

Plan de Manejo Ambiental del área pecuaria y procesamiento de alimentos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias_IASA I

Fernanda Barahona¹, Gabriela Salas²

*^{1,2} Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción; Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
fernanda.barahona@gmail.com; gabysalassv@gmail.com*

RESUMEN: El presente proyecto describe la implementación de controles relacionados a los desechos generados en la institución, que incluye una propuesta de plan de manejo ambiental para el área pecuaria y de procesamiento de alimentos y además la simulación de costos para las alternativas de tratamiento. Esta propuesta presenta soluciones a tres problemas ambientales. Primero, el material orgánico de las descargas se encuentran por encima de los límites establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Segundo, el desecho de material tóxico y/o peligroso no posee un adecuado tratamiento para cumplir con la normativa del TULAS. Tercero, las fuentes de agua para consumo humano y agua residual en el IASA no cumplen con la norma INEN 1108:2006 y TULAS, respectivamente. Para medir el material orgánico y parámetros de la legislación ambiental se realizaron pruebas de laboratorio y pesajes. Este estudio recomienda la reutilización de desechos orgánicos para generación de abonos orgánicos, el tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos a través de gestores ambientales y la desinfección automática tanto para aguas residuales y como para agua de consumo humano. La implementación de estos sistemas proponen la reutilización >90% de la materia orgánica, el tratamiento del 100% de desechos tóxicos y/o peligrosos, el tratamiento de cloración de 94 896 000 litros de agua residual al año y de 55 188 000 litros de agua para consumo humano. Esta propuesta requiere una inversión de \$773894,84 para generar un valor neto de aproximadamente \$630 000 en un período de 5 años.

Palabras clave: IASA, material orgánico, plan de manejo ambiental

Abstract: The present project established controls for the waste generated by Carrera de Ciencias Agropecuarias_IASA, and also includes a proposal that describes an environmental plan for livestock area and the food processing areas, finally presents an economical analysis results of the project. This proposal presents solutions to three environmental issues. First, the disposal of organic material waste over the limits established in the Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS). Second, the disposal of toxic and hazardous materials without adequate treatment necessary to comply with TULAS regulations. Third, sources of water for human consumption that do not comply with regulation INEN 1108:2006. For the measure of organic material and the parameters on the environmental legislation, was use laboratory tests and weighing. This study recommends the recycling of organic material waste for the generation of organic fertilizers, the treatment of hazardous materials through institutions providing adequate waste management services, and the automatic treatment

of water with chlorine, for water suitable for disposal into the river and for water suited for human consumption. The implementation of these systems of environmental waste disposal will result in >90% reduction of organic material waste, 100% treatment of toxic and hazardous material waste, and the construction of water treatment plant with a capacity of 94 896 000 liters per year of water suitable for disposal into a water body and for water suited for human consumption 55 188 000 liters per year. This proposal requires \$773894,84 of investment and will generate a net present value of \$ approximately \$630 000 during 5 years of the project.

Key Words: IASA, organic material, environmental plan management

I. Introducción

La Carrera de Ciencias Agropecuarias_IASA I, desarrolla actividades productivas (pecuarias y de procesamiento de alimentos) como parte de su proceso académico dentro de la Hacienda El Prado. En la institución, las descargas (ganadería, porcinos, acuicultura y aguas residuales) no cumplen con la legislación ambiental y son enviadas directamente hacia el río sin previo tratamiento; de igual manera, los desechos tóxicos y/o peligrosos no son destinados a un gestor ambiental. Es necesario conocer las características y naturaleza de los desechos para determinar su reutilización o tratamiento final.

La metodología aplicada en el proyecto consistió en pruebas de laboratorio para determinar la cantidad de materia orgánica que existe en las descargas, pesajes para los desechos sólidos orgánicos y tóxicos y/o peligrosos. Además, se establecieron índices anuales de generación de desechos dentro del área pecuaria y de procesamiento de alimentos; los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio tanto para el agua de consumo como para agua residual fueron comparados con la norma INEN 1108:2006 y TULAS, además se consideró la parte económica dentro de las alternativas de tratamiento.

