

Alternativas de manejo ambiental para residuos sólidos agropecuarios en San Andrés isla

Por: Edwin Camelo
Martínez (Ingeniería
química)

Tutores: Jairo
Barrera V. (sede
Bogotá), Javier Toro
(sede Caribe)

Introducción

Las actividades humanas representan la mayor fuente de contaminación y desequilibrio global, es crucial encontrar vías que conduzcan al desarrollo sostenible de los pueblos. En este sentido las actividades agropecuarias ocupan un lugar muy importante, debido a la extensión espacial que requieren, y a su carácter primario en la supervivencia humana. Por este motivo, lograr que sean sostenibles debe ser un objetivo igualmente primario. Los sectores agropecuarios nacionales actualmente están sufriendo una transición, si no pasan a ser explotaciones extensivas de monocultivos con fines de exportación o industriales como los biocombustibles, van quedando en un segundo plano por ser agricultura para mercado interno o de supervivencia. Es entonces razón suficiente para que las disciplinas relacionadas al desarrollo sostenible actúen, especialmente las que han sido formadas bajo una universidad del estado que debe construir nación y desarrollo. Las políticas ambientales, como parte de la implementación de soluciones y técnicas para lograr producciones eficaces, impactos mínimos y beneficio económico, son una tendencia creciente de finales de siglo XX. Cumbres acuerdos y organizaciones mundiales respaldan esta corriente. En el país se han ratificado y formulado mecanismos de acción para lograr mejorar el desempeño en este campo, es el caso de los sistemas de gestión ambiental, el impulso a los bionegocios, los parques industriales ecoeficientes y la industria orgánica.

Se puede decir que San Andrés posee una infraestructura agrícola básicamente de supervivencia, con suelos aptos para cultivos de costa, pastoreo y bosques, el área dedicada a esta actividad es reducida, aproximadamente unas 100 hectáreas y, además, la escasez de lluvias en el primer semestre del año es limitante. Entre los cultivos representativos organizados se cuentan: plátano, yuca, sandía, ñame, batata, maíz. La actividad pecuaria es principalmente de ganado vacuno y porcino, enfocado a suplir la demanda local. Además, hay cría de aves a nivel familiar para levante y postura, que representa una buena oportunidad de negocio en el sector. Los agricultores son nativos y en su mayoría no son propietarios de la tierra que trabajan, por lo que el acceso a financiación y apoyo técnico es escaso.

En la cotidianidad, el Caribe condiciona las actividades, las herramientas de trabajo, así como la disponibilidad de recursos. Las modificaciones a los objetivos propuestos originalmente tuvieron que ser considerables y, en consecuencia, los resultados limitados. En este sentido se discutirán las alternativas propuestas, los resultados obtenidos, los factores limitantes y demás, sugiriendo la evaluación para los datos experimentales cuando estén listos.

Marco teórico

A nivel legal, la gestión ambiental municipal debe estar bajo parámetros que involucren, además de la protección del ambiente, la gestión social y administrativa, en cabeza de alcaldes y concejo, para cubrir el desarrollo sostenible en el que se enmarcan este tipo de sistemas, reglamentados por planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo y planes de gestión de las CAR. Este conjunto determinará la forma en la que se reglamentará y se hará seguimiento a los permisos de emisiones y vertimientos, además de la gestión de los residuos sólidos y las aguas residuales de cada municipio. En este contexto aparece la importancia de la previsión y correcta gestión de los residuos en la fuente de generación, en este caso, la agroindustria. En el panorama de las herramientas de gestión ambiental municipal, puede contemplarse de manera clara la gestión de los residuos provenientes de las actividades económicas de supervivencia, como la industria agropecuaria, con un enfoque proactivo. Dentro de las herramientas disponibles, la gestión integral, así como los planes de manejo de residuos, exponen de manera clara las deficiencias, oportunidades e implicaciones económicas de buscar el beneficio ambiental y social de las actividades.

Objetivo general

Identificar las formas de mejoramiento en el campo ambiental para una agrocadena representativa de San Andrés isla, enfatizando el manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados.

