

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA  
COLECTIVIDAD**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN**

**MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**Plan de Manejo Ambiental del área académica y agrícola de la**

**Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I**

**Proyecto I de grado**

**Autores: María Fernanda Barahona Paz y Miño**

**Gabriela Rocío Salas Vernis**

**Sangolquí, 2013**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**CERTIFICADO**

**M.Sc. ING PABLO VALLEJO**

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA ACADÉMICA Y AGRÍCOLA DE LA CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS\_IASA I”, realizado por las señoritas MARÍA FERNANDA BARAHONA PAZ Y MIÑO y GABRIELA ROCÍO SALAS VERNIS, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con las normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Sangolquí, 21 de Marzo del 2013

M.Sc. Ing. Pablo Vallejo

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**DECLARACION DE RESPONSABILIDAD**

**MARÍA FERNANDA BARAHONA PAZ Y MIÑO Y  
GABRIELA ROCÍO SALAS VERNIS**

**DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado denominado “PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA ACADÉMICA Y AGRÍCOLA DE LA CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS\_IASA I”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 21 de Marzo del 2013

María Fernanda Barahona Paz y Miño

Gabriela Rocío Salas Vernis

## **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

### **MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

#### **AUTORIZACIÓN**

Nosotras, María Fernanda Barahona Paz y Miño y Gabriela Rocío Salas Vernis

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación, en la biblioteca virtual de la institución el trabajo de “PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA ACADÉMICA Y AGRÍCOLA DE LA CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS\_IASA I”, cuyo contenido, ideas y criterio son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 21 de Marzo del 2013

María Fernanda Barahona Paz y Miño

Gabriela Rocío Salas Vernis

## **Agradecimientos**

A Dios, por ayudarnos a cumplir nuestras metas y darnos la fortaleza para afrontar las dificultades.

A nuestros padres, y familiares, por inculcarnos valores esenciales, que nos permiten crecer día a día.

A nuestros queridos amigos, por llenar nuestras vidas de felices recuerdos.

Al Ing. Pablo Vallejo, quien nos brindó su conocimiento y apoyo para el desarrollo de este proyecto.

Al personal del IASA\_I por toda la colaboración brindada.

**Fernanda Barahona**

**Gabriela Salas**

## RESUMEN

El presente proyecto es una propuesta de plan de manejo ambiental para las instalaciones de las áreas académica y agrícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I. Previo a la propuesta del plan de manejo ambiental, se ha generado información sobre los desechos producidos en estas áreas, utilizando medios para la recopilación de información como monitoreo de desechos sólidos, pruebas de laboratorio de agua y suelo, programas de manejo de agroquímicos y fertilizantes. Se reformó el sistema existente de recolección de desechos sólidos y se diseñó un programa de separación, clasificación y destino final en función de su composición: desechos comunes, orgánicos, plástico y vidrio, papel y cartón. Así mismo, se realizaron recomendaciones sobre las posibles mejoras en las actividades agrícolas, basadas en análisis de suelo y agua que fueron comparados con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Dentro de la institución se ha dispuesto un área como botadero de basura, la misma que no cumplía con los parámetros técnicos y ambientales necesarios para su funcionamiento. Por esta razón, el botadero dejó de ser utilizado y se estableció un sistema de manejo de residuos que garantiza que el 100% de los desechos tengan un destino específico. Se cuantificaron anualmente los índices de generación de desechos y se estableció su destino: comunes (21,17 kg/persona) son enviados a recolección municipal; el papel y cartón (2,76 kg/persona), al igual que plástico y vidrio (1,27 kg/persona) se envían hacia las islas ecológicas del centro comercial San Luis para su reciclaje; los desechos orgánicos (119,04 kg/persona) se destinan para la producción de humus dentro de la institución; y para desechos tóxicos y/o peligrosos (0,77 kg/persona) se ha diseñado un plan de tratamiento que tiene como finalidad su envío hacia un gestor ambiental. El retorno económico para el proyecto en 5 años es de alrededor de \$240 000; el mayor ingreso proviene del ahorro anual del proceso de remediación del botadero por un valor estimado de \$52 000.

**Palabras claves:** IASA I, desechos comunes, papel y cartón, plástico y vidrio, desechos orgánicos, desechos tóxicos y/o peligrosos, Plan de manejo ambiental, TULAS.

## SUMMARY

This project has developed a management system of waste generated by of Academic and Agricultural areas of “Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA\_I” with proposal for a profitable environmental management plan. This study shows that the current landfill can be replaced with waste management system that saves \$52 000 annually. This system, per year, will be able to dispose of a) 21,17 kg per capita of common waste, b) 2,76 kg per capita of paper waste, c) 1,27 kg per capita of glass and plastic waste, d) 119,04 kg per capita of organic waste, and e) 0,77 kg per capita of toxic waste. The recommendations and conclusions of this proposal are based three sources of information. The first one is data generated from the evaluation of the current management of fertilizing and agro chemical materials. The second source of information is the data gathered through data collection and monitoring of solid waste generation, laboratory testing of water and soil samples of the areas for mentioned. Finally, the third source is the data set collected from a pilot environmental management program that implements our recommended solid waste collection systems. This work also includes details plans for separation, classification and disposal of solid waste through the most appropriate waste management and treatment technology. Additional recommendations for agricultural activities are based on laboratory results that will meet or exceed the requirements established by the “Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)”.

**Key words:** Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA\_I, environmental management plan, common waste, paper waste, glass and plastic waste, organic waste, toxic waste, landfill.

## CONTENIDO DE MATERIAS

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
1.1 Manejo de desechos sólidos.....	4
1.2 El reciclaje .....	4
1.3 Teoría de las tres R's.....	4
1.4 Beneficios del reciclaje.....	5
Índice Máximo de Recuperación.....	5
Índice Medio de Recuperación.....	6
Recuperación Biológica. ....	6
1.5 La incineración.....	6
Gestores tecnificados de residuos peligrosos del Distrito Metropolitano de Quito.....	6
1.6 Residuos tóxicos y/o peligrosos .....	7
Residuos tóxicos.....	7
Residuos peligrosos .....	8
1.7 Contaminación agrícola.....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>11</b>
<b>MARCO SITUACIONAL, MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 Marco situacional .....	11
a) Localización geográfica .....	11
b) Condiciones climáticas .....	12
2.2 Información General de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA_I.....	12
2.3 Clasificación y muestreo de desechos sólidos generados en el IASA I.....	14
a) Muestreo de desechos sólidos generados por estudiantes y personal.....	14
Materiales.....	14
Métodos .....	15
b) Capacitaciones para el personal de la institución y estudiantes .....	18



Materiales.....	18
Métodos .....	18
2.5 Análisis de suelo (agrícola, botadero de basura) y agua de riego .....	20
a) Determinación de pH y temperatura del suelo.....	21
Materiales.....	21
Métodos .....	21
b) Pruebas de determinación de E. coli (Medios de cultivo) .....	22
Materiales.....	22
Métodos .....	22
2.6 Análisis del manejo agrícola.....	23
a) Manejo de agroquímicos y fertilizantes.....	23
Materiales.....	23
Métodos .....	23
b) Capacitación para el personal agrícola .....	24
Materiales.....	24
Métodos .....	24
2.7 Desechos tóxicos y peligrosos generados por estudiantes y personal del IASA_I .....	24
Materiales.....	24
Métodos .....	25
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Clasificación y muestreo de desechos sólidos .....	26
a) Muestreo de desechos sólidos generados por estudiantes y personal.....	26
b) Capacitaciones para el personal de la institución y estudiantes .....	29
3.2 Análisis de suelo (agrícola, botadero de basura) y agua de riego .....	31
a) Análisis de suelos.....	31
b) Análisis de agua .....	36
c) Pruebas de determinación de E. coli.....	41
Pruebas de aislamiento inicial .....	41
Pruebas confirmatorias .....	42
3.3 Análisis del manejo agrícola.....	44
a) Manejo de agroquímicos y fertilizantes.....	44

b) Capacitación al personal agrícola.....	46
c) Rotación de cultivos .....	46
3.4 Desechos tóxicos y peligrosos generados por estudiantes y personal del IASA I .....	47
3.5 Análisis económico .....	47
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>54</b>
<b>PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....</b>	<b>54</b>
4.1 Manejo de desechos .....	54
a) Desechos sólidos instalaciones del IASA I.....	54
b) Desechos agrícolas .....	56
c) Desechos tóxicos y/o peligrosos.....	56
4.2 Plan de manejo de productos agrícolas.....	59
4.3 Plan de capacitación (salud ocupacional y seguridad industrial).....	59
4.4 Plan de prevención y mitigación.....	64
4.5 Plan de relaciones comunitarias .....	66
4.6 Plan de monitoreo y seguimiento .....	66
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
a) CONCLUSIONES .....	68
b) RECOMENDACIONES .....	70
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación toxicológica de los productos fitosanitarios.....	10
Tabla 2. Valores de referencia de DL50 para formulaciones líquidas y sólidas.....	10
Tabla 3. Condiciones climáticas anuales de la Carrera de Ciencias Agropecuarias .....	12
Tabla 4. Distribución de los basureros y tachos, según localización .....	15
Tabla 5. Calendario de recolección de desechos .....	17
Tabla 6. Cantidad de personal de planta y estudiantes.....	27
Tabla 7. Desechos producidos por persona al año .....	27
Tabla 8. Determinación de pH y temperatura del suelo .....	32
Tabla 9. Materia orgánica en los invernaderos de rosas y tomate .....	32
Tabla 10. Tabla de conductividad eléctrica y contenido de sales disueltas.....	33
Tabla 11. Análisis de conductividad, nitrato y metales en el suelo .....	34
Tabla 12. Pesticidas organoclorados en suelo .....	35
Tabla 13. Análisis de agua .....	37
Tabla 14. Organofosforados y carbamatos en agua .....	39
Tabla 15. Parámetros adicionales de calidad de agua .....	40
Tabla 16. Resultados de inoculación, pruebas iniciales .....	41
Tabla 17. Resumen anual de Ingresos y Costos (dólares) .....	48
Tabla 18. Ganancia anual de producción de humus.....	48
Tabla 19. Costo de tratamiento del botadero .....	49
Tabla 20. Costo de fundas de basura.....	50
Tabla 21. Costo anual de tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos.....	50
Tabla 22. Costo de construcción de bodega de desechos tóxicos y/o peligrosos.....	51
Tabla 23. Costos anuales de mantenimiento del proyecto.....	52