El plan de manejo ambiental del área pecuaria y de procesamiento de alimentos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias_IASA I propone sistemas de reutilización del material orgánico y gestión de desechos tóxicos y/o peligrosos generados, e incluye una alternativa para el tratamiento del recurso hídrico tanto en la entrada como en la descarga final.

II. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se enviaron muestras de agua de descarga de las áreas pecuarias, agua para consumo humano y agua residual para ser analizadas en un laboratorio ambiental, con la finalidad de obtener resultados de porcentaje de materia orgánica contenida y los parámetros que se encuentran especificados en la norma INEN 1108:2006 para agua de consumo humano y TULAS para agua de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Los desechos sólidos considerados fueron materia orgánica y tóxicos y/o peligrosos, los mismos que fueron pesados continuamente para establecer índices de generación anual

(en el caso de la materia orgánica se sumaron los kg de material sólido y los kg provenientes de las descargas, para cada una de las producciones).

Se realizaron encuestas para complementar los datos generados en los pesajes de los desechos tóxicos y/o peligrosos y conocer el manejo de dichos productos.

A través del ensayo de un producto bioacelerador de la descomposición de la materia orgánica INDIGO, aplicado en la descarga de porcinos y el material sólido de ovinos, se analizó la disponibilidad de carbono orgánico. Para ambos casos se tomaron 3 muestras diferentes, en donde una fue testigo y en las 2 muestras restantes se aplicaron las dosis superior e inferior referidas en la hoja técnica.

Finalmente, se presenta una simulación de los costos de implementación del proyecto y la posible utilidad que se obtendría (restando los ingresos de los costos).

III. Evaluación de resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el proyecto se resumen en las tablas y figuras presentadas a continuación:

A. Generación y tratamiento de material orgánico

En la tabla 1 se describe el índice anual de generación en cada área de producción.

TABLA 1. Índice anual de generación y tratamiento del material orgánico

Índice anual de generación y tratamiento del material orgánico				
Área de Producción	Tipo de residuo	Unidades	Índice	Tratamiento
Ganadería-Maternidad	Sólido	kg/animal	1460,00	Lombricultura
Ganadería-Terneras	Descarga	kg/animal	77604,63	Biodigestor
Ganadería-Rejo	Descarga	kg/animal	39166,87	
Porcinos	Sólido	kg/animal	367,66	Lombricultura
Porcinos	Descarga	kg/animal	817,37	Biodigestor
Ovinos	Sólido	kg/animal	24,38	Compostaje
Avicultura	Sólido	kg/animal	7,80	Fertilización de potreros
Especies menores	Sólido	kg/animal	36,58	Lombricultura
Lombricultura	Lixiviado	litros de purín/kg de humus	0,31	Fertilización de potreros
Procesamiento de alimentos	Sólido	kg/persona	19,87	Lombricultura

Los índices de generación de desechos orgánicos permiten determinar la cantidad que se produce de estos materiales en cada una de las instalaciones y proyectar estos resultados hacia el número de animales que se planifique incrementar o disminuir, para considerar la cantidad de desechos totales a ser tratados.

Los desechos orgánicos tienen diferentes destinos, de acuerdo a la alternativa de reutilización más conveniente, como se presenta en la figura 1.