Objetivos específicos

- Seleccionar en el sector agroindustrial una cadena representativa como sujeto de estudio y caracterización de generación de residuos.
- Recopilar y analizar la información disponible, primaria y/o secundaria de la generación de residuos sólidos del sector seleccionado.
- Identificar las alternativas actuales (potencialmente aplicables) de manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos de la cadena productiva seleccionada.
- Establecer formas de difusión social e implementación a nivel piloto de las actividades identificadas en la unidad productiva.
- Fomentar la comunicación y retroalimentación entre el sector productivo agrícola y los centros de investigación y asistencia técnica actuales o en desarrollo, a nivel regional y/o nacional, como forma de evaluación y difusión de la tecnología.

Metodología

La generación de residuos sólidos agropecuarios en la isla delimita las alternativas posibles de manejo. En general, las fuentes incluyen estiércoles, principalmente porquinaza en aguas servidas de porquerizas, con fuentes puntuales y minoritarias de gallinaza, bovinaza, equinaza; los residuos vegetales son resultado de actividades no periódicas, como el corte y molienda de caña, las pérdidas de cosechas como el mango, actividades minoritarias, y continuas, como el

uso y disposición del residuo del coco, entre otras; los residuos salinos son pastos marinos y algas arrastrados por el mar hasta las playas y costas. La escala y las tasas de generación no dan lugar a un verdadero problema de residuos, pero en algunos casos hay cierto potencial de aprovechamiento (cuadro 1).

Cuadro 1. Residuos agropecuarios generados en San Andrés isla, usos actuales y potenciales.

Tipo	Usos	
	Actuales	Potenciales
Estiércoles	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación directa sobre cultivos (porquinaza, bovinaza). • Obtención de material estabilizado para abonar (gallinaza). 	Generación de biogás, humus de lombriz.
Residuos vegetales	Cobertura de suelos (hojarasca y restos de poda), combustible, sustrato para cultivos en invernadero (coco y bagazo).	Material de cama para galpones, mejoramiento de textura física del suelo (bagazo).
Residuos salinos	Ninguno	Obtención de compost.

Estiércoles

Las actividades pecuarias son muy importantes en la isla, aunque las unidades productivas en general son pequeñas. Unos pocos animales representan fuente mayoritaria de efluentes líquidos que, cuando se encuentran en límites “urbanos” resultan en una molestia para la comunidad en general. Los productores grandes se ubican en zonas relativamente alejadas y muestran un manejo más adecuado de sus residuos.

Para la porquinaza, en general para los sistemas productivos de mayor capacidad de inversión y mantenimiento, se manejan sistemas de pozo séptico o análogos, donde se bombea la fase líquida cuando se colmatan. Aplican este líquido directamente a cultivos. El sólido se saca periódicamente, según ciclos propios del tamaño y nivel de los pozos. Los sistemas más pequeños, unidades suburbanas y urbanas de uno a diez cerdos en el Barrio Obrero y las vías a Tom Hooker y Elsy Bar, entre otros, hay problemas de disposición en manglares y bahías. En estos casos resultan prematuras las alternativas de aprovechamiento de gas, por el costo de inversión, el bajo potencial de generación de materia orgánica y el poco nivel de difusión entre la comunidad.

La porquinaza proviene de alimentación con lavazas y sus características físicas son diferentes a la de la obtenida a partir de concentrado. La recolección de la porquinaza es crucial para la alternativa de manejo o aprovechamiento. Los porcicultores de la isla asean sus porquerizas lavándolas periódicamente, con un uso inadecuado del recurso agua que limita las posibilidades de aprovechamiento (v. gr. degradación anaerobia como primer renglón).

En cuanto a la bovinaza y la equinaza hay que señalar que la ganadería no es una actividad representativa en la isla y donde se practica el material se amontona irregularmente por todas las partes donde deambulan los semovientes, con degradación aerobia, que permitiendo su uso en compostaje y lombricultura.

