios alimenticios, hasta llegar a uno más pequeño y como forme los estudiantes y personal docente y administrativo van creando conciencia. Además como otra estrategia es cambiar la actitud de las servidoras del comedor en el momento de servir los alimentos y por último se realizaran campañas de motivación a la comunidad.

DOCUMENTO COMPLETO⁷

⁷ [http://www.slideshare.net/arilexis/project a proposal a escuela a diamantes](http://www.slideshare.net/arilexis/project-a-proposal-a-escuela-a-diamantes)

**COLEGIO BILINGÜE
SAN FRANCISCO DE ASÍS**



**PROYECTO
“NIÑOS QUE ENSEÑAN A LOS NIÑOS”**

ESTUDIANTES PROPONENTES

APELLIDO	NOMBRE	GRADO
Radulovich	Daniela	Cuarto
Espinoza	Génesis	Cuarto
Bonilla	Gabriela	Quinto
Esquivel	Estefanie	Cuarto
Cerdas Solís	Silvia	Quinto
Aragón	Lauren Nicole	Cuarto

DIRECTOR/A DE LA ESCUELA

MSc. Calderón Cordero, Geidy

MAESTRAS ASESORAS

Lic. Chavarría, Giselle

Lic. Gruesso Echeverri, Clara I.

RESUMEN

La grave crisis ambiental que sufre el planeta, causada por la falta de conciencia del ser humano que se ha convertido en su mayor agresor, demanda de un urgente cambio de su relación con la naturaleza es por eso que a través de este proyecto y por medio de la educación, que sigue siendo el mayor instrumento para lograr grandes cambios en la conducta humana, se pretende brindar una herramienta para la educación ambiental de los niños, generando un cambio de conciencia que conlleva a una actitud constructiva que permita disminuir el impacto negativo del ser humano en la naturaleza.

El proyecto pretende poner al alcance de los niños el conocimiento y la comprensión de los principales problemas que aquejan al planeta para que se conviertan, en parte de la solución como generadores de cambio en todos sus ámbitos de desarrollo.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera llevar el proyecto a todas las escuelas de REUP inicialmente, para que cada una se posicione como ejemplo dando pie a la ejecución del mismo en otros centros educativos del cantón y posteriormente a nivel provincial.

A medida que pasa el tiempo y se obtiene experiencia con el proyecto, se enriquecen las charlas con material de apoyo y se colaboradores externos interesados en el tema. Al impartirlas en otras escuelas y organizaciones se asegura un positivo impacto de cambio de mentalidad, integrando así el componente social. Además al reducir el uso de tecnología – considerando que la mayoría de las escuelas son de escasos recursos a , por no depender de esta para llevar a cabo la presentación de las clases y, como impacto secundario de la concientización ambiental, el logro en reducción de material de desecho, reciclaje, entre otros, se contribuye a la generación de un recurso económico extra para los centros educativos.

DOCUMENTO COMPLETO⁸

⁸ <http://www.slideshare.net/arilexis/project-a-of-a-san-a-francisco>

ESCUELA DE ATENCIÓN PRIORITARIA SAN MARTÍN



PROYECTO

¡QUEREMOS RESPIRAR AIRE HIGIÉNICO EN LA ESCUELA!

ESTUDIANTES PROPONENTES

APELLIDO	NOMBRE	GRADO
Cambronera	Joancy	quinto
Jiménez	Cascante	tercero
Porras	Sherry	cuarto
Rivas	Tribeth	quinto
Rojas	Caterine	tercero
Sandí	Dilan	quinto

DIRECTOR/A DE LA ESCUELA

MSc. Rolando Vargas Fernández

MAESTRAS ASESORAS

Licda. Patricia Cerdas Azofeifa

Bach. Marisina Sánchez Calero

RESUMEN

¡Queremos respirar aire higiénico en la escuela!

Desde hace cuatro años, enfrentamos una situación con el drenaje de nuestra escuela. En época de lluvia, que es el mayor tiempo del año, las aguas llovidas rebalsan el drenaje. Lo que provoca malos olores y se sale materia que contamina la superficie del suelo.

El año pasado se construyó un tanque séptico nuevo y amplio, lo que considerábamos sería la solución al problema. El presente año en el mes de julio, ya se escuchaban quejas dentro de la institución, de niños, personal docente y visitas, por los malos olores.

Por esto consideramos que la construcción de un biodigestor sería una buena alternativa para solucionar el problema, aquí se aprovecharía el excremento humano producido por la población estudiantil de la institución.

El proyecto consiste elaborar de un biodigestor funcional con la materia fecal que produce la población estudiantil. Con esto se daría fin, al rebalse que ocasionan las aguas de lluvia. Además de ser un beneficio para nuestra escuela, sería una innovación para la población en general y también ayudaría en la economía del servicio del comedor, ya que se ahorraría la compra de gas, que actualmente se consume tres cilindros mensualmente.