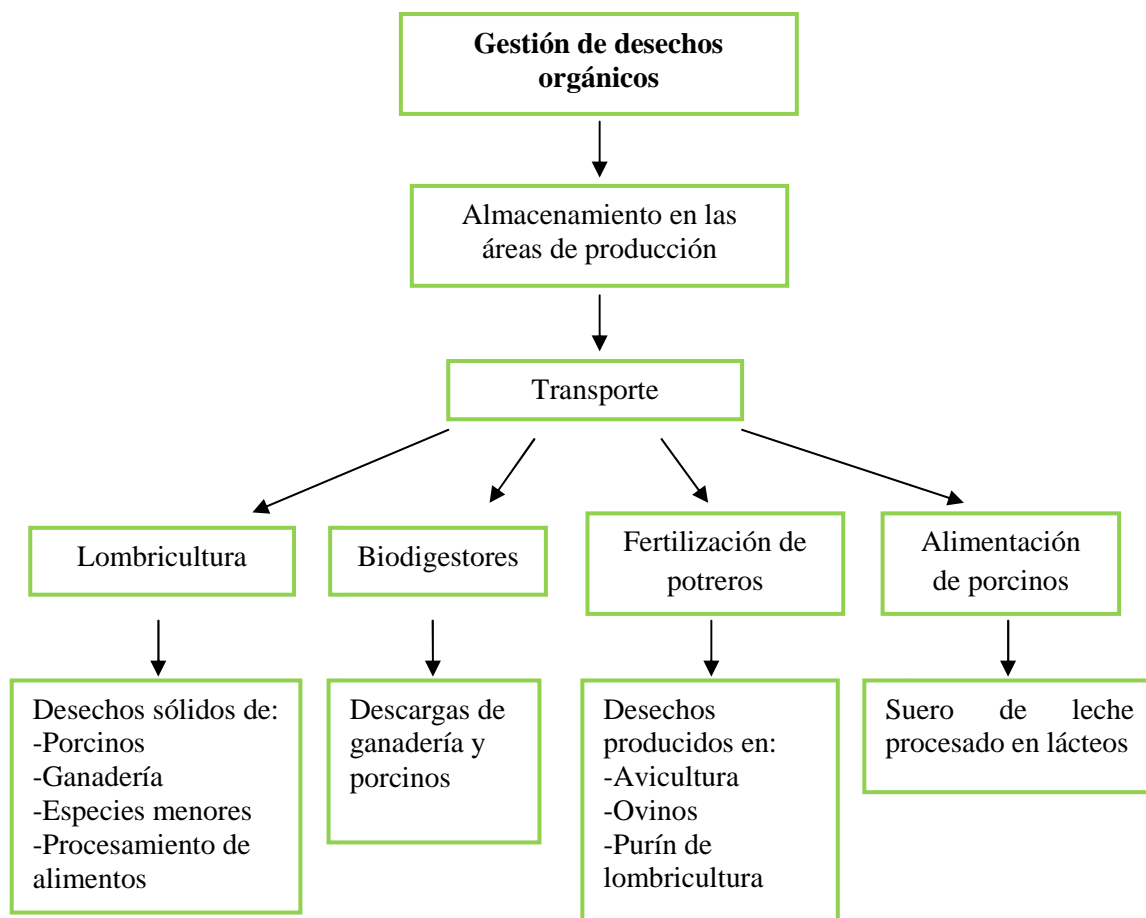


Figura 1. Flujograma de manejo de desechos orgánicos

En el ensayo realizado con el bioacelerador de descomposición de la materia orgánica (INDIGO) se identifican resultados a ser considerados como alternativa para potencializar los procesos de biodigestión y enriquecer con microorganismos los biofertilizantes que se encuentran como opción dentro del proyecto.

En la figura 2 se puede observar que la descarga de porcinos obtuvo un porcentaje mayor de disponibilidad de carbono orgánico (40%) con la dosis de 2 cm³ por cada 20 litros de descarga.

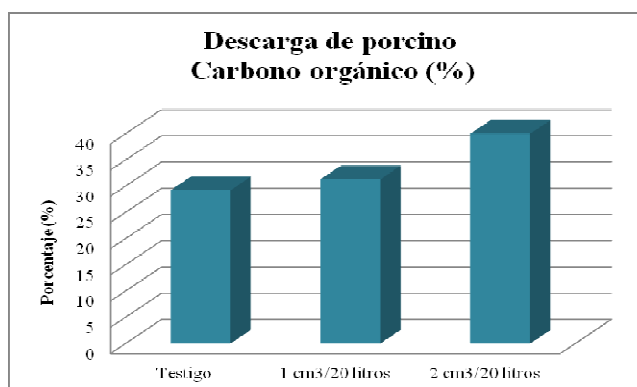


Figura 2. Porcentaje de carbono orgánico en la descarga de porcinos

La figura 3 demuestra que el compost de ovinos presentó mejoras en la disponibilidad de carbono orgánico (28,60%) con la dosis de 100 cm³ disueltos en 18 litros de agua y aplicado en el material sólido manteniendo una humedad en 40%.