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Hacienda el Prado. Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I. ....	11
Figura 2. Mapa topográfico del IASA.....	14
Figura 3. Tachos de basura etiquetados, para clasificación de desechos .....	19
Figura 4. Calibración del medidor del pH.....	21
Figura 5. Muestras de suelo para la medición de pH.....	22
Figura 6. Inoculación de bacterias en medios de cultivo.....	23
Figura 7. Disposición de desechos comunes en la caseta de recolección.....	30
Figura 8. Capacitación a estudiantes sobre clasificación de desechos .....	30
Figura 9. Gigantografías de salud y seguridad colocadas en los laboratorios. ....	31
Figura 10. Cepas de colonias encontradas en Pailones .....	42
Figura 11. Pailones. Cultivo de cepa amarilla .....	43
Figura 12. Pailones. Cultivo de cepa rosa, encontrada en Pailones .....	43
Figura 13. Pailones. Cultivo de cepa verde, encontrada en Pailones .....	44
Figura 14. Carteles informativos, seguridad laboral .....	46
Figura 15. Flujograma del destino de los desechos sólidos dentro de la institución.....	55
Figura 16. Manejo general de residuos sólidos del IASA I.....	55
Figura 17. Flujograma de manejo de desechos tóxicos y/o peligrosos .....	58
Figura 18. Equipo de protección para fumigación.....	60
Figura 19. Triple lavado de envases agrícolas, previo al tratamiento .....	61
Figura 20. Diseño de gigantografía sobre el equipo de protección.....	61
Figura 21. Diseño de gigantografía de uso de equipo de protección en laboratorios.....	62
Figura 22. Toma de muestra de suelo para análisis .....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

## LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1. Tabla de pesaje de desechos ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 2. Tabla de desechos generados persona/día ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 3. Protocolo de toma de muestras de Gruntec ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 4. Resultado de análisis de suelo (GRUNTEC)..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 5. Resultados de análisis de agua (GRUNTEC) ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 6. Resultados de DBO<sub>5</sub> y DQO (CICAM)..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 7. Resultados de cantidad de Materia orgánica (CICAM) *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 8. Determinación de pH y temperatura del suelo..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 9. Pruebas de determinación de E. coli ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 10. Formato de cuestionario de desechos tóxicos y/o peligrosos ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 11. Cantidad mensual de desechos tóxicos y/o peligrosos en los laboratorios..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 12. Cantidad adicional al semestre de desechos tóxicos y/o peligrosos. *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 13. Propiedades fisicoquímicas ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 14. Propiedades toxicológicas de desechos ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 15. Efectos específicos sobre la salud ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 16. Listado de frases R..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 17. Tabla de compatibilidades ..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 18. Diseño de bodega de almacenamiento de desechos tóxicos y peligrosos..... *¡Error! Marcador no definido.*
- Anexo 19. Protocolo de recolección de desechos tóxicos y/o peligrosos..... *¡Error! Marcador no definido.*

## NOMENCLATURA UTILIZADA

### Abreviaturas

<b>C</b>	Carbono
<b>N</b>	Nitrógeno

### Siglas

<b>DL</b>	Dosis letal
<b>EPA</b>	Agencia de Protección del Medio Ambiente Norteamericana
<b>ESPE</b>	Escuela Politécnica del Ejército
<b>IASA I</b>	Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>TULAS</b>	Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundario
<b>TPND</b>	Tecnologías de poco o ningún desecho

### Unidades

<b>μl</b>	Microlitros
<b>%</b>	Porcentaje
<b>‰</b>	Partes por mil
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>cm</b>	Centímetros
<b>ha</b>	Hectáreas
<b>km</b>	Kilómetros
<b>L</b>	Litro
<b>lb</b>	Libras
<b>m</b>	Metros
<b>ml</b>	Mililitros
<b>mg</b>	Miligramos

<b>mm</b>	Milímetros
<b>mmhos/cm</b>	milimhos por centímetro

## INTRODUCCIÓN

El plan de manejo ambiental del área académica y agrícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I es una propuesta para el manejo de desechos generados por las áreas mencionadas. Dentro de la institución no ha existido un sustento técnico ni el cumplimiento de normativas ambientales para el manejo de residuos de las diferentes actividades, incluso se conoce que durante años anteriores se destinaban a un botadero general los desechos provenientes de todas las áreas. Es importante conocer las características de los desechos y la cantidad producida de los mismos, información que permite determinar el sistema de separación, recolección y destino final que sea técnicamente viable para desechos sólidos.

El objetivo del proyecto es optimizar la gestión de residuos sólidos en las áreas académica y agrícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_ IASA I, Hacienda El Prado.

Para la optimización de la gestión de residuos sólidos es importante diseñar un plan para el reciclaje de botellas plásticas y papel en el IASA; de la misma forma reutilizar los desechos orgánicos para la producción de humus. Los desechos tóxicos y/o peligrosos generados en las labores agrícolas y prácticas de laboratorio deben contar con un plan de destino final, cumpliendo con normativas de almacenamiento, transporte y disposición. En el área agrícola se busca optimizar el uso de agroquímicos con productos biológicos. También se considera el análisis del costo beneficio dentro del proyecto para mejorar el manejo de recursos económicos.

El presente documento se ha desarrollado en base al cumplimiento de los objetivos y se divide en 5 capítulos de información general, metodología, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

El primer capítulo contiene el fundamento teórico, información bibliográfica relevante para la comprensión del proyecto. El segundo capítulo detalla los materiales y métodos utilizados y aplicados para las actividades realizadas como: monitoreo, toma de muestras de suelo y agua, pruebas de laboratorio y capacitaciones. Los resultados obtenidos en el proyecto se describen en el tercer capítulo, incluyendo cantidad de



desechos generados, análisis de laboratorio para suelo y agua, manejo de productos agrícolas y análisis económico y se realiza una breve discusión. En el cuarto capítulo se encuentra una propuesta de plan de manejo ambiental, en donde se sintetizan los procesos que son considerados dentro del proyecto. En el capítulo cinco de conclusiones y recomendaciones se detalla el cumplimiento de los objetivos planteados y resultados generados en el proyecto. Toda la información producto de consulta está referenciada según las normas APA en la bibliografía, y finalmente, en anexos se incluye información complementaria de importancia que está referida dentro de los capítulos anteriores.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Dentro de la producción industrial es importante cuantificar la cantidad de residuos generados, para determinar la eficiencia de los procesos y la cantidad de materias primas que son consumidas en los mismos. Por lo tanto, minimizar la generación de residuos es una consecuencia directa de mejorar la eficiencia de los procesos y del uso de materias primas. (Manejo de Desechos Domésticos y Especiales en el Ecuador, 1994)

Las acciones preventivas son la principal estrategia a ser optada por la industria para minimizar la generación de residuos, utilizando tecnologías de poco o ningún desecho (TPND). En la actualidad, la investigación y desarrollo de TPND, se restringen a procesos de modificatorios menores, a la conservación de recursos a través de buenas prácticas de industriales y de reciclaje de residuos. (Manejo de Desechos Domésticos y Especiales en el Ecuador, 1994)

Los métodos que son aplicados para reducir los impactos ambientales que son consecuencia de las emisiones de “fin de tubería”, deben adaptarse a tratar residuos después de que éstos hayan sido generados, minimizándolos en términos de cantidad y toxicidad. (Gerard, 1999. Vol 3)

Por esta razón, es importante que en los procesos productivos se incluya el plan de manejo ambiental. Según el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria: *es un documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el plan de manejo ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto.*

### ***1.1 Manejo de desechos sólidos***

Dentro de la gestión de residuos, el manejo de desechos contempla los siguientes procesos: recolección, transporte, tratamiento, separación y reciclaje, y eliminación del material residual.

Los desechos son producto de las actividades realizadas por seres humanos y animales.

El correcto manejo de los mencionados desechos permite reducir los efectos negativos sobre la salud y ambiente, y además brinda la posibilidad de recuperar recursos propios. (“Manejo desechos sólidos”)

### ***1.2 El reciclaje***

Implementar un manejo controlado de desechos para realizar separación y clasificación de los residuos permite recuperar materiales para ser reutilizados y de esta forma contribuir con la preservación de los recursos naturales, además de crear una conciencia ambiental.

### ***1.3 Teoría de las tres R's***

La teoría se basa en tres conceptos: a) reducir, b) reutilizar y c) reciclar.

Reducir: Rechazar o reducir al máximo productos con empaques o envolturas innecesarias, preferir los que han sido elaborados con material reciclable.