En la isla hay puntos de generación importantes de gallinaza y varios productores e instituciones (La granja de la Institución Educativa CEMED, entre ellos) hacen uso de ella, una vez el material

ha sido secado y degradado de forma aerobia, protegida del sol directo, mezclado con aserrín o viruta de madera y empacado en sacos de unos 30 kg. Las instalaciones que tienen galpones elevados, no dejan que el estiércol de las aves se mezcle con aserrín o cal para estabilización, lo que genera problemas de olores y vectores y limita su uso para aprovechamiento inmediato. Esta evaluación entenderá como gallinaza el material resultado de la estabilización aerobia en el establecimiento mismo. Las unidades productivas pequeñas y/o familiares no pueden ser incluidas como fuente de material por su sistema de pastoreo o la baja cantidad de animales.

Residuos vegetales

Esta categoría abarca muchos materiales de las actividades de transformación y mantenimiento de la producción agrícola en la isla, como la cosecha y molienda de la caña, el coco, las podas y talas para adecuación de terrenos, entre otras. La periodicidad de las cosechas influye directamente sobre las cantidades generadas. La mayor parte de la producción de caña es cosechada de febrero a abril, luego disminuye y permanece en niveles bajos y constantes durante el resto del año. La mayor parte del bagazo se obtiene a principios de la primera época de lluvias, genera material seco que se debe procesar o aprovechar de forma adecuada.

El coco se obtiene en cantidad constante durante el año, y tradicionalmente se aprovecha integralmente como combustible. Adicionalmente tiene uso, aunque aislado, como sustrato para cultivos bajo techo en invernaderos, alternativa que requiere maquinaria especializada y mano de obra.

Los restos de cosechas y podas se utilizan *in situ* para proteger el suelo contra el sol y, una vez descompuestos, reingresan como materia orgánica al suelo. Cuando los mosquitos abundan los residuos secos y otra basura son quemados para espantarlos.

Residuos salinos

Constituyen un problema estético para el sector turístico de las playas en la isla. En su mayoría corresponden a *Sargassum* spp, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* que, una vez depositados en las playas, se secan y degradan de forma lenta. Estos materiales están siendo manejados por los propietarios y empleados de las casas y establecimientos de las zonas costeras, quienes los recogen en montones regulares y los entierran, convencidos de que se “convertirán en arena”, aunque no discriminan entre vegetales e inorgánicos reciclables o no. Generan así un problema de manejo sanitario, pues restos de latas y vidrios salen después de cierto tiempo y causan lesiones a turistas y habitantes. Estos materiales se acumulan frecuentemente en estas zonas, aunque algunas especies de algas convergen para la temporada de turismo de junio, representan un problema mayor, pues la descomposición genera olores y vectores. El manejo actual es insuficiente, se requiere determinar su composición y tomar decisiones de manejo.

Alternativas de manejo de residuos sólidos agropecuarios

Para las condiciones económicas y tecnológicas de países del tercer mundo, la degradación biológica de materia orgánica ocupa los primeros lugares con todas sus variaciones, que incluyen compostaje aerobio, degradación anaerobia, lombricultura y biorremediación de efluentes.

A continuación se describe cada una de estas actividades.

Compostaje

Las condiciones climáticas favorecen las degradaciones biológicas, que tienen mayores rendimientos a temperaturas superiores a 30° C. Los materiales para montar un sistema de pilas de compost no requieren inversión cuantiosa ni mano de obra calificada. La materia orgánica

disponible en la isla puede ser degradada por compostaje en la medida que las condiciones físicas sean favorables, esto es, que estén dentro de un rango de 30% a 60% de humedad en base húmeda, totalmente libre de materiales inorgánicos no biodegradables -como plásticos, latas, vidrios-, que no contenga residuos hospitalarios o de alto riesgo biológico (si bien esta técnica puede reducir la carga de patógenos, el tratamiento aerobio no es óptimo para residuos de alto riesgo biológico; se requieren otras medidas de disposición), que la relación de Carbono Orgánico Total (disponible):Nitrógeno sea adecuada, y que las fuentes estén dispuestas a colaborar en las labores de manejo.

En el contexto del trabajo académico se dio apoyo al profesional encargado de la consecución, transporte y manejo de los materiales para los ensayos del proyecto “Generación de opciones tecnológicas para la producción agropecuaria en la Reserva de Biosfera “*Seaflower*” (San Andrés Islas)”.