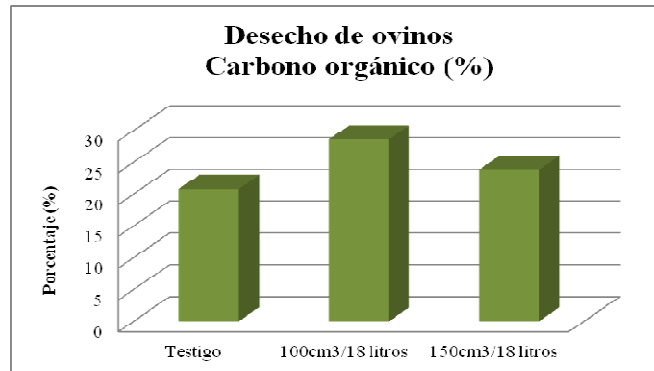


Figura 3. Porcentaje de carbono orgánico en compost de ovinos

B. Generación y tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos

En la tabla 2 se encuentran determinados los índices y gestores ambientales de los desechos tóxicos y/o peligrosos según el origen de generación y tipo de material.

TABLA 2. Resumen de índices de generación de desechos tóxicos y/o peligrosos

Resumen de índices de generación de desechos tóxicos y/o peligrosos			
Área de generación	Unidad	Valor	Gestor ambiental
Ganadería	kg/animal	0,17	Incinerox y Fundación Natura
Laboratorio de sanidad animal	kg/animal	0,04	
Porcinos	kg/animal	0,11	
Avicultura	kg/animal	0,001	
Ovinos	kg/animal	0,014	
Especies menores	kg/animal	0,003	
Policlínico	kg/persona	0,13	
Tecnológico	kg/hm	0,08	Bermonde
Tractores-aceite	l/hm	0,005	Reutilización
Pilas	kg/persona	No aplica	Radio Shack

Los desechos tóxicos y/o peligrosos generados deben ser enviados en su totalidad hacia gestores ambientales, siguiendo procedimientos de recepción, almacenamiento y transporte establecidos en la norma INEN 2266, como se presenta en la figura 4.