Reutilizar: Es utilizar un producto o material de una forma diferente a la inicial para extender su tiempo de vida.

Reciclar: Es el proceso en donde se separan y transforman los residuos sólidos producto de la clasificación para elaborar nuevos productos. Es importante cumplir con 3 pasos:

1. Separar la basura en residuos orgánicos e inorgánicos.
2. Clasificar los desechos inorgánicos en papel, cartón, plástico, vidrio y metales.

3. Procesar los residuos con un tratamiento recomendado de acuerdo a sus características.

#### ***1.4 Beneficios del reciclaje***

##### Beneficios Ambientales:

1. Disminución de explotación de recursos naturales.
2. Minimización de la cantidad de residuos que generan impacto ambientales negativos.
3. Reducción de técnicas actualmente utilizadas como rellenos sanitarios e incineración.
4. Disminución de emisiones de gases invernadero.
5. Mantener un medio mejor conservado para generaciones futuras.

##### Beneficios Sociales:

1. Nuevos campos de empleo.
2. Creación de una cultura social.

##### Beneficios Económicos:

1. El reciclaje genera material comercializable, ya que se obtienen materias primas para ser procesadas nuevamente. (“Reciclaje y sus beneficios”)

Desde el punto de vista de aprovechamiento conservacionista y energético, existen diferentes formas de aprovechamiento de residuos de acuerdo a la mayor o menor recuperación de cada proceso adoptado:

***Índice Máximo de Recuperación.*** Corresponde al reuso o reutilización. Están incluidos materiales que pueden ser reutilizados sin proceso de industrialización, únicamente pueden ser lavados y esterilizados. Claros ejemplos son las botellas de bebidas en buen estado, ya que no se produce pérdida de ningún insumo energético aplicado en las etapas de la fabricación del producto, adicional a esto, la energía empleada para utilizarlos nuevamente es mínima.

***Índice Medio de Recuperación.*** Aquí se ubica el reciclaje, donde se produce la recuperación de ciertos materiales que requieren un proceso industrial que los transforme de nuevo en materia prima reutilizable. Ejemplos comunes son: papel, vidrio, plásticos y metales.

***Recuperación Biológica.*** Es la descomposición aeróbica con la producción de abono orgánico estabilizado, representa una fuente energética ideal para los cultivos agrícolas, y a su vez se puede obtener gas metano en su proceso, que es un combustible gaseoso. (“Reciclaje de residuos sólidos”)

### ***1.5 La incineración***

Es un proceso térmico usado como alternativa en el tratamiento de los desechos sólidos urbanos para disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen. Los aspectos ambientales de la incineración que originan mayor preocupación son las emisiones atmosféricas, en especial dioxinas y furanos, y las escorias y cenizas que resultan del proceso.

La heterogeneidad de los materiales y el cumplimiento de niveles de emisión impuestos por normas legales ha originado que se desarrollen y adapten tecnologías específicas para su aplicación. (Romero, A.)

### ***Gestores tecnificados de residuos peligrosos del Distrito Metropolitano de Quito***

***Hazwat.*** Se ocupa de la recuperación de aserrines, filtros, grasas empapadas con residuos nocivos, residuos del proceso de incineración, pilas, baterías, medicamentos caducados y sin especificación, residuos químicos de laboratorio y de combustibles, lodos, suelos contaminados con combustibles, residuos e hidrocarburos, pinturas y barnice residuales, plásticos contaminados, asbestos, lanas de vidrio, asbestos, fluorescentes.

***Incinerox.*** Recupera filtros de aceite, residuos de plaguicidas, residuos de la industria farmacéutica y productos farmacéuticos caducos, detergentes, tensoactivos, combustibles sucios, aceites para transformadores, emulsiones de aceites, ceras y bituminosas, solventes líquidos y orgánicos halogenados y no halogenados como acetona, benceno, pinturas y barnices residuales, lodos de pinturas y barnices, pegamentos no endurecidos, resinas no endurecidas, lodos del plásticos y caucho con solventes, lodos y emulsiones de caucho y látex, filtros textiles con sustancias peligrosas, paños textiles con sustancias peligrosas, residuos de procesos de destilación de solventes halogenados y no halogenados, fenoles. (Echazuría, C. 2008)

***Biofactor.*** Realiza la recuperación, manejo adecuado y disposición final de aceites usados, grasas y solventes hidrocarburos.

***Fundación proambiente.*** Lodos del proceso de producción de cuero, material de embalaje contaminado con restos de contenido nocivo, suelo y escombros, lodos y residuos con metales pesados no ferrosos, residuos de plaguicidas, residuos de la industria farmacéutica, aceite para transformadores y sistemas hidráulicos sin PCB, aceites lubricantes para motores, maquinarias, transmisiones y turbinas, grasas, ceras, residuos sólidos empaquetados de aceite y grasa, residuos de alquitrán, filtros textiles con sustancias peligrosas

***Fabribat baterías del ecuador.*** Baterías de autos usadas

***Fundación Natura-Centro de Tratamiento de desechos hospitalarios.*** Residuos hospitalarios infecciosos (Echazuría, 2008)

## ***1.6 Residuos tóxicos y/o peligrosos***

### ***Residuos tóxicos***

Se denominan residuos tóxicos y peligrosos a aquellos que contienen una serie de sustancias, y en unas cantidades tales que suponen un riesgo tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Las sustancias y las cantidades consideradas nocivas son

establecidas por la legislación medioambiental de cada país o de cada comunidad autónoma.

Los efectos de los residuos tóxicos dependen de la cantidad, del ritmo de liberación y del tiempo de permanencia en el medio ambiente. Entre los más frecuentes podemos citar: metales pesados, como el arsénico, el cadmio, el plomo y derivados, los biocidas y los compuestos farmacéuticos. También se consideran peligrosos los productos inflamables y los explosivos, y aquellos que pueden generar sustancias tóxicas aunque ellos mismos no lo sean.

### ***Residuos peligrosos***

La gestión de los residuos peligrosos o tóxicos (tratamiento y almacenaje) es uno de los problemas más graves que tiene planteada la sociedad, y en ocasiones de difícil solución, ya que para muchos de ellos no existe actualmente un tratamiento de neutralización adecuado y siguen siendo peligrosos durante años. La posibilidad de almacenarlos en depósitos de máxima seguridad se enfrenta siempre a la oposición de los ciudadanos a quienes afecta directamente la instalación. (“Residuos tóxicos y peligrosos”, 2010).

### ***1.7 Contaminación agrícola***

El suelo es el recurso en el cual se desarrolla la agricultura, es un sistema no homogéneo con propiedades físicas, químicas y biológicas que varían ampliamente.

Los elementos más importantes para la producción agrícola son el nitrógeno y el fósforo, que son esenciales para todos los sistemas vivos. De ahí que, el principal objetivo de las producciones agrícolas es alcanzar el balance entre la aportación de nutrientes (fertilizantes y residuos orgánicos) y la salida de nutrientes.

Las bacterias, algas y plantas leguminosas son las encargadas de las transformaciones orgánicas de nitrógeno en el suelo, y el crecimiento de las plantas está directamente relacionado con las velocidades a las que se producen las transformaciones del N (aproximadamente 2 a 3 por 100 anual), que están determinadas por ciertos

factores ambientales: humedad del suelo, temperatura, concentraciones de oxígeno, que dependen directamente del tiempo atmosférico. (Gerard, 1999. Vol 2)

Un suelo mineral típico en climas templadas contiene de 3.000 a 5.000 kgN/ha, en los 0,3-0,5 m superiores. La mineralización del nitrógeno (si procede de fertilizantes, residuos o materia orgánica del suelo, se transforma en nitrato) facilita la asimilación del mismo por parte de la planta, este proceso es de oxidación, por lo que se facilita en los suelos que están bien aireados.

El nitrato que no ha sido asimilado por las plantas se lixivia hacia aguas subterráneas, principalmente en suelos arenosos, creando una preocupación tanto económica como ambiental, se presenta como riesgo para la salud cuando se presenta en concentraciones  $\square$  50 mg/l. El tipo de suelo (textura y estructura), influyen en el proceso de lixiviación, mediante el control de la velocidad y la cantidad de agua que se mueve hacia abajo. (Gerard, 1999. Vol 2)

Para que los microorganismos del suelo transformen el N en nitrato, es necesario mantener una relación de C:N en proporciones mayores a 20:1, caso contrario los microorganismos del suelo utilizarán el suministro de carbono relativamente abundante como fuente de energía para secundar el rápido crecimiento y las multiplicaciones. Dando como resultado, que la mayor parte de N sea inmovilizado cuando se incorpora a la biomasa microbiana, reduciendo el riesgo de lixiviación al corto plazo. Por otra parte, el N inorgánico aplicado como fertilizante, o en residuos con baja relaciones C:N, se convertirá en nitrato rápidamente, facilitando su absorción en la planta. (Gerard, 1999. Vol 2)

La Tabla 1 presenta la clasificación toxicológica de los productos fitosanitarios:



Tabla 1. Clasificación toxicológica de los productos fitosanitarios

CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGÚN LOS RIESGOS	CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO	COLOR DE LA BANDA	LEYENDA
<b>CLASE Ia:</b> Producto sumamente peligroso	Muy tóxico	ROJO	<b>MUY TÓXICO</b>
<b>CLASE Ib:</b> Producto muy peligroso	Tóxico	ROJO	<b>TÓXICO</b>
<b>CLASE II:</b> Producto moderadamente peligroso	Nocivo	AMARILLO	<b>NOCIVO</b>
<b>CLASE III:</b> Producto poco peligroso	Cuidado	AZUL	<b>CUIDADO</b>
<b>CLASE IV:</b> Productos que normalmente no ofrecen peligro	Cuidado	VERDE	<b>CUIDADO</b>

Fuente: “Manual de Manejo de Herbicidas y Plaguicidas”, 2007

A continuación la Tabla 2, presenta los valores de dosis letal 50 para agroquímicos en presentaciones líquido y sólido:

Tabla 2. Valores de referencia de DL50 para formulaciones líquidas y sólidas.

CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGÚN LOS RIESGOS	FORMULACIÓN LÍQUIDA DL 50 AGUDA		FORMULACIÓN SÓLIDA DL 50 AGUDA	
	ORAL	DERMAL	ORAL	DERMAL
<b>CLASE Ia:</b> Producto sumamente peligroso	< 20	< 40	< 5	< 10
<b>CLASE Ib:</b> Producto muy peligroso	20-200	40-400	5-50	10-100
<b>CLASE II:</b> Producto moderadamente peligroso	200-2000	400-4000	50-500	100-1000
<b>CLASE III:</b> Producto poco peligroso	2000-3000	> 4000	500-2000	> 1000
<b>CLASE IV:</b> Productos que normalmente no ofrecen peligro	> 3000		> 2000	

Fuente: “Manual de Manejo de Herbicidas y Plaguicidas”, 2007

## CAPÍTULO II

### MARCO SITUACIONAL, MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se describe el sitio donde se realiza el proyecto, sus materiales y métodos.

#### *2.1 Marco situacional*

##### *a) Localización geográfica*

El presente proyecto fue desarrollado en las instalaciones de la Carrera de Ciencias Agropecuarias \_ IASA I, Hacienda El Prado. Su ubicación corresponde a la parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, Ecuador.

En la Figura 1 se observa las instalaciones de la parte baja de la Hacienda El Prado



*Figura 1.* Hacienda el Prado. Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I.  
**Fuente.** *Google Earth, 2011*

### ***b) Condiciones climáticas***

Los procesos agrícolas dependen de factores climáticos, principalmente en lo referente a lixiviación, que es una de las principales consecuencias de la precipitación. A continuación la

En la Tabla 3 se registran las condiciones climáticas que ha presentado la Hacienda El Prado durante el año 2011.

Tabla 3. *Condiciones climáticas anuales de la Carrera de Ciencias Agropecuarias*

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>					
<b>CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS</b>					
<b>ESTACIÓN METEOROLÓGICA IASA I</b>					
Longitud: 78 °24'44''		Latitud: 0 °23'20''		Altitud: 2748 m.s.n.m.	
<b>CONDICIONES ANUALES</b>					
<b>TEMPERATURA °C</b>			<b>PRECIPITACIÓN</b>	<b>HELIOFANÍA</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA</b>
<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	<b>Promedio</b>	<b>mm</b>	<b>Horas de luz intensa al día</b>	<b>%</b>
19,26	6,41	12,82	1728,20	2,94	65,54

**Fuente:** MA-56 (Estación agrometeorológica IASA\_1)

### ***2.2 Información General de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA\_I***

La Hacienda el Prado tiene una extensión de 554,66 hectáreas (Pozo, 2010), y posee instalaciones de tipo académicas y productivas tanto para el campo agrícola como pecuario.

Durante el periodo académico actual (marzo 2012 – julio 2012), el número total de personas que pertenecen a la Carrera de Ciencias Agropecuarias es 560. Se distribuyen de la siguiente forma:

1. Militares 19
2. Servidores públicos 80
3. Docentes 39
4. Alumnos 422

Las áreas a considerarse dentro del proyecto son: académicas y agrícolas. Según Aguirre, *et al.*, generan desechos sólidos de diferentes características: plástico, vidrio, papel, cartón, desechos comunes, orgánicos, tóxicos y peligrosos; que son dispuestos a un botadero ubicado dentro de la Hacienda el Prado, sin recibir ningún tipo de tratamiento o disposición técnica.

Las actividades que producen mayor cantidad de desechos sólidos dentro del área académica son: 4 bloques de aulas, edificación de auditorio, biblioteca y salas de computación, 6 bloques de villas para internos, 7 laboratorios de investigación, bar, comercialización, bodega, dormitorios de militares, oficinas administrativas y sala de profesores.

La agricultura se desarrolla en suelos franco-arcillosos (Andrade, S. *et al.* 1999), que tienen un nivel freático del 90%, son derivados de ceniza volcánica, de color negro, profundos, poco ácidos con una saturación de cationes de más del 50%, no posee ninguna capa dura dentro del primer metro. (Cadena, E. *et al.* 1999)

Las producciones agrícolas que se desarrollan en la Carrera de Ciencias Agropecuarias son: tomate riñón y rosas, como cultivos de manejo intensivo, debido a la aplicación de agroquímicos y fertilizantes. Así también existen otros cultivos de temporada como: chocho, trigo, quinua, avena y vicia; completando en conjunto una superficie de 60,5 hectáreas, que no requieren de la utilización de productos químicos.

El área total de bosque existente es de 400 hectáreas, de las cuales el 57,5% corresponden a bosque de eucalipto y el 42,5% restante a especies arbóreas nativas de la zona.

La superficie de bosque no es considerada dentro de las producciones del IASA, únicamente se realiza raleo dentro del bosque, y en zonas donde existe alta densidad poblacional, para mantener en un área de un metro cuadrado de 1 a 2 árboles, esta actividad se realiza una vez al año, realizando un corte a los árboles que tengan máximo 20 cm de diámetro y solicitando un permiso del Ministerio del Ambiente.

En la Figura 2 se visualiza la distribución espacial de la parte baja de la Hacienda El Prado.

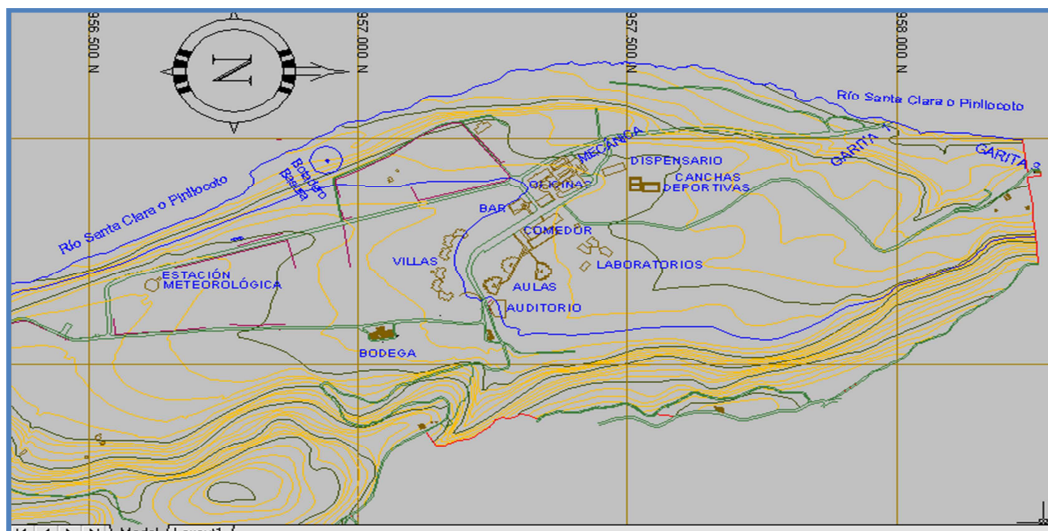


Figura 2. Mapa topográfico del IASA

Fuente: Luna, 2009

### 2.3 Clasificación y muestreo de desechos sólidos generados en el IASA I

#### a) Muestreo de desechos sólidos generados por estudiantes y personal

##### Materiales

1. Balanza Romana
2. 36 Tachos plásticos de basura de tapa de embudo de 80 litros (Desechos comunes y orgánicos, Papel y cartón, Plástico y vidrio)
3. 2 Tachos de plásticos de basura de 40 litros
4. 1 Tacho de plásticos de basura de 25 litros
5. 24 Tachos metálicos de 53 litros
6. 24 Cajas de Cartón
7. Fundas de basura 76 cm x 92 cm
8. 6 Contenedores de metal
9. Caseta de recolección de desechos comunes

### ***Métodos***

Se realizó la clasificación de desechos a través de la separación de los mismos en tachos plásticos de basura y tachos metálicos.

Los tachos de basura de capacidad de 80 litros, se diferenciaron de acuerdo al color de la tapa y su inscripción, es así que:

***Verde oscuro.*** Desechos comunes y orgánicos, con excepción del bar, en donde se hizo la separación de desechos exclusivamente orgánicos.

***Negra.*** Papel y cartón.

***Azul.*** Plástico y vidrio.

La distribución de los tachos y basureros que facilitaron la clasificación se especifica en la Tabla 4 que se presenta a continuación.