RESULTADOS ESPERADOS

Al desarrollar el proyecto se espera, eliminar los malos olores provocados por el drenaje tradicional, así como la contaminación del suelo y las aguas. Se espera además ayudar a la economía en los gastos del comedor escolar, ya que la producción de biogás ahorraría el consumo del gas tradicional. Esperamos que este mensaje ambiental, concientice la importancia de la sostenibilidad de los recursos.

Se pretende buscar ayudas económicas con instituciones que brinden ayudas a proyectos ambientales y educativos. Además se buscará ayuda y asesoramiento con instituciones que conozcan la temática a desarrollar. Iniciaremos la tarea de integrar un comité conformado por cinco estudiantes que participaron en el concurso ambiental, dos docente en propiedad y comprometidos, el director, un representante del Patronato Escolar, uno de la Junta de Educación y unas dos personas de la comunidad. Dicho comité velará por el buen funcionamiento y cuidados del biodigestor, Además se trabajara en la difusión del proyecto para que sea conocido y comprendido por todos los involucrados.

DOCUMENTO COMPLETO⁹

⁹ <http://www.slideshare.net/arilexis/project-a-of-a-san-a-martn-a-school>

6.14 Anexo 14: Programa del taller de pedagogía para la enseñanza, con las maestras y directoras

“FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PEDAGOGICAS PARA LA ENSEÑANZA SOBRE TEMAS AMBIENTALES: CASO ENERGIAS ALTERNATIVAS Y BIODIGESTORES”

FECHA: Lunes, 13 de setiembre, 2010 / Lugar: Universidad EARTH

Hora	Actividad	Responsables
1:00 pm -1:25 pm	Registro & Documentación	
1:30 pm- 1:35 pm	Bienvenida e Introducción del taller Presentación de Maestras y Directoras	<i>Johanny y Tania Pérez</i> Coordinadoras
1:40 pm-2:10 pm	Problemática de Desechos Sólidos-Vínculos con Escuelas Líderes Ambientales Video/ Dinámica integración	<i>Johanny y Tania Pérez</i> Coordinadoras
2:15 pm- 2:45 pm	Presentación Experiencia en el Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos en la EARTH & Uso de Tecnología de Biodigestores	<i>Manrique Arguedas</i> Responsable del Programa Uso Racional Recursos
2:50 pm- 3:25 pm	Presentación Proyecto Regional de Actualización de Docentes en Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible	<i>Carlos Rodríguez,</i> Director Regional de Ciencias-MEP
REFRIGERIO		
3:45 pm- 4:15 pm	Presentación Proyecto de Graduación-Biodigestores- Integración de Niños en cambio cultural para un planeta sano. Concurso-formato	<i>Johanny y Tania Pérez</i> Coordinadoras
4:20- 4:50 pm	Presentación *Experiencias del Concurso entre las Escuelas Participantes/ REUP *Integración del concurso a los programas de planificación de la Red.	<i>Clara I. Grueso</i> Directora Red de Escuelas Unidas por el Planeta (REUP)
4:55-5:25	Análisis FODA del Concurso	<i>Johanny y Tania Pérez</i> Coordinadoras
5:30 pm	Palabras de cierre	

6.15 Anexo 15: Hoja de firmas de asistencia al taller de capacitación pedagógica entre maestras de la REUP



**UNIVERSIDAD EARTH
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Investigación con biodigestores, fortalecimiento de una red de escuelas ecológicas y fomento de alianzas agroindustrias & comunidades para el tratamiento sostenible de desechos de sólidos y líquidos

**I CONCURSO AMBIENTAL
"SOLUCIONES PARA MI PLATENA"**

**ACTIVIDAD: TALLER
FECHA: Lunes, 13 de setiembre, 2010
LUGAR: Universidad EARTH**



**"FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PEDAGOGICAS PARA LA ENSEÑANZA
SOBRE TEMAS AMBIENTALES: CASO ENERGIAS ALTERNATIVAS Y BIODIGESTORES"**

ACTA DE ASISTENCIA (NOMBRE & ESCUELA/COLEGIO)

1. Geidy Calderín Corduro Colegio Bilingüe San Fco Asís	2. Cisselle Chavarria Rodríguez Colegio Bilingüe San Fco Asís
3. Yecenia Badillo Cárdenas. Esc. Jiménez.	4. Felicia Pereira Brown. Centro Educ. Jiménez
5. Ana Jenny Sandí Delgado Esc. Líder Central de Guápiles	6. -Carolina Durán Ruiz. Kathiana Rodríguez Alfaro.
7. Alba I. Gueeso Echeverri Colegio Bilingüe San Fco de Asís.	8. Patricia Cerdas Arcefeita. Esc. San Martín.
9. Marisina Sánchez Calero Escuela San Martín.	10. RAÚL POTERO B Universidad EARTH
11. Jonathan Solano Guzmán Nidia MacAguiñán Ruiz →	12. Eric los Diamantes
13. Bc. Ing. Milan Michálek Pondel university, Brno, Czech Rep.	14. Jennifer Solís Universidad EARTH
15. Manojee Anand C. PhD ER, Universidad EARTH	16.