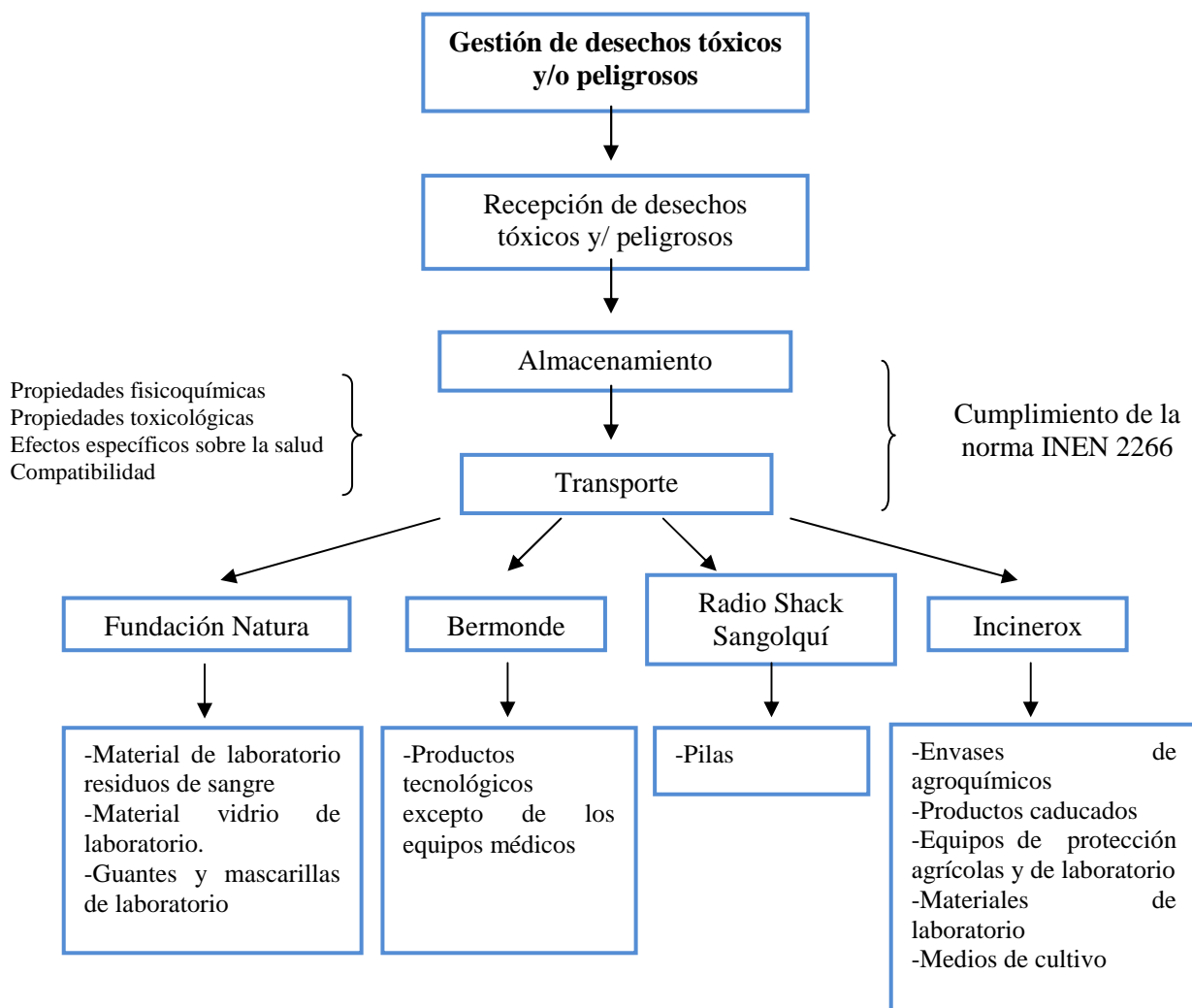


Figura 4. Flujograma de manejo de desechos tóxicos y/o peligrosos

C. Análisis de agua

Los resultados que se van a presentar tanto para agua de consumo humano, como para agua residual son únicamente los parámetros que no cumplen con la norma INEN y con el TULAS.

a. Agua para consumo humano

En la Hacienda El Prado no se cuenta con agua potable, se utiliza el agua captada de una vertiente natural, únicamente sometida a desinfección con cloro; es importante analizar los parámetros establecidos por la norma INEN 1108 para agua de consumo humano, tales como nitritos, coliformes totales y coliformes fecales.

En la tabla 3 se identifican los parámetros que no cumplieron con la norma INEN 1108.

TABLA 3. Análisis del tanque de distribución de agua

Análisis del tanque de distribución de agua			
Parámetros	Tanque de distribución	Norma INEN 1108:2006	
Nitrito mg/l	3,2	No cumple	0
Coliformes totales NMP/100 ml	>23	No cumple	<2
Coliformes fecales NMP/100 ml	5,1	No cumple	<2

A través de una mejora en el tratamiento de cloración con un sistema de generación y dosificación automatizada de hipoclorito de sodio, el agua puede cumplir con las normas INEN 1108 en coliformes totales y fecales.

Para el parámetro nitrito se considera importante implementar un proceso de aireación de agua y transformar los nitritos en nitratos, puesto que su concentración no sería un riesgo para la salud humana.

b. Agua residual

La descarga final recolecta el lavado del ordeñador en ganadería, la descarga de las instalaciones de procesamiento de alimentos y de los sanitarios de las villas, aulas, oficinas, dormitorios, bloque de computación y finalmente laboratorios, además del agua de lluvia. Por esta razón el caudal varía de acuerdo a la época del año, es así que en verano el caudal de descarga final es de 5 l/s y en invierno aumenta a 11 l/s.

Se realizó una muestra compuesta durante 3 días consecutivos en el mismo punto, y se puede observar en la tabla 4, que los nitratos y los coliformes fecales sobrepasan los límites máximos permisibles determinados por la Legislación Ambiental.