Tabla 4. *Distribución de los basureros y tachos, según localización*

<b>Desechos sólidos</b>				
<b>Localización</b>	<b>Comunes y orgánicos</b>	<b>Plástico y vidrio</b>	<b>Papel y cartón</b>	<b>Orgánicos</b>
<b>Laboratorios</b>	7 tachos 80 litros	7 tachos 80 litros	7 tachos 80 litros	
<b>Oficinas</b>	2 tachos 80 litros	2 tachos 80 litros	2 tachos 80 litros	
<b>Aulas</b>	24 tachos metálicos 53 litros	12 tachos metálicos 53 litros	24 cajas de cartón	
<b>Bar</b>	*2 tachos 80 litros	2 tachos 80 litros	2 tachos 80 litros	2 tachos 80 litros
<b>Auditorio y computación</b>	1 tacho 80 litros	1 tacho 80 litros	1 tacho 80 litros	
<b>Villas</b>	6 tachos metálicos 53 litros	6 tachos metálicos 53 litros		
<b>Dormitorios personal militar</b>	1 tacho de 40 litros	1 tacho de 40 litros	1 tacho de 25 litros	

\*Tachos de color verde y tapa negra, existentes en el sitio y propiedad de sus administradores. Se utilizaban únicamente para desechos comunes.

La distribución fue implementada en función de las zonas que se consideraban de mayor prioridad, se consideraron 4 grupos de separación de desechos:

**Comunes y orgánicos.** Son los desechos que se dirigirán a la recolección municipal, y se ubicaron en zonas donde se generaron mayor cantidad de desechos comunes, para esta categoría se debe considerar a: envases tetra pack, envases de yogurth, residuos orgánicos, fundas de productos de consumo (papas fritas, tostitos, sandwiches, etc.), desechos de la limpieza (papel higiénico, restos del barrido, servilletas). En general todo tipo de material que se encuentre con residuos de grasa, y que no pueda ser reciclado o reutilizado.

**Papel y cartón.** Son desechos que para determinar su peso real deben estar secos. Dentro de este grupo se incluye a: hojas de papel, carpetas de cartón, cajas de cartón, papel periódico, cajas de chicles y cigarrillos. En las zonas administrativas y laboratorios se localizaron tachos de plástico de 80 litros y para las aulas cajas de cartón con dimensiones mínimas de 20 cm x 50 cm de base y 60 cm de alto.

**Plástico y vidrio** Están dentro de este grupo todos los recipientes y empaques de plástico y vidrio que no contengan materia grasa, no estén rotos, ni contengan residuos de materiales tóxicos y peligrosos. Se incluyen botellas plásticas de líquidos, perfiles y carpetas de plástico, botellas y material de vidrio que no esté roto, fundas y/o envases que no tengan restos de alimentos o estén contaminados, envases de detergentes e insumos de limpieza bien lavados

**Orgánicos.** Los residuos orgánicos van a ser separados y recolectados exclusivamente en el bar, debido a su volumen y facilidad para una correcta separación. El bar se encarga de la venta de productos de consumo para estudiantes, además de tener la responsabilidad de preparar almuerzos para todo el personal del IASA (administrativos, profesores y trabajadores de campo).

Los datos de desechos comunes, plástico y vidrio, papel y cartón obtenidos de bodega y comercialización, debido a su ubicación y mínima cantidad, fueron depositados en los contenedores más cercanos.

En los respectivos sitios destinados a la clasificación de residuos, se colocaron carteles informativos con ejemplos de productos de desecho para cada grupo de clasificación.

En la Tabla 5 se presenta el calendario de recolección de desechos que fue coordinado con el personal encargado de realizar dicha actividad.

Tabla 5. *Calendario de recolección de desechos*

<b>Instalaciones</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
<b>Oficinas</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes
<b>Aulas</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes
<b>Auditorio y computación</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes
<b>Bar</b>	Comunes y orgánicos	Orgánicos	Comunes y orgánicos	Plástico y vidrio/ Papel y cartón/ Orgánicos	Comunes y orgánicos
<b>Laboratorios</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes
<b>Dormitorios personal militar</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes
<b>Villas</b>	Comunes		Comunes	Plástico y vidrio/ Papel y cartón	Comunes

El pesaje se realizó diariamente en la balanza romana con cada una de las fundas que se ubican en los tachos de basura, y la recolección interna se ajusta al calendario expuesto.

El botadero de basura que se encuentra ubicado dentro de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I, fue clausurado y los desechos clasificados se destinaron de la siguiente manera:



1. Desechos comunes: Recolección municipal
2. Desechos orgánicos: Lombricultura
3. Plástico y vidrio: Islas Ecológicas San Luis
4. Papel y cartón: Islas Ecológicas San Luis

***b) Capacitaciones para el personal de la institución y estudiantes***

***Materiales***

1. 27 Gigantografías para clasificación de desechos
2. 9 Gigantografías salud y seguridad ocupacional
3. 41 Carteles tamaño A4, información de separación de desechos

***Métodos***

El personal y los estudiantes de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_ IASA I recibieron información sobre la clasificación de los desechos generados en cada área y la correcta disposición de los mismos, además de la localización de los tachos de basura.

Se utilizaron gigantografías informativas para dar a conocer clasificación, recipientes y destino de los residuos, en los 4 bloques de aulas (4 para desechos comunes y orgánicos, 4 para plástico y vidrio, 4 para papel y cartón y 2 para información del destino final de desechos) y en el bar (2 para desechos comunes, 2 para plástico y vidrio, 2 para papel y cartón y 1 para información del destino final de desechos).

Como información importante, en el área de los laboratorios se incluyeron recomendaciones para fomentar la salud y seguridad ocupacional, fueron colocados 2 gigantografías para incentivar al adecuado manejo de reactivos y demás materiales, y así también, 7 gigantografías sobre la utilización del equipo de protección requerido durante las prácticas.

Los carteles A4, se ubicaron en la pared sobre cada uno de los tachos de basura: en los laboratorios (7 para desechos comunes y orgánicos, 7 para plástico y vidrio y 7 para papel y cartón), oficinas (2 para desechos comunes y orgánicos, 2 para plástico y vidrio, y 2 para papel y cartón), la zona compartida entre el auditorio y laboratorio de

computación (1 para desechos comunes y orgánicos, 1 para plástico y vidrio, y 1 para papel y cartón), dormitorio de los militares (1 para desechos comunes y orgánicos, 1 para plástico y vidrio y 1 para papel y cartón) y finalmente el bar (en donde se utilizaron 4 categorías: 2 para desechos comunes, 2 para plástico y vidrio, 2 para papel y cartón y 2 para desechos orgánicos; dichos carteles se ubicaron dentro de la cocina y en la parte externa del bar).

Además se organizaron charlas para fomentar la conciencia ambiental e informar de manera personalizada sobre las actividades, responsabilidades y la cooperación necesaria por parte de todas las personas que conforman la institución:

**Capacitación del personal.** Se realizaron charlas los días 29 de febrero, 21 de marzo y 02 de abril del año en curso.

**Capacitación de los alumnos.** Los días lunes de cada semana se organiza el minuto cívico en la institución, donde se dan a conocer disposiciones y noticias a docentes y estudiantes. En 3 distintas fechas: 02 de abril, 16 de abril y 07 de mayo del 2012, se comunicó a los estudiantes sobre el manejo de los desechos sólidos y su destino final.

La Figura 3, representa la ubicación de los carteles informativos sobre cada uno de los tachos de clasificación de basura.



Figura 3. Tachos de basura etiquetados, para clasificación de desechos

## **2.5 Análisis de suelo (agrícola, botadero de basura) y agua de riego**

Para analizar los suelos agrícolas, se consideró el manejo de agroquímicos, fertilizaciones y rotación. Dentro de la institución se manejan 60,5 hectáreas de cultivos, tanto intensivos como los de temporada

Los cultivos intensivos, bajo invernadero son: tomate riñón y rosas, por esta razón se tomaron muestras de suelos para determinar: nitritos, nitratos, conductividad, pH, salinidad, metales pesados, organofosforados, organoclorados y carbamatos.

Los cultivos de temporada como: chocho, trigo, quinua, avena y vicia solamente son sembrados una vez al año y en diferentes terrenos de cultivo, por lo que, no existe manejo de fitosanitarios, solamente una fertilización base y después de la cosecha se incorpora materia orgánica y se deja descansar al suelo hasta la siguiente época de siembra; en consecuencia, no se realizó análisis de estos suelos.

Se ubicó un botadero de basura en la coordenada UTM<sup>1</sup> 17 M 0787573; 9956950, que era utilizado para destinar indistintamente todos los desechos: comunes, orgánicos, papel, cartón, plástico y vidrio, tóxicos y peligrosos. Este lugar se caracteriza por ser una quebrada que no limita con ninguna fuente de agua y el tiempo que ha estado en funcionamiento es desconocido.

El agua que se utiliza para la producción y mantenimiento de la hacienda El Prado proviene del Río Pita, que ingresa a través de un canal en la parte alta del IASA (Pailones), el mismo que recorre varias fincas previo a la entrada de agua de Pailones.

El otro punto para analizar es el tanque de distribución de agua de riego para el IASA, ubicado frente a ganadería. A partir de aquí se utiliza agua para el uso diario de las producciones agrícolas.

En las muestras que se enviaron para análisis de agua a Gruntec Environmental Services, se evaluaron: Nitritos y nitratos, coliformes totales, carbamatos, organofosforados y organoclorados, cumpliendo con los protocolos de toma de muestra que solicitaron y utilizando los envases que se nos proporcionó.

Para el envío de muestras a GRUNTEC se siguieron los protocolos requeridos por el laboratorio. (Véase Anexo 3)

---

<sup>1</sup> Sistema de coordenadas geográficas *Universal Transverse Mercator* (Geoide de referencia WAS 84)

Se utilizaron los servicios de CICAM (Centro de Investigación y Control Ambiental); para la determinación de  $\text{DBO}_5^2$ ,  $\text{DQO}^3$ ,  $\text{RAS}^4$  y salinidad en agua y de materia orgánica en suelo. Para la toma de muestra se utilizaron los mismos protocolos que la empresa GRUNTEC.