6.16 Anexo 16: Sitios web de presentaciones ppt para taller de capacitación con maestras de la REUP

- **Introducción y Dinámica de Integración:**

<http://www.slideshare.net/arilexis/introduccion a dinmica>

- **Presentación del Proyecto de Graduación:**

<http://www.slideshare.net/arilexis/presentacin a graduation a projectitp>

6.17 Anexo 17: Exposición de maestras en dinámica de integración del taller



6.18 Anexo 18: Fotografía de maestras compartiendo en el 2do taller



6.19 Anexo 19: Programa de la actividad final del concurso

I CONCURSO AMBIENTAL "SOLUCIONES PARA MI PLANETA"



UNIVERSIDAD EARTH
PROYECTO DE GRADUACIÓN

Investigación con biodigestores, fortalecimiento de una red de escuelas ecológicas y fomento de alianzas agroindustrias & comunidades para el tratamiento sostenible de desechos de sólidos y líquidos

Responsable 1: Johanny A. Pérez Sierra

Responsable 2: Tania Pérez

Asesor 1: Prof. Raúl Botero, MVZ

Asesor 2: Prof. Pratap Pullammanappalli, PhD

PROGRAMA
I CONCURSO AMBIENTAL
"SOLUCIONES PARA MI PLANETA"

Miércoles 29 de setiembre, 2010

Lugar: Auditorio Emory L. Cocke, Universidad EARTH



OBJETIVOS DEL CONCURSO

- Liderar talleres de capacitación sobre cambio climático, sostenibilidad y Biodigestores con estudiantes de primaria, miembros de la (REUP), incrementando conciencia en el manejo sostenible de los recursos y desechos generados.
- Desarrollar un concurso entre las escuelas miembros de la red ecológica, estimulando la generación de proyectos sostenibles que solucionen problemas ambientales, emergentes en sus escuelas y comunidades.
- Promover un trabajo conjunto entre la red de escuelas ecológicas con representantes del MINAET, el Ministerio Regional de Educación, y especialistas en manejo de desechos, ecología, conservación ambiental y cambio climático de la Universidad EARTH.

I CONCURSO AMBIENTAL "SOLUCIONES PARA MI PLANETA"

Hora	Actividad	Responsable
8:00 am	Documentación & Registro	
8:15 am	Padre Nuestro Ecológico	
8:20 am	Palabras de Bienvenida	Dr. José Zaglul, Rector Universidad EARTH
8:30 am	Ballet de niñas	Auspiciado por Escuela de Jiménez, Guápiles
8:40 am	Video: El día en que Salvamos la Tierra/ Autor: Simon Films (8:21)	
8:50 am	Presentación del Proyecto Graduación	Johanny Pérez y Tania Pérez
	Presentación del Concurso / Video trabajo con Escuelas <ul style="list-style-type: none"> • Tema biodigestores-Escuela San Martín (1:35) • Charla sobre Energías alternativas/ biodigestores (2:07) 	
	Presentación de Patrocinadores	
9:00 am	Video: La Tierra está enferma/ Autor: Javier Fernández Pañanás; 2º Concurso Internacional de Cortos On Line por la cultura de la Sostenibilidad (1:00)	
	Slides trabajo realizado en las escuelas/animado por Canción del Mundial (4:00)	
9:05 am	Taller de Sostenibilidad	Juan Claudio de Oliva Maya, Director Ejecutivo de Greenlook
9:15 am	Video UICN: Pacto por la vida (manos)- (5:00)	
9:20 am	Presentación Red de Escuelas Unidas por el Planeta	Lic. Clara Inés Gruesso, Directora de la REUP
9:30 am	Presentación de Jurado	
	Dr. Pedro León, Presidente del Consejo Directivo de la Universidad EARTH	
	Ing. Carlos Sandi, miembro de la Red de Reservas Naturales Privadas de Costa Rica y Director de la Finca Forestal Académica de la Universidad EARTH	
	Lic. Manuel Antonio Naranjos, Director de Educación Ambiental del MINAET, Área de Conservación Tortuguero (ACTO)	

I CONCURSO AMBIENTAL "SOLUCIONES PARA MI PLANETA"