Biodigestión

La degradación anaerobia de la materia orgánica con fines de tratamiento/aprovechamiento de los residuos orgánicos es una actividad implementada en diferentes niveles en la isla. Las casas y establecimientos comerciales cuentan con pozos sépticos que, si bien no son un tratamiento suficiente, degradan anaerobia y parcialmente los efluentes líquidos. Se ha visto que las unidades porcícolas, de especial interés en el trabajo, cuentan con sistemas de este tipo. No se ha considerado el aprovechamiento del gas metano generado en la descomposición. Los intereses de varias instituciones no son necesariamente simultáneos, pero deberían llegar a las mismas conclusiones.

El proyecto “Generación de opciones tecnológicas para la producción agropecuaria en la Reserva de Biosfera “*Seaflower*” (San Andrés Islas)” contempla la construcción de un biodigestor a nivel banco, para manejo de ensayos en el laboratorio para el semestre II/2005.

Lombricultura

Se enfatizó el trabajo en la granja del CEMED, con la colaboración de Diana Hurtado del INCODER. El objetivo general se dividió en dos específicos: montar un cultivo a nivel de banco experimental como base para el desarrollo del proyecto “Generación de opciones tecnológicas para la producción agropecuaria en la Reserva de Biosfera “*Seaflower*” (San Andrés Islas)” y, además, transferir conocimiento hacia profesionales o técnicos de la isla que den continuidad al trabajo. Estos dos objetivos se han cumplido y se espera expandir los cultivos en junio-julio para que continúe el proceso y contar con suficiente semilla para montar el lombricultivo en camas. En el marco del proyecto antes mencionado se espera suministrar la cantidad requerida de humus de lombriz para ensayos en parcelas instaladas en la Corporación Universidad Cristiana. La evaluación de la alternativa puede generar lineamientos básicos sobre la actividad y el enfoque para la comunidad.

Los sistemas de degradación biológica de materia orgánica a partir de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* como organismo activo deben tener en cuenta las actividades previas. La consecución de la semilla, que debe estar en condiciones adecuadas para iniciar un cultivo. La siembra, la finalidad del cultivo: reproducción o manejo de residuos sólidos, el sustrato disponible para alimentación de las lombrices y el tiempo de dedicación. La consecución de semilla en San Andrés es un inconveniente de bajo impacto pues, si las lombrices no viajan más de dos días, el riesgo de putrefacción del sustrato y escape de animales puede reducirse. En el país existen lombricultores y entidades reconocidas que surten de este material al país. La semilla debe contener 300-400 lombrices por kg y el sustrato tener cerca, pero no más de, 80% de

humedad. Las lombrices pueden soportar mejor la sequía que el exceso de humedad pues, en ese caso, la cantidad de oxígeno se reduce por desplazamiento, se presentan fermentaciones y se escapan los animales o, en casos extremos, hay muerte masiva.

La siembra puede ser en módulos, con fines experimentales o para unidades productivas familiares; en camas, para unidades productivas medianas y con fines de reproducción y manejo de residuos agropecuarios. Se debe ubicar un lugar protegido del sol, del viento y de las lluvias; en época de lluvias no debe haber inundaciones ni goteras. Es adecuado disponer un sitio dedicado exclusivamente para la actividad. El lombricultivo bien manejado no genera olores desagradables pues su mecanismo de degradación es completamente aerobio.

El manejo no resulta inconveniente en el contexto de la isla aun cuando es una actividad no promocionada y requiere capacitación. El tiempo de trabajo se reduce a una hora por semana en unidades familiares, pues los sustratos se encuentran dentro de la residencia; para unidades productivas medianas o grandes la dedicación es variable pero no sobrepasa cuatro horas por semana, incluyendo el acopio, acondicionamiento y distribución del sustrato.

El producto final, el humus de lombriz roja, es una solución particular para el suelo desgastado. El proyecto ha programado ensayos de prueba con este material para compararlo con compost. En la isla no hay comercialización de este material y, aunque una producción a escala sería prematura, es posible considerar el autoconsumo más que el negocio.