Además, se realizaron análisis de agua en los laboratorios de la Carrera de Ciencias Agropecuarias, para determinar la presencia de *Escherichia coli*.

#### **a) Determinación de pH y temperatura del suelo**

##### **Materiales**

1. Equipo medidor de pH

##### **Métodos**

Después de tomada la muestra se realizó la calibración del equipo y la medición con el equipo medidor de pH. (véase Anexo 8)

En la Figura 4 se observa, en el lado izquierdo el equipo utilizado para la determinación de pH y en el lado izquierdo y en el lado derecho las soluciones tampón para la calibración del equipo.



**Figura 4.** Calibración del medidor del pH

---

<sup>2</sup>  $\text{DBO}_5$ : Demanda Bioquímica de Oxígeno

<sup>3</sup>  $\text{DQO}$ : Demanda Química de Oxígeno

<sup>4</sup>  $\text{RAS}$ : Relación de absorción de sodio

En la Figura 5 encontramos las muestras de suelo utilizadas para la medición de pH,



*Figura 5.* Muestras de suelo para la medición de pH

***b) Pruebas de determinación de E. coli (Medios de cultivo)***

***Materiales***

1. Medios de cultivo
  - Agar nutritivo
  - Agar Cled
  - Agar MacConkey
  - E.M.B Agar

***Métodos***

Se prepararon los medios de cultivo, para la realización de pruebas iniciales y confirmatorias, de enterobacterias y E. coli. (véase Anexo 9)

La inoculación de bacterias en uno de los medios de cultivo preparados en la parte derecha, mientras que en el lado izquierdo se observa el interior de la cámara de flujo laminar y el equipo utilizado para la inoculación, en la figura 6.



*Figura 6. Inoculación de bacterias en medios de cultivo*

## **2.6 Análisis del manejo agrícola**

### **a) Manejo de agroquímicos y fertilizantes**

#### ***Materiales***

1. Planificación de las aplicaciones trimestrales
2. Programación de la rotación de los cultivos
3. Bureta
4. Guantes
5. Venturi
6. Tanque de fumigación de 250 litros

#### ***Métodos***

A través de los responsables de las áreas pertinentes, se obtuvo los datos de la planificación trimestral de aplicaciones de productos agroquímicos, tanto para el cultivo de tomate como para rosas.

La información sobre rotación de cultivos nos permitió conocer el uso del suelo con los cultivos de temporada y la ubicación que tienen dentro de la Hacienda El Prado.

Para el monitoreo de la cantidad de residuo proveniente del proceso de fumigación en tomate se utilizó un sistema venturi. Después de la aplicación de los productos se midió el sobrante con una bureta.

#### ***b) Capacitación para el personal agrícola***

##### ***Materiales***

1. Traje de fumigación
2. Gafas y guantes
3. Botas
4. Mascarilla de carbón
5. Gigantografías de 30 x 40 cm

##### ***Métodos***

Se visitó a los trabajadores en cada una de las áreas agrícolas para realizar charlas de información y concientización a cerca del uso del equipo de protección para aplicación de agroquímicos, y su correcta manipulación. Se hizo énfasis en el manejo de las etiquetas de los productos, considerando principalmente los colores de las mismas, que denotan grado de toxicidad y dosificación, además del período de espera para el reingreso a los invernaderos.

#### ***2.7 Desechos tóxicos y peligrosos generados por estudiantes y personal del IASA\_I***

##### ***Materiales***

1. Caseta de desechos tóxicos y peligrosos
2. Encuestas
3. Programa de planificación de fumigaciones

### ***Métodos***

Se realizaron encuestas para obtener información sobre los desechos tóxicos y/o peligrosos que se generan en los 7 laboratorios y en el área productiva. Las mencionadas encuestas fueron llenadas por cada uno de los responsables y posteriormente los datos descritos fueron tabulados.

Se analizaron las posibles alternativas de gestores ambientales que pudieran presentar la mejor propuesta de servicio para destino final de desechos tóxicos y/o peligrosos, cumpliendo con todos los requisitos necesarios para trabajar con la empresa pública.

Se implementó para el almacenamiento de los desechos temporalmente una caseta de madera que será sustituida posteriormente por una estructura más adecuada.



## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el proyecto, incluyendo una breve discusión además de un análisis económico.

#### ***3.1 Clasificación y muestreo de desechos sólidos***

A continuación se va a detallar la cantidad anual de desechos sólidos producida por estudiantes y personal.

##### ***a) Muestreo de desechos sólidos generados por estudiantes y personal***

Dentro de la institución es variable la cantidad de personas que se encuentran asistiendo regularmente, en el IASA encontramos dos períodos académicos de 4 meses cada uno, el primero de marzo a junio y otro de septiembre a enero, para este período existe un incremento de 422 personas, que pertenecen a una categoría de estudiantes.

Por otra parte, durante el cese de las actividades académicas se presenta una cantidad de 138 personas, que se encuentran de planta, y son militares, servidores públicos y docentes.

Tabla 6, cantidad de personas que se encuentran en la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I:

Tabla 6. *Cantidad de personal de planta y estudiantes*

<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD #</b>
Militares	19
Servidores públicos	80
Docentes	39
Estudiantes	422
<b>Total</b>	<b>560</b>

La Tabla 7 contiene datos de pesaje de desechos obtenidos durante 8 semanas. Las primeras 4 semanas corresponden al período de vacaciones de los estudiantes en donde se mantuvo el funcionamiento del bar, el mismo que no contaba con regularidad de servicio debido a problemas con la administración.

En las 4 semanas restantes se reiniciaron las actividades académicas normales, el bar fue cerrado y no se reanudó la atención durante todo el período.

En el año 2012 existirán 310 días laborables, cada mes tendrá 25,83 días; considerando estos particulares se realizó el cálculo de generación de desechos durante 2 diferentes períodos.

Tabla 7. *Desechos producidos por persona al año*

<b>DESECHOS</b>	<b>PERÍODOS</b>	<b>PERÍODO kg/persona</b>	<b>AÑO kg/persona</b>
<b>Comunes</b>	<b>*Vacaciones</b>	11,55	21,17
	<b>.Académico</b>	9,62	
<b>Papel y cartón</b>	<b>*Vacaciones</b>	2,21	2,76
	<b>.Académico</b>	0,55	
<b>Plástico y vidrio</b>	<b>*Vacaciones</b>	0,75	1,27
	<b>.Académico</b>	0,52	

**\*Vacaciones:** Período de 4 meses al año

**.Académico:** Período de 8 meses al año

Se realizó el cálculo de la cantidad de desechos producidos, tomando en cuenta los valores generados durante los 2 períodos analizados.

Durante los 2 meses de análisis, los desechos comunes generaron la mayor cantidad de residuos, es así que, de los valores medidos diariamente, se calculó que por persona anualmente se obtienen 21,17 kg de estos desechos.

El papel y cartón, generan 2,76 kg/persona al año y de los pesajes de plástico y vidrio, se determinó un valor de 1,27 kg/persona al año.

La mayor cantidad de residuos que se obtuvieron durante los 2 meses de análisis, correspondió a los desechos comunes, debido a que se produjo la finalización del contrato con el bar, y para cubrir el servicio de alimentación del personal de planta de la Carrera, se transporta desde la Escuela Politécnica del Ejército las raciones de alimento contenidas en tarrinas plásticas, lo que incrementa la cantidad de desecho común, ya que éstas contienen grasa y se convierten en material no reciclable.

Los residuos papel y cartón, en la primera semana se contabilizó 35,15 kg de este material, siendo el valor más alto recogido de este tipo de desechos durante todo el monitoreo, esto se debe al almacenamiento de papel existente del ciclo académico anterior, es decir que, al concluir el período de clases debe recolectarse toda la cantidad de papel y cartón existente, sin descuidar ni permitir que estos residuos sean destinados con los desechos comunes.

Anteriormente la alimentación obligatoria del personal militar, servidores públicos y docentes, estaba a cargo del bar de la institución, por lo que una de las principales fuentes de desechos orgánicos es esta área.

Desde el comienzo del monitoreo, el bar ya no brindaba el servicio antes mencionado, únicamente preparaba pocas raciones para consumo voluntario del personal que asistía a sus labores, ya que había concluido el ciclo académico.

Se realizó separación y recolección de desechos desde el 13 de febrero de 2012 hasta el 05 de marzo de 2012, fechas en las que aún se mantenía el servicio del bar, pero con irregularidad, debido a problemas con la administración, hasta que finalmente se produjo su cierre.

En promedio, en el área del bar se prepararon y sirvieron desayunos y almuerzos diarios para 16 personas, los mismos que generaron 6,15 kg de desechos orgánicos por día; es así que se produjo 0,384 kg de desechos orgánicos/persona por día. Los valores mencionados deben ser considerados para un futuro en su reapertura. Durante todo el período de toma de datos mientras estuvo en funcionamiento el bar (14 días), se generaron 86,12 kg. Adicional a esto, se estima que en 310 días laborables del año, una persona genera 119,04 kg de desechos orgánicos.

En la bodega se acumuló un total de 340,95 kg de desechos orgánicos durante 2 meses de monitoreo, provenientes de la cosecha de tomate de uno de los invernaderos, y en la última fecha, se incluyeron 33,5 kg de desecho de choclo.