9:35 am	Presentación de Premios/ Selección al azar orden presentación de las escuelas	
	Video: Oye a la Naturaleza (1:30)	
9:40 am	Refrigerio / Compromiso ambiental	
10:00 am	Video: Canto a la Tierra/ Autora: compositor de letra y música: Fortunato Curi Sotomayor/ Arreglos y voz: Consuelo Quinto Pantigoso (4:30)	
10:05 am	Presentación de Escuela/ Proyecto -1	
10:20 am	Presentación de Escuela/ Proyecto-2	
10:35 am	Presentación de Escuela/ Proyecto-3	
10:50 am	Presentación de Escuela/ Proyecto-4	
11:05 am	Presentación de Escuela/ Proyecto-5	
11:10 am	Video Odyssey 2050/ Autor: Bruce Callow, Oficial Diplomático de la Embajada Británica (5:00)	
11:20 am	Taller: Biodigestores para un Planeta Limpio	Johanny Pérez y Tania Pérez
11:35 am	Video: Eres Parte/ Canción de Discovery Channel- Artista: Manuela Mejía/ Autores: Manuela Mejía, Dito Reschigna, Xandra Uribe (3:16)	
11: 40 am	Entrega de certificados & árboles/ Presentación del Valor de los árboles y su siembra	Ing. Carlos Sandi, Director de la Finca Forestal Académica de la Universidad EARTH
12:00 md	Presentación de Premios / Patrocinadores/ Ganadores	Por Jurado, Rector y Coordinadoras
12:15pm	Palabras de despedida	Coordinadoras
12: 20 pm	Foto Grupal	
12: 25 pm	Almuerzo	Animación por Banda Municipal de Pococí, Guápiles

I CONCURSO AMBIENTAL "SOLUCIONES PARA MI PLANETA"

¡MUCHAS GRACIAS A LOS PATROCINADORES!



6.20 Anexo 20: Niños mostrando los árboles sembrados en su comunidad



6.21 Anexo 21: Fotografía de los 100 niños participantes en el concurso ambiental “Soluciones para mi Planeta”



6.22 Anexo 22: Certificados entregados a participantes



6.23 Anexo 23: Fotografía de seguimiento a los proyectos propuestos por las escuelas



a. Elaboración de abonera en Escuela Diamantes



b. Feria Ecológica desarrollada por el grupo Green Generation de la Escuela Central de Guápiles



c. Visita de los niños ganadores del 1er Lugar al Teleférico del Parque Nacional Braulio Carrillo

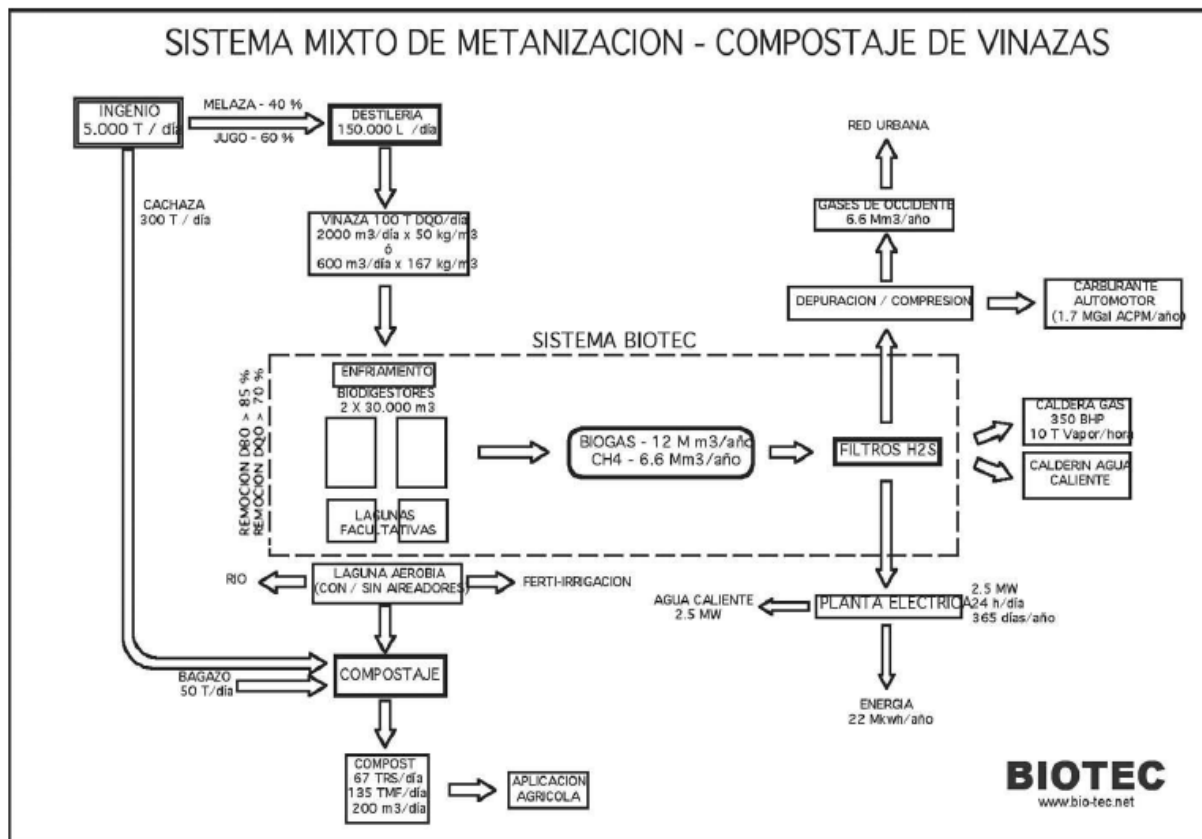
6.24 Anexo 24: Presentación del Proyecto en la UPEACE