TABLA 4. Análisis de la descarga final de agua

Análisis de la descarga final de agua			
Parámetros	Descarga final	TULAS (Agua de descarga a un cuerpo dulce)	
Nitrito mg/l	< 0,1	No cumple	10
Nitrato mg/l	12		
DBO ₅ mg/l	4	Cumple	100
Coliformes fecales NMP/100 ml	46000	No cumple	*Remoción > al 99,9 %

Debido a que la descarga final se dirige directamente hacia el río Pinllocoto y no cumple con todos los parámetros para ser una descarga hacia un cuerpo de agua dulce sin afectar sus condiciones físico químicas, se considera importante implementar una sistema de dosificación automática de cloro para el tratamiento de coliformes fecales.

El índice de descarga de DBO₅ al día es de 3,45 kg, su incremento en relación al valor que se presenta en la tabla 4 es debido a la frecuencia que tiene la descarga (continua).

D. Simulación de costos

En la simulación de las posibles utilidades se consideraron los costos de implementación y los ingresos que se podrían obtener en un período de 5 años.

La tabla 5 resume el análisis de costo beneficio y el valor actual neto obtenido en el proyecto.

TABLA 5. Resumen del análisis costo beneficio (\$)

CALCULO DEL VALOR PRESENTE (VALOR ACTUAL NETO)						
PREMISAS						
Incremento de Precios	8% anual					
Incremento de costos	6% anual					
Tasa de Descuento	15%					
PERIODOS	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO	QUINTO AÑO	TOTAL
INGRESOS	403 494,54	435 774,10	470 636,03	508 286,91	548 949,87	2 367 141,45
COSTOS *	14 713,58	15 596,40	16 532,18	17 524,11	18 575,56	82 941,83
UTILIDAD*	388 780,96	420 177,70	454 103,85	490 762,80	530 374,31	2 284 199,62
INVERSION INICIAL	-294 647,92					
FLUJOS NETOS DE EFECTIVO	94 133,04	420 177,70	454 103,85	490 762,80	530 374,31	1 989 551,70
VALOR PRESENTE						1 242 435,17

Los ingresos más representativos provienen de la producción de biol en las instalaciones de ganadería y porcinos.

En los 5 años del proyecto se obtiene un valor actual neto de \$1'242435,17. Se considera que el proyecto es económicamente viable.

IV. Trabajos relacionados

Según Sánchez *et al.* 2007, la construcción de un biodigestor en la Hacienda San Antonio IASA II, es una alternativa de aprovechamiento del material orgánico y una ayuda para reducir los impactos ambientales que genera dicha institución. Es importante conocer la cantidad de desechos a ser tratados para determinar el dimensionamiento del biodigestor.

Para obtener esta información es fundamental determinar los índices anuales de generación de desechos por animal y definir la cantidad de material que se va a procesar en el biodigestor, el principal aporte del presente proyecto es presentar las bases para realizar el diseño de los biodigestores tanto para ganadería como para porcinos.

Para mantener una temperatura ideal en el biodigestor se recomienda la instalación de un sistema de calefacción, en donde puede utilizarse el biogás que se produce como combustible. Con el uso de este sistema de calefacción, se recircula agua caliente producida en una caldera alimentada por el biogás, manteniéndose una temperatura de hasta 37°C, necesaria para degradar la materia orgánica y producir una buena cantidad de biogás. (Aqualimpia, 2008)

La temperatura es un factor determinante, ya que afecta directamente al desarrollo de los microorganismos degradadores de materia orgánica. La cotización que se realizó en el proyecto actual fue proporcionada por Aqualimpia; esta empresa garantiza el

cumplimiento de los parámetros requeridos para el correcto funcionamiento de un biodigestor, en especial de la temperatura.

Es importante incluir la utilidad que se podría obtener del procesamiento del material orgánico dentro del proyecto, siendo la principal fuente de ingresos la producción de biol, anualmente sería de aproximadamente \$234 000.

La utilización de gallinaza como abono es una forma de reciclaje natural y de bajo costo, pero si es aplicado en estado fresco puede producir efectos adversos en el suelo y las plantas, es por esto que se recomienda realizar un tratamiento previo a su reutilización. (Estrada Pareja, 2005)

En el área de avicultura dentro de la Hacienda El Prado se genera anualmente 1525,40 kg de gallinaza, proveniente de la producción de gallinas ponedoras, dicho material es almacenado durante un mes previo a su reincorporación en potreros e invernaderos de tomate. Aporta con nitrógeno para el suelo y reduce \$663,95 anuales por concepto de ahorro en el uso de urea para su fertilización.