Un lombricultivo en San Andrés Isla podría ser viable mientras los sustratos disponibles sean bovinaza o equinaza con dos semanas de estabilización aerobia, 60%-80% de humedad y pH 7-9; residuos orgánicos frescos (vegetales, cáscaras, restos de frutas no demasiado húmedos); restos de cosecha o poda verdes, triturados y sin residuos inorgánicos para control de malezas o plagas; haya maquinarias y servicios para tratamiento físico de materiales que lo requieran; trituradora (sea un molino manual o una picadora con motor a diesel); haya agua de pozo o cisterna con baja salinidad; haya espacio para el montaje (1,5 m * 0,6 m * 2-10 m en madera o concreto, con desagües laterales y centrales en tubería PVC 3"). Adicionalmente debe haber protección de la luz solar y aguas lluvias, buena aireación y fácil acceso; el método de cría sea adecuado a la capacidad y el espacio; los módulos tengan buen drenaje, protección contra vectores y oscuridad completa; las dimensiones se aproximen a las canastas plásticas comerciales; las camas cuenten con desagüe, bien cubiertas de la luz y de los vectores, en condiciones que permitan maniobras de personal, maquinarias y accesorios en labores de mantenimiento y cosecha. La semilla debe ser de calidad garantizada y llegar a la isla en condiciones adecuadas. El sustrato de ser probado antes de la siembra, especialmente para restos vegetales triturados, el personal que se encargará de las labores de mantenimiento y cosecha debe contar con dedicación y capacitación suficientes.

Las condiciones ambientales de la isla no son nocivas para el cultivo. La temperatura, está por encima del rango óptimo de rendimiento, pero no es un impedimento, pues la del agua disponible se halla muy cercana a la ambiental (27-32°C). El lecho no debe estar demasiado húmedo porque se genera fermentación, alta temperatura y mal olor, que es el más práctico indicador del manejo a pequeña o mediana escala.

Montaje de un lombricultivo

Para lo sucesivo se entenderán por lombrices adultas los individuos de color rojo oscuro, más de 3 cm de largo y en buen estado de salud, tengan clitelio desarrollado o no. Humus de lombriz se refiere al material compuesto mayoritariamente del estiércol de la lombriz. Sustrato hace referencia al estiércol que se usó para mantener y alimentar la lombriz en el cultivo del que proviene. Alimento se refiere al estiércol suministrado en este trabajo.

Siembra

Para repartir y sembrar en los módulos, el sustrato conseguido se separó por estratos, teniendo en cuenta la cantidad de lombrices en cada uno y obteniendo tres clases: sustrato fresco (bovinaza, principalmente), con densidad baja de individuos, con mayor humedad, que estimula procesos anaerobios y fermentación inadecuada, por ello se requiere mezclar y secar antes; maduro, con densidad alta de lombrices adultas y humedad adecuada; humus de lombriz, con densidad similar al anterior pero humedad disminuyendo.

Caracterización preliminar

El peso de cada sustrato se obtuvo usando una balanza de reloj, de capacidad 12 Kg y aproximación a 25 g. La densidad de individuos se realizó midiendo la cantidad de lombrices adultas en 500 g de sustrato.

El tamaño de los módulos es aproximadamente el área de la base, esto es, unos 0,18 m². Con este valor y la cantidad de lombrices que se sembraron en cada módulo se puede calcular la densidad inicial de lombrices en individuos/m².

Cuadro 2. Resumen semilla de LRC.

Sustrato	Peso (kg)	Individuos adultos/kg	Lombrices adultas	Sustrato/módulo (kg)	Lombrices/Módulo
A	11,5	16	184	2,2	35
B	30,0	94	2.820	6,0	564
C	2,5	105	262	0,5	50
Total	44,0	—	3.266	8,7	649

Para cada módulo de área conocida y un número calculado de lombrices adultas se puede calcular una densidad de 3605 lombrices adultas/m². Se puede calcular el número total aproximado de individuos adultos en un 25%-30% (densidad de 12.000 lombrices/m²). En estado de producción es común tener 20.000-25.000 lombrices/m², aunque en sobrepoblaciones se puede llegar a 35.000/m². El ideal es mantener una cantidad máxima de individuos.