6.25 Anexo 25: Taller de Agricultura Urbana en la Escuela Central de Guápiles



6.26 Anexo 26: Esquema de flujo de metanización de la vinaza por la 6empresa BIO a TEC en Colombia



Tomado de: *Tecnicaña a BioTec*.

6.27 Anexo 27: Tabla de composición química del ECO a HUM DX

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ECO HUM – DX

Constituyentes	Concentración
Humatos, fulvatos y ácido hematomelánico	12%
Nitrógeno (NH ₄ + NO ₃)	8%
Potasio (K ₂ O)	6%
Fósforo (P ₂ O ₅)	6%
Magnesio (MgO)	0.5%
Boro (B)	20 ppm
Coloides inorgánicos	1%
Ingredientes inertes	66.5%
TOTAL	100%



Tomado de: *EARTH a Brand, ECO a HUM DX*.

6.28 Anexo 28: Lista de contactos de los sectores participantes en el Seminario de Biodigestores

Nombre	Organización	Correo	Teléfono 1	Teléfono 2
Carolina Reyes Rivero	Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible	creyes@fundecooperacion.org	8865-7076	2225-4507 Ext. 113
Diego Alfonso Robelo Gutiérrez	Cafetalera Aquiares S.A.	diegorobelo@gmail.com	2289-5047	2556-8582
Miguel Alberto Zamora Zumbado	Tribunal Ambiental Administrativo	miguelzamora@costarricense.cr	87320748	22537130
Juan José Campos Ramirez	Fuerza y Luz S.A	jcampos@cnfl.go.cr		
Ronny Cascante Ocampo	Bun-Ca	rcascante@bun-ca.org	8843-3806	2283-8835, ext116
Lothar Spoerl Hernandez	TEBAG Internacional S.A.	ls@tebag.cr	8851-1200	2224-9198 / 2225-7016
Francisco Sánchez Barquero	UENTE.	FSanchezB@ice.go.cr	83701913	22172001
Florian Schmitt	IUCN, Oficina de la Consejera Mundial de Genero	florian.schmitt@iucn.org	89305791	22410101
Franklin Carmiol	Carnes Virrey Colonial	franklincarmiol@gmail.com	8854-2136	
Danilo Rodríguez Baltodano	Fundellantas	danilogrb@yahoo.com	83217209	2438101
María José Retana Gamboa	Carnes Virrey Colonial	mjretana@carnesdonfernando.com	88872-5146	2286-2535
Ricardo Cartín	Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A.	dnacostarica@racsa.co.cr	83 27 9000	
Oscar Rodríguez	Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A.	dnacostarica@racsa.co.cr	83 27 9000	
Raúl Botero	Profesor EARTH	rbotero@earth.ac.cr	2713-0000	
Pablo González	Biosinergia	biosinergia@racsa.co.cr		
Raúl Guevara	Batalla Abogados	raquevara@batalla.cr	2280-8880	
Edmundo Castro	Profesor EARTH	ecastro@earth.ac.cr	2-713-0000	
Alfredo Vargas	E+Co Capital	avargas@earth.ac.cr	2296 5442	
Johanny Pérez	Estudiante EARTH	jperez@earth.ac.cr	2713-0000	
Tania Pérez	Estudiante EARTH	tperez@earth.ac.cr	2713-0000	
Andreas Lieber	CEGESTI	alieber@cegesti.org		
Rafael Matínez	Desarrollos Naturales para el Ambiente S.A.	dnacostarica@racsa.co.cr	83 27 9000	
Luis Carazo	Comunitario EARTH	lcarazo@earth.ac.cr		
Catalino Tellez	Cooperativa Talamanca Sostenible R.L	coopetala@gmail.com	2751-0671	8384-8397