Las plantas potabilizadoras de agua garantizan la calidad de agua de consumo y su principal objetivo es cumplir con los parámetros establecidos en la norma INEN 1108 (ISA). Dentro de la planificación del proyecto se complementa la seguridad laboral a través del análisis del agua de entrada y el tratamiento que actualmente tiene la misma previo a su consumo.

V. Conclusiones

- A. La materia orgánica generada en las producciones pecuarias tiene la capacidad de ser reutilizada en su totalidad. Se reincorpora en los terrenos de cultivo a manera de fertilización, también se utiliza en lombricultura como materia prima para la producción de humus y la mejor alternativa para el manejo de descargas es la construcción de dos biodigestores, uno para ganadería y otro para porcinos, que además de eliminar la contaminación, constituye un mecanismo para la producción de biol y biogás.
- B. El bioacelerador de la materia orgánica “INDIGO” en un período de 30 días permite aumentar la disponibilidad del carbono orgánico en agua de descarga (porcinos) en un 10,8% con una dosis de 2 cm³/20 litros repetida en 3 aplicaciones realizadas cada 8 días, mientras que en material sólido (ovinos) incrementa en 8,2% la mencionada disponibilidad con una dosis de 100 cm³/18 litros aplicada cada 15 días.
- C. Los desechos orgánicos que se producen en el área de procesamiento de alimentos (cárnicos, vegetales y lácteos) son enviados para su reutilización en la alimentación de cerdos (suero de leche) y hacia lombricultura para la elaboración de humus.
- D. Todos los desechos tóxicos y/o peligrosos, tecnológicos y pilas no pueden ser procesados dentro de la institución, es por esto que deben ser enviados hacia un gestor ambiental específico de acuerdo a sus características.
- E. El agua para consumo humano no cumple con la norma INEN 1108:2006 ni con el TULAS, para cantidad de coliformes totales, coliformes fecales y nitritos. Para mejorar la calidad de agua de consumo y garantizar la salud de todas las personas, se propone un sistema de generación y dosificación automatizada de hipoclorito de sodio para el agua y la incorporación de un proceso de aireación.

- F. La descarga final, correspondiente a aguas residuales, no cumple con los límites máximos permisibles determinados por el TULAS para descarga a un cuerpo de agua dulce en los parámetros coliformes fecales sistema de dosificación automática de cloro para el tratamiento de coliformes fecales de aguas residuales se garantiza el cumplimiento de la normativa ambiental.
- G. El valor actual neto que se obtendría según la simulación de costos es de alrededor de \$1'242435,17 en un período de 5 años, donde el principal ingreso proviene del biol producido en los biodigestores de ganadería y porcinos.

VI. Recomendaciones

- A. Realizar un estudio sobre microorganismos que favorecen la degradación de la materia orgánica y enriquecen fertilizantes biológicos como el biol.
- B. Organizar 2 capacitaciones anuales para el personal que se encuentra en contacto con los biodigestores y plantas de tratamiento.
- C. Realizar campañas de recolección masiva de pilas y baterías para ser enviadas al Club Ecológico ESPE, debido a la mínima recolección lograda en el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Aqualimpia, E. (2008). *Biodigestor San Francisco-Agrona*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de <http://www.aqualimpia.com/PDF/BD-San-Francisco.pdf>

Estrada Pareja, M. (2005). *Revista Lasallista de Investigación*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de Manejo y procesamiento de la gallinaza: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520108.pdf>

ISA, I. y. (s.f.). *Plantas compactas Tipo Paquete, para tratamiento de agua potable*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2012, de http://www.isa.ec/pdf/plantas_compactas_1.pdf

Sánchez Mena, M. V., & Pazmiño Garzón, G. A. (22 de Marzo de 2007). *Diseño y construcción de un biodigestor plástico de flujo continuo, a partir de desechos orgánicos para la Hacienda San Antonio del IASA II, Perteneciente a la ESPE*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2012, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2227/1/T-ESPE-014730.pdf>