Se produjeron 307,45 kg de desecho de tomate riñón en un invernadero de 1600 m<sup>2</sup>, es decir 0,192 kg de desecho/m<sup>2</sup> durante todo el ciclo de cultivo (6 meses); aquí se pudo cuantificar la real cantidad de desechos generados por el tiempo de cultivo y por área.

#### ***b) Capacitaciones para el personal de la institución y estudiantes***

Los carteles colocados en los puntos estratégicos facilitaron la clasificación de los desechos, y la disposición de los mismos para el personal de limpieza. Dentro de la institución, existen 4 encargados de la limpieza, 1 para los laboratorios y los dormitorios de los militares, 1 para las villas, y 2 para el resto de las instalaciones antes mencionadas.

Conjuntamente con el personal se realizó la clasificación diaria de los desechos comunes, los mismos que fueron enviados a los contenedores de la caseta construida cerca de la entrada principal, para la recolección municipal los días martes y jueves; el plástico y vidrio, y el papel y cartón, fueron separados y dispuestos al parqueadero cubierto de los vehículos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I, un conductor designado fue capacitado para transportar, y depositar los materiales recolectados en las islas ecológicas ubicadas frente al centro comercial San Luis. Cabe mencionar que se

gestionó directamente con el Municipio de Rumiñahui la autorización para la disposición de los desechos descritos.

En la Figura 7 se observa a los encargados de la recolección de los desechos comunes dentro de la institución.



*Figura 7.* Disposición de desechos comunes en la caseta de recolección

Después de realizadas las charlas tanto para el personal como para los estudiantes, se observó un efecto favorable en el depósito de los desechos en los tachos clasificadores y existió participación activa de estudiantes, trabajadores, docentes y militares.

En la Figura 8, se observa una de las capacitaciones realizadas a los estudiantes y profesores de la institución.



*Figura 8.* Capacitación a estudiantes sobre clasificación de desechos

Las gigantografías de salud y seguridad en los laboratorios fueron colocadas en lugares visibles cerca de las entradas, en la Figura 9 se observa las gigantografías utilizadas.

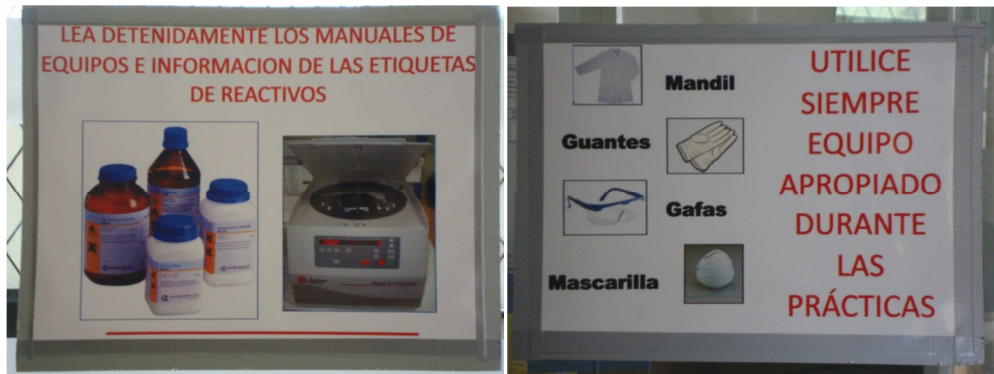


Figura 9. Gigantografías de salud y seguridad colocadas en los laboratorios.

### 3.2 Análisis de suelo (agrícola, botadero de basura) y agua de riego

#### a) Análisis de suelos

Los análisis realizados se basaron en los parámetros del Libro VI, Anexo 2, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), los resultados obtenidos se han resumido en Tablas que se presentan a continuación.

El pH de los diferentes puntos que se muestrearon, se encontraron dentro de los rangos permisibles del TULAS, con excepción de la muestra del botadero de basura, que tiende a la acidificación, y se encuentra 0,2 puntos menos del límite mínimo.

La Tabla 8 presenta los resultados del parámetro pH.

Tabla 8. *Determinación de pH y temperatura del suelo*

Punto	pH	TULAS	
Tomate 1	6,63	6 a 9	Cumple
Tomate 2	6,58		Cumple
Rosas	6,59		Cumple
Botadero	5,8		No cumple

El rango permisible de pH determinado por el TULAS está entre 6 a 8. Únicamente en el botadero de basura el pH fue 5,8 (resaltado de color naranja) se considera que existen procesos de fermentación que acidifican el suelo del lugar. Dicho valor no representa un riesgo ambiental.

La Tabla 9 presenta los resultados de materia orgánica y salinidad en los invernaderos de rosas y tomate:

Tabla 9. *Materia orgánica en los invernaderos de rosas y tomate*

Parámetros	Invernadero de Rosas	Invernaderos de Tomate (Laboratorios)	Invernaderos de Tomate (Camino a ganadería)	Fuentes de comparación agrícola
Materia orgánica (%)	1,15	1,23	1,02	RECOMENDABLE 2%

La materia orgánica en los 3 sitios de muestreo está por debajo de la recomendación que es 2% para manejo de cultivos.

Dentro de la producción agrícola, la cantidad de materia orgánica es un parámetro muy importante para analizar, es recomendable mantener 2% de materia orgánica en el suelo para reducir problemas de deficiencias y aumentar la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. En los casos puntuales de las áreas analizadas, para llegar a un contenido de 2% en el suelo se requiere incorporar: a) 28,9 toneladas de humus/ha en el invernadero de rosas, b) 26,18 toneladas de humus/ha en el invernadero de tomate (laboratorios), y c) 33,32 toneladas de humus/ha para el invernadero de tomate que se encuentra camino a ganadería.

En condiciones normales, el 0,2% de los nutrientes del suelo se encuentran disponibles, si se realizan las enmiendas de humus los ácidos húmicos pueden aumentar en un 25% la disponibilidad de nitrógeno, éste valor puede incrementarse si se adicionan microorganismos como *Azotobacter* sp., cuyas cepas son capaces de sustituir en un 30 a 40% el fertilizante nitrogenado; *Bacillus* sp., que es una bacteria solubilizadora de fósforo, puede sustituir hasta un 70% el fertilizante fosfórico.

Dentro del análisis de conductividad se utilizó la Tabla 10 que expresa el contenido de sales disueltas en función de la conductividad.

Tabla 10. *Tabla de conductividad eléctrica y contenido de sales disueltas*

Conductividad eléctrica			Contenido en sales disueltas
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	CE mmhos/cm	Riesgo	mg/l ó ppm
0-250	$0 - 2,5 \times 10^{-4}$	Bajo	160
250-750	$2,5 \times 10^{-4} - 7,5 \times 10^{-4}$	Medio	160 - 480
750-2250	$7,5 \times 10^{-4} - 2,25 \times 10^{-3}$	Alto	480 - 1440
más de 2250	más de $2,25 \times 10^{-3}$	Muy alto	mayor de 1440

Fuente: Cuenca, 1986

En la Tabla 11, de análisis de conductividad, nitrato y metales en suelo, se observa que todos los valores están por debajo de los límites máximos permisibles.



Tabla 11. *Análisis de conductividad, nitrato y metales en el suelo*

<b>Parámetros</b>	<b>Invernadero de Rosas</b>	<b>Invernaderos de Tomate</b>	<b>Botadero de Basura</b>	<b>TULAS</b>
<b>Conductividad mmhos/cm</b>	0,364	1,314	0,189	2
<b>Nitrato mg/kg</b>	55	419	43	5
<i>Metales</i>				
<b>Arsénico mg/kg</b>	0,7	1,1	1,3	12
<b>Azufre %</b>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
<b>Bario mg/kg</b>	134	206	231	750
<b>Cadmio mg/kg</b>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2
<b>Cobalto mg/kg</b>	7,1	8,7	8,7	40
<b>Cobre mg/kg</b>	26	33	33	63
<b>Cromo mg/kg</b>	16	19	17	65
<b>Estaño mg/kg</b>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
<b>Mercurio mg/kg</b>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,8
<b>Molibdeno mg/kg</b>	< 0,2	< 0,2	< 0,2	5
<b>Níquel mg/kg</b>	8,9	11	12	50
<b>Plomo mg/kg</b>	4,4	5,7	8,6	100
<b>Selenio mg/kg</b>	< 1,0	< 1,0	< 1,0	2
<b>Vanadio mg/kg</b>	73	84	74	130
<b>Zinc mg/kg</b>	48	66	59	200

Aún cuando los valores de conductividad en el suelo se encuentran por debajo de la legislación del TULAS, siendo analizado como parámetro productivo, el invernadero de tomate presenta un contenido de sales disueltas entre 0,480-1,440 mmhos/cm, lo que representa un riesgo alto para la producción, debido a que reduce la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Por otro lado, el invernadero de rosas contiene entre 0,160-0,480 mmhos/cm de sales disueltas en el suelo, este valor es considerado un riesgo medio de disponibilidad de recursos nutricionales.

La conductividad eléctrica determina también la salinidad del suelo. Y se indica que: a) 0 - 2 Suelos normales, b) 2 - 4 Quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles. Suelos ligeramente salinos, c) 4 - 8 Quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Suelos salinos, c) 8 - 16 Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes. Suelos fuertemente salinos, d) > 16 Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables. Suelos extremadamente salinos.

De acuerdo a la conductividad, se identifica que el grado de salinidad de todas las muestras corresponde a suelos normales.

La tabla 12 detalla los pesticidas organoclorados existentes en el suelo.