6.29 Anexo 29: Dinámica del Seminario de Biodigestores



6.30 Anexo 30: Biodigestores instalados en MUNDIMAR



6.31 Anexo 31: Ejemplo de certificados entregados en el Seminario a Taller



6.32 Anexo 32: CD entregado en el Seminario de Biodigestores

6.33 Anexo 33: CD con los documentos trabajados con las maestras

6.34 Anexo 34: Brochure sobre el Programa de Uso Racional de los Recursos en la Universidad EARTH

Programa Manejo Integrado de Residuos

Aprovechando nuestros recursos en búsqueda de la sostenibilidad

PROGRAMA DE USO RACIONAL DE RECURSOS
EARTH

PROGRAMA DE USO RACIONAL DE RECURSOS
EARTH

Programa Manejo Integrado de Residuos

■ **Contactémos:**
Manrique Arguedas
Coordinador
Teléfono: 2713 0084
Correo Electrónico: margueda@earth.ac.cr
Sitio Web: www.earth.ac.cr/info_programa_uso.php

Servicios ofrecidos por EARTH:

- Capacitaciones en temas de manejo de residuos y uso racional de recursos en las organizaciones
- Talleres de sensibilización en áreas como: manejo de residuos, cambio climático, eficiencia energética, entre otros
- Servicios de cooperación técnica
- Cursos de educación continua

Para ello puede comunicarse con Capacitación Estratégica al teléfono 2713-0253.

Gráfico N° 2
Tipo de Residuos Generados en EARTH
Datos generados en el año 2008

Tipo de Residuo	Porcentaje
Comida material	68%
Otros	4%
Otros electrónicos	3%
Botellas plásticas	3%
Papel limpio-reciclable	3%
Cartón limpio no reciclable	3%
Papel sucio no reciclable	6%
Otros	3%

El Programa de Manejo Integrado de Residuos (PMIR) forma parte del Programa Uso Racional de los Recursos y busca un manejo adecuado de los residuos producidos en la Universidad, a través de procedimientos establecidos y de la implementación de tecnologías y alternativas innovadoras para resguardar el medio ambiente.

El PMIR trabaja bajo los siguientes principios:

- reducción
- reutilización
- reciclaje
- depósito y entierro de basuras

Pasos para un manejo integrado de residuos

1. Identificación de residuos en:

- **Residuos ordinarios:** son todos aquellos materiales que no requieren tratamiento especial antes de ser dispuestos.
Envases, papel de oficina y periódico, cartón, revistas, desecho orgánico, residuos de plásticos no reciclables, entre otros.
- **Residuos especiales:** compuesto por artículos de origen doméstico y comercial.
Chatarra de metal, residuos de construcción de obras civiles, cajas plásticas, residuos de jardín, muebles de madera, entre otros.
- **Residuos peligrosos:** representan una amenaza sustancial, presente o potencial a los organismos vivos.
Baterías de automotor y de plomo, otros domésticos, fluorescentes, medicamentos, algunos reactivos provenientes de laboratorio, entre otros.

Programa Manejo Integrado de Residuos

Identificación de residuos

Gráfico N° 1
Año: 2008

Categoría	Porcentaje
Residuos ordinarios	96%
Residuos especiales	3.4%
Residuos peligrosos	1.6%

2. Clasificación, recolección y tratamiento de residuos

En el caso de EARTH, la Institución cuenta con clasificadores de residuos en diferentes espacios del campus, y es el usuario quien efectúa la labor de clasificarlos, para luego trasladarlos a los minicentros de acopio.

Los materiales recolectados son llevados al Centro de Recuperación de Materiales Secundarios, donde son segregados y aprovechados para su reutilización o reciclaje interno o externo (en alianza con empresas de reciclaje de materiales).

La disposición final de los residuos se efectúa en el Depósito y Entierro de Basuras, ubicado dentro del campus de la Universidad, para dispositivos en: ordinario, especial y peligroso. Posteriormente, se le brinda el tratamiento que sea requerido.

6.35 Anexo 35: Dibujos realizados por los niños en la sesiones de capacitación ambiental



6.36 Anexo36: Manta de compromiso ambiental de los niños participantes del concurso ambiental



6.37 Anexo 37: Fotografía de la visita al Teleférico del Parque Nacional Braulio Carrillo



6.38 Anexo 38: Taller de agricultura periurbana: Premio al Primer Lugar



6.39 Anexo 39: Divulgación del concurso ambiental

Análisis acerca de la final del concurso “Soluciones para mi Planeta” impartido por la EARTH. Radio Monumental 93.5, Con Amelia Rueda. 30 de septiembre 2010

- http://www.marcorme.com/simon/noticias/20100930_r_mon_nuestra_081603.mp3_1.mp3
- http://www.marcorme.com/simon/noticias/20100930_r_mon_nuestra_082303.mp3_2.mp3
- http://www.marcorme.com/simon/noticias/20100930_r_mon_nuestra_083036.mp3_3.mp3
- http://www.marcorme.com/simon/noticias/20100930_r_mon_nuestra_083742.mp3_4.mp3
- http://www.marcorme.com/simon/noticias/20100930_r_mon_nuestra_084507.mp3_5.mp3

Fotografía en Radio Monumental (97.5 FM): Programa de Amelia Rueda. Presentación de los resultados del concurso junto al Rector, Dr. José Zaglul.