Prueba de supervivencia

La prueba de supervivencia en el nuevo sustrato consiste en seleccionar 50 lombrices adultas, someterlas a confinamiento, fomentando la búsqueda de nuevo espacio en el sustrato que se empleará. Se usa porquinaza mezclada con gallinaza estabilizada, sometida a estabilización aerobia de cuatro semanas bajo condiciones de compostaje. Se da por superada la prueba si al cabo de 48 horas el 98% (49 individuos) de las lombrices se encuentran vivas dentro del sustrato nuevo.

La prueba resultó negativa: al cabo de 24 horas las lombrices estaban dentro del nuevo sustrato y en estado normal, pero al cabo de 48 horas se retiraron del material, y algunas presentaban síntomas de intoxicación, laceraciones y pérdida de peso corporal.

Aclimatación

Las lombrices provenían de condiciones climáticas, ambiente, sustratos y ritmos de alimentación diferentes. Por tanto, se debe dar un tiempo de aclimatación a los individuos, que puede ser de unos días a unas semanas. Para el caso de San Andrés, la semilla fue conseguida en Tunja y la aclimatación tardó dos semanas, mientras el ritmo de alimentación se incrementó gradualmente.

Alimentación

Las pruebas de supervivencia determinan el sustrato más aceptable para los animales. En este caso la bovinaza resultó mejor que el compost de porquinaza-gallinaza. Además, el estado fue más adecuado, pues los animales la trituran, incorporan al suelo y están removiéndola, garantizando la aireación y evitando fermentaciones y vectores.

La cantidad suministrada a los módulos inicialmente fue de 2,5 kg, distribuidos de tal forma que no cubrieran completamente la superficie, con el sustrato amontonado en el centro o en alguno de los lados, con frecuencia inicial de dos veces semanales (martes y sábados).

En ensayos posteriores se incrementó la alimentación a 3 kg por módulo. Para determinar el momento de alimentar nuevamente se compara el material con el estado final al cabo de tres días. Cuando hay cambio en textura, además de reducción de la pila, se puede suponer que se ha consumido la mayor parte del sustrato alimentado. La lombriz reduce el tamaño de partícula del sustrato, modifica el estado de compactación e incrementa la cantidad de oxígeno en las partes superiores del módulo.

La humedad del nuevo sustrato puede ser determinada mediante la prueba del puño, que resulta práctica en campo, y consiste en apretar una cantidad del sustrato que quepa en una mano, de tal modo que el agua que libera escurra por entre los dedos. Con una humedad < 60% no escurrirá agua, pero entre 60% y 80% apenas saldrán unas gotas, 80% una muy pequeña cantidad de agua gotea entre los dedos, y > 80% habrá un goteo mayor y continuo. La humedad requerida es 80% en base húmeda. Buenas prácticas de manejo evitan proliferación de vectores y garantizan la efectividad del proceso. Se han mantenido las condiciones de humedad de modo que los cultivos se encuentran libres de moscas, larvas, hormigas o demás insectos.

Capacidad de producción

La frecuencia de alimentación determina la velocidad de acumulación de humus de lombriz dentro del sustrato. Se puede calcular la cantidad semanal de humus producido suponiendo 6 kg de sustrato/módulo, una tasa de generación de humus de 60 kg /100 kg sustrato y humedad final del humus de 60%, lo que da $6 \text{ kg/módulo} \times 60/100 = 3,6 \text{ kg}$ de producto, a una velocidad de producción de: $(3,6 \text{ kg}) \times (0,2 \text{ kg material seco/kg prod.}) \times (1 \text{ kg humus}/0,4 \text{ kg materia seco}) = 1,8 \text{ kg/semana}$ para cada módulo.

Si la capacidad de la canasta es aproximadamente de 40 kg, entonces la vida útil de un módulo es de siete alimentaciones, esto es, unas ocho semanas con alimentaciones irregulares. Al final de este periodo, de cada módulo se extraen teóricamente 18 kg de humus.