Tabla 12. *Pesticidas organoclorados en suelo*

Parámetros	Invernadero de Rosas	Invernaderos de Tomate	Botadero de Basura	TULAS
<i>Pesticida Organoclorados</i>				<b>0,1 mg/kg</b>
alpha-BHC mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
beta-BHC mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
delta-BHC mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
gamma-BHC (Lindane) mg/kg	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
Heptachlor mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Heptachlor Epoxide mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
p,p-DDD mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
p,p-DDE mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
p,p-DDT mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Endosulfan I mg/kg	< 0,03	<b>19</b>	< 0,03	
Endosulfan II mg/kg	<b>15</b>	<b>35</b>	< 0,03	
Endosulfan Sulphate mg/kg	<b>38</b>	<b>29</b>	< 0,05	
Endrin mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Endrin Aldehyde mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
a-Chlordane mg/kg	< 0,04	< 0,04	< 0,04	
g-Chlordane mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Alachlor mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Aldrin mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Butachlor mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Captan mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Chlorthal-dimethyl mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Chlorothalonil mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Dieldrin mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Iprodione mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Metachlor mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Methoxychlor mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Oxyfluorfen mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Quintozene mg/kg	< 0,03	< 0,03	< 0,03	

La legislación ambiental dispone que la cantidad de organoclorados totales debe estar por debajo de 0,1 mg/kg de suelo, todas las muestras analizadas se encuentran por sobre esta cantidad, los valores más significativos se encuentran resaltados con naranja y pertenecen al endosulfan (insecticida) en los invernaderos de tomate y rosas.

Se estima que las moléculas encontradas son consecuencia de acumulación por su uso en los cultivos, son de poca degradación en el suelo y es un contaminante que debe ser tratado para mantener un ecosistema equilibrado.

***b) Análisis de agua***

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados en Pailones (la entrada inicial de agua) y el Tanque-cisterna, que pertenecen a las entradas de agua de la Hacienda El Prado. Se utilizó el Libro VI, anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), para realizar las comparaciones de los resultados obtenidos.

Los resultados de los análisis de agua se presentan en la Tabla 13:

Tabla 13. Análisis de agua

Parámetros	Pailones	Cisterna	TULAS
pH	7,97	6,52	6-9
Sólidos disueltos mg/l	97,7	102,5	Grado de restricción: Ninguno
Conductividad mmhos/cm	0,153	0,159	Grado de restricción: Ninguno
RAS	4,20	3,60	Grado de restricción: Ninguno
Coliformes totales NMP/100 ml	2400	24000	1000
<i>Pesticida Organoclorados</i>			<b>0,02 mg/l</b>
Alachlor mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Aldrin mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
alpha-BHC mg/l	< 0,00003	< 0,00003	
beta-BHC mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
delta-BHC mg/l	< 0,00001	< 0,00001	
gamma-BHC (Lindane) mg/l	< 0,00004	< 0,00004	
p,p-DDD mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
p,p-DDE mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
p,p-DDT mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Butachlor mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Captan mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Chlorthal-dimethyl mg/l	< 0,0001	< 0,0001	
Chlorothalonil mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Dieldrin mg/l	< 0,00001	< 0,00001	
Endosulfan I mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Endosulfan II mg/l	< 0,00007	< 0,00007	
Endosulfan Sulphate mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Endrin mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Endrin Aldehyde mg/l	< 0,00003	< 0,00003	
a-Chlordane mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
g-Chlordane mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Heptachlor mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Heptachlor Epoxide mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Iprodione mg/l			
Metachlor mg/l	< 0,00001	< 0,00001	
Methoxychlor mg/l	< 0,00001	< 0,00001	
Oxyfluorfen mg/l	< 0,00002	< 0,00002	
Quintozene mg/l	< 0,00002	< 0,00002	

Tanto pH, sólidos disueltos y conductividad eléctrica se encuentran dentro de los límites permitidos por la legislación, no representan un riesgo ambiental.

La conductividad en las dos muestras de agua representa un riesgo bajo como afectación a la disponibilidad de nutrientes para el riego, conteniendo hasta un máximo de 160 ppm en sales disueltas, para la parte productiva.

La cantidad de coliformes totales existentes en el agua de ingreso a Pailones (2 400 NMP<sup>5</sup>/100ml) y el Tanque-cisterna (24 000 NMP/100ml) han sido resaltadas con naranja, debido a que se encuentra en un valor superior al límite máximo permisible del TULAS (coliformes totales: 1000 NMP/100ml). Para la muestra de Pailones se determina que la presencia de coliformes es producto del arrastre de desechos de las haciendas que se encuentran en los alrededores de la hacienda El Prado, representando un riesgo ambiental y a la salud humana. El Tanque-cisterna almacena agua proveniente de la laguna de Loreto; por no realizarse ningún tratamiento el valor presentado para coliformes totales no cumple con la Legislación para ser agua de riego.

Este valor se puede reducir con un tratamiento de agua como se realiza en el Tanque colector (3 libras de cloro en 10 000 galones de agua por semana y limpieza 4 veces al mes del receptor de agua), sin afectar las condiciones del agua para riego y obteniendo un valor de 0 de coliformes.

La Tabla 14 describe los organofosforados y carbamatos existentes en el agua analizada.

---

<sup>5</sup> NMP: Número más probable

Tabla 14. *Organofosforados y carbamatos en agua*

<b>Parámetros</b>	<b>Pailones</b>	<b>Cisterna</b>	<b>TULAS</b>
<b><i>Pesticida Organofosforados</i></b>			<b>0,1 mg/l</b>
<b>Cadsufatos mg/l</b>	< 0,00005	< 0,00005	
<b>Chlorpyrifos mg/l</b>	< 0,00003	< 0,00003	
<b>Diazinon mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Dichlorvos + Trichlorfon mg/l</b>	< 0,00005	< 0,00005	
<b>Dimethoate mg/l</b>	< 0,00009	< 0,00009	
<b>Disulphoton mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Enthoprophos mg/l</b>	< 0,00001	< 0,00001	
<b>Fenclorphos mg/l</b>	< 0,00001	< 0,00001	
<b>Malathion mg/l</b>	< 0,00001	< 0,00001	
<b>Mevinphos mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Ethyl Parathion mg/l</b>	< 0,00001	< 0,00001	
<b>Methyl Parathion mg/l</b>	< 0,00004	< 0,00004	
<b>Phorate mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Thiometon mg/l</b>			
<b>Terbufos mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Tolyfluanid mg/l</b>	< 0,001	< 0,001	
<b><i>Carbamatos</i></b>			<b>0,1 mg/l</b>
<b>Carbaryl mg/l</b>	< 0,001	< 0,001	
<b>Carbofuran mg/l</b>	< 0,0002	< 0,0002	
<b>Methiocarb mg/l</b>	< 0,0001	< 0,0001	
<b>Pirimicarb mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	
<b>Thiobencarb mg/l</b>	< 0,00002	< 0,00002	

Todos los valores expresados se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles determinados por el TULAS.

En la Tabla 15 se presentan parámetros adicionales para análisis de calidad de agua.

Tabla 15. *Parámetros adicionales de calidad de agua*

Parámetros	Pailones	Tanque-Cisterna	Límites máximos
Temperatura °C	12	15,7	a □ temperatura □ conductividad eléctrica
Dureza mg/l	70	68	150 y □300 mg/l
Nitrato mg/l	< 0,1	< 0,1	10 mg/l
DBO <sub>5</sub> mg/l	<2	<2	Índice de biodegradabilidad □
DQO mg/l	22	<10	0,4

La temperatura afecta directamente a la conductividad eléctrica del agua, ésta se incrementa aproximadamente en un rango de 2 a 3% si aumenta 1 grado *Celsius* de temperatura. Es así que, en el Tanque-cisterna, donde existe mayor temperatura también el valor de conductividad es más alto.

La dureza es un factor importante para los sistemas de riego, aguas con valores entre 150 y □300 mg/l pueden causar problemas debido al riesgo de que se tapen dichos sistemas. Aguas suaves son las que están entre 0-75 mg/l, se considera que las muestras cumplen con esta condición.

Los fertilizantes nitrogenados son las principales fuentes de nitratos en el agua. La Agencia de Protección del Medio Ambiente Norteamericana (EPA) describe que el límite máximo de nitratos en el agua es de 10 mg/l, y los valores presentados en la Tabla 15 se encuentran bajo el nivel.

La relación de DBO<sub>5</sub>/DQO es conocida como el índice de biodegradabilidad y representa la cantidad de materia biodegradable que existe en el agua, en Pailones es 0,09 y en el Tanque-cisterna es 0,2, lo que determina que en la muestra de Pailones el tipo de agua existente es no biodegradable, ya que cualquier valor menor a 0,2 expresa lo mencionado. Por otra parte, el agua del Tanque-cisterna es biodegradable, por encontrarse dentro del rango de 0,2 a 0,4, que define lo antes descrito.

**c) Pruebas de determinación de *E. coli***

Se realizaron pruebas de aislamiento inicial y confirmatorias con el fin de determinar la presencia de *E. coli* en agua.

Fueron determinadas 2 muestras de agua para el análisis, la una proveniente de Pailones por ser agua que ingresa a la hacienda sin tratamiento y la otra tomada del Tanque colector donde se realiza un proceso de desinfección con cloro.

La muestra del Tanque colector fue sometida a prueba para observar la presencia o ausencia de coliformes después de realizada la desinfección, y el agua de Pailones fue escogida para realizar una comparación de resultados entre agua sin tratamiento y agua con tratamiento.