Revista DOE a EARTH, No. 6

<http://www.slideshare.net/arilexis/boenewsletter a 6 a pdf>

Email Favorite Download Embed More...

 EARTH UNIVERSITY  Nov. 2010
Volume 6

BioFuel Newsletter



Inside this issue:

UF Faculty Recognized for International Work	1
Global Center Planned	1
DOE Project: Strategic Alliances	2
Energy Generation from Waste	4

Special points of interest:

- Dr. Morgan awarded International Leadership Award
- Interview with EARTH student Johanny Arilexis
- El Viejo Mill, Guanacaste

UF Faculty Recognized for International Work

Dr. Kelly Morgan, an Associate Professor from the University of Florida, was awarded the International Leadership Award from the University of Florida and EARTH University in recognition for his leadership in organizing two international conferences. The first International Conference on Bio-Fuel Crop Production and Development took place at EARTH University in November 2008 and the second was held at Zamorano University this past August where Dr. Morgan received the award.



Dr. Morgan was not only instrumental as an organizer, but also played a key role as a working group leader. He is part of committee made up of faculty from the three universities (University of Florida, EARTH University, and Zamorano University) that are working together on a comprehensive proposal for long-term research and education on biofuel crop production. The cooperative project will improve current production practices in the US and Central America. Dr. Morgan will be one of the organizers for the next conference which will be held in Fort Lauderdale, Florida in August 2011.

Continued on page 2.

Revista IMPACTO de la EARTH

IMPACTO desde el Campus

Universidad EARTH Home Registro Noticias Eventos Contacto

Estudiantes EARTH organizaron concurso ambiental

Este acercamiento promueve el compromiso de EARTH en proyectos académicos, comunitarios y de investigación

Guácimo, Limón. 28 de septiembre, 2010. El próximo 29 de septiembre tendrá lugar en el campus de EARTH la final de la competencia "Soluciones para mi planeta". Este concurso forma parte del proyecto de graduación de las estudiantes Johanny Pérez, de República Dominicana, y Tania Pérez, de Nicaragua.

Durante el mes de septiembre se reunieron a 100 niños de cinco escuelas primarias de la zona de Guápiles, quienes desarrollaron propuestas para atender retos ambientales en sus comunidades.

Los proyectos serán evaluados por un jurado de expertos en el tema de desarrollo sostenible y cambio climático, compuesto por el presidente del Consejo Directivo de la Universidad, Dr. Pedro León, el ministro de Ambiente y Energía, señor Teófilo de la Torre, y el ministro de Educación, señor Leonardo Garnier, entre otros jurados.

Concurso Ambiental
SOLUCIONES PARA MI PLANETA
SETIEMBRE 20 2010
Universidad EARTH 10

Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/impacto/impactoenlinea.html> / 29 de setiembre 2010

Página Web de la EARTH

www.earth.ac.cr/noticias_1.php

HOME ENGLISH CORREO EN LÍNEA MULTIMEDIA CONTACTENOS

INTRANET MOODLE MAPA DEL CAMPUS WEB DE ALUMNOS FUNDACIÓN EARTH EMPLEOS FACULTAD

NOTICIAS

Niños expusieron soluciones para su planeta

Tania Pérez, Johanny Pérez y el presidente del Consejo Directivo de la Universidad, Dr. Pedro León, premiaron a los niños participantes.

• La Escuela Central de Guápiles obtuvo el primer lugar

BUSCADOR

NOTICIAS EARTH

1 / 5

Niños expusieron soluciones para su planeta

El pasado 29 de septiembre se llevó...

ver más

UNIVERSIDAD EARTH - LA FLOR

PAGOS EN LÍNEA

TIENDA EN LÍNEA

FOROS TEMÁTICOS

PROGRAMAS DE INTERCAMBIO ACADÉMICO

Disponible en: http://www.earth.ac.cr/noticias_1.php / 3 octubre 2010

Periódico La Nación

CONCURSO 'SOLUCIONES PARA MI PLANETA'

Niños dieron solución a problemas de su escuela

Réiner Montero
Corresponsal

GUÁPILES. - Niños que enseñan a otros escolares a reciclar fue el proyecto con el que la Escuela Central de Guápiles mereció el primer lugar del concurso ambiental "Soluciones para mi planeta", organizado por estudiantes de la universidad Earth.