Cosecha

Para la recolección del humus se debe tener en cuenta que es precisamente el soporte de las lombrices. Además contiene la mayor parte de los huevos y algunos juveniles. Por tanto representa una baja considerable del ritmo de reproducción. Para compensar este efecto se recoge la menor cantidad de adultos posible, fomentando el consumo de sustrato y la posterior reproducción.

Hay varias formas de cosechar, dependiendo del cultivo. Una manera es suspender durante una semana el suministro de alimento, al cabo de la cual se introduce sustrato fresco en una mitad del área de cultivo y se retira a las 24 horas. Se repite esta operación durante varios días seguidos alternando la mitad cubierta. Otra forma de hacerlo es extender el contenido del módulo en el suelo, donde la luz haga que los animales migren hacia abajo, retirando la parte superior y repitiendo la operación hasta obtener la cantidad esperada, luego de esto se devuelve el contenido al módulo inicial, o se reparte si se está en etapa de expansión.

Actividades adicionales

Se propuso, además, el uso y aprovechamiento de los recursos físicos de la sede Caribe, especialmente del laboratorio para determinar el carbono orgánico y el nitrógeno totales para muestras de materia orgánica y suelo. La infraestructura y los equipos son adecuados, aunque se pueden usar otros recursos adicionales, como el Spectroquant® Nova 60, que determina de forma indirecta los parámetros más importantes de aguas y suelos, su empleo no requiere conocimientos previos de química analítica y los resultados son inmediatos. En el marco de la pasantía se realizaron ensayos basados en protocolos facilitados por el Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos – PIRS, de la facultad de ingeniería de la sede Bogotá.

Conclusiones

La problemática de residuos sólidos agropecuarios en San Andrés permite reconocer tres tipos, los actuales sistemas de manejo/aprovechamiento, así como las posibles alternativas que se estudian actualmente en proyectos de la sede.

La lombricultura no es viable como sistema de manejo de residuos sólidos de la producción porcícola, dadas las condiciones de las unidades productivas. Es necesario generar estrategias integrales desde la fuente, que mejoren el estado de la materia fecal, para poder someter el proceso a nuevos estudios. En otros contextos, con otros sustratos podría ser viable para la isla. Se generó un nexo entre la sede Caribe e INCODER y el proyecto de grado de Diana Hurtado contará con herramientas para desarrollar trabajo experimental en el lombricultivo.

Se probaron los recursos del laboratorio para medir parámetros relevantes en proyectos agropecuarios y de manejo de residuos, se dejó estandarizada la cantidad de los reactivos necesarios en función de la cantidad de pruebas y se instruyó al profesional encargado del proyecto “Generación de opciones tecnológicas para la producción agropecuaria en la Reserva de Biosfera “*Seaflower*” (San Andrés Islas)”.

Recomendaciones

El contexto del Caribe moldea la forma y el fin de los trabajos académicos, y encontrar la manera de optimizar la comunicación entre las sedes parece una estrategia adecuada para aprovechar al máximo la mano de obra calificada que representan los estudiantes en pasantía.

La subutilización de recursos y mano de obra en la sede Caribe es preocupante. Por ello se recomienda a docentes y contratistas conocer a fondo los recursos disponibles, las expectativas generadas por las propuestas de los estudiantes y explorar formas de alcanzar sinergias entre las diversas actividades de la sede.

Las estrategias de manejo de residuos sólidos no pueden ser únicamente demostrativas, aun cuando en la actualidad hay estrategias informales. Acercarse a la comunidad debe ser una actividad cotidiana, minuciosa y de mucha cautela y se deben identificar y validar nuevas tecnologías y proponer a pequeños y medianos propietarios las posibles soluciones.

Se puede plantear la reconversión de pozos sépticos agrícolas o domiciliarios, estudiar el uso de cultivos de microorganismos comercializados en la isla. Además, dado el caso, será posible utilizar el gas metano generado. Es factible realizar en el laboratorio un biodigestor a nivel banco, con diferentes sustratos y a diferentes condiciones.