El concurso pretendía motivar a los escolares a diseñar proyectos que ayudaran a solucionar problemas ambientales en sus escuelas.

Los ganadores obtuvieron un *tour* al teleférico, una enciclopedia y un taller de agricultura urbana.

Esta vez participaron unos 100 estudiantes de cinco centros educativos del cantón de Pococí, los cuales pertenecen a la Red de Escuelas Unidas por el Planeta. ■



Parte de los niños que participaron en el concurso. RÉINER MONTERO.

Publicación en Aldea Global, Periódico La Nación a 2 de Octubre 2010.

Disponible en: [http://www.marcorme.com/simon/noticias/LN021010Ni %C3 %B1osDieronSolucionAProblemasDeSuEscuela.jpg](http://www.marcorme.com/simon/noticias/LN021010Ni%20%3B1osDieronSolucionAProblemasDeSuEscuela.jpg)

Revista TUNZA de UNEP

www.unep.org/tunza/youth/Events/BiodiversityActionsAroundtheWorldALL/tabid/4382/Default.aspx

página está en **inglés** - ¿Quieres traducirla? Traducir No

About UNEP News Centre Multimedia Publications E-calendari Awards Employment

United Nations Environment Programme
environment for development

Web Site

Home About Events Environmental Issues Actions Advisory Council Multimedia Publications Partners | Login

You are here > Events > Biodiversity Actions Around the World - ALL



Further Resources

- European Youth Perspective Conference on Biodiversity 1 - 6 July 2010
- Biodiversity Matters Website

Publications and Campaign Materials

UNEP/Vanity Fair Advertising Campaign Posters

An environmental contest for ecological primary school children, to find solutions to tackle most emerging environmental issues in their schools

Disponible en:
<http://www.unep.org/tunza/youth/Events/BiodiversityActionsAroundtheWorldALL/tabid/4382/Default.aspx>

<http://www.unep.org/tunza/youth/Portals/78/solutions4.pdf>



An environmental contest for ecological primary school children, to find solutions to tackle most emerging environmental issues in their schools and communities:



"Solutions for my Planet" is an environmental competition aimed at promoting a culture of environmental awareness among primary school children and also creates spaces where children and teachers working together can find workable solutions to emerging environmental problems in their schools and communities.

Competencia Challenge: Future

challengefuture.org/news/213

¿Quieres traducirla? Traducir No

Signed in as [Johanny Pérez](#) (1,03 news) [logout](#)

challengefuture global student competition

home about c:f challenges participants news top my profile

categories all news Local News

- C:F Community
 - Member Stories
 - School & Mentors
 - Partners
- C:F actions
 - Tip of the Week
 - Quick Challenge
 - Weekly Hot Topic
 - Storm It
- C:F news
 - Competition
 - Summit
 - The Future Book
 - Chapters
 - Staff
 - Global News
 - Local News

Earth University launches "Solutions for my planet"
by C:F Team on 20th September, 2010 at 9:18 PM CEST



weekly hot topic
Share your views, earn sparks!
[click for more](#)

This is an initiative designed by Johanny Pérez, a senior student of Agricultural Engineering at EARTH University in Costa Rica and recently selected as a Caribbean Climate Champion by the Climate Generation program of the British Council. In the framework of Johanny's ...

Disponible en: <http://challengefuture.org/news/213 / 20 setiembre 2010>

6.40 Anexo 40: Oración Padre Nuestro Ecológico



Padre Nuestro ecológico

Claudio Monge Piedra*

Padre Nuestro que estás en el bosque,
en el desierto, en el mar y la ciudad,
santificada sea tu Creación;
pletórica de desarrollo
y llena de fuerza y vida
se manifieste.

Venga a nosotros tu sabiduría
para proteger y desarrollar la belleza
que nos has dado:
que está en el arco iris y la flor,
en el agua y la tierra fértil,
en el cálido aliento del sol
y en la fresca oscuridad del descanso.

Hágase, Señor, tu voluntad
para que seamos nosotros,
los seres humanos
creados a tu imagen y semejanza,
quienes asumamos el reto
de mantener adecuadamente
el proceso vital de tu Creación.

Danos el verdor de cada día
en el prado, el desierto y el jardín;
así como en el monte de esta tierra
que agoniza.

Perdona nuestra irresponsabilidad
por no cuidar adecuadamente
el planeta que nos heredaste,
así como nosotros también,
por tu inmenso amor,
perdonamos a los contaminadores;
y les pedimos en tu Santo y Glorioso Nombre,
que abandonen para siempre
todo daño contra tu creación, que es
el hogar común de la humanidad.
Así sea, ¡Amén!

* Grupo Ecológico Rualdo. San Isidro de Heredia.
Apartado 17-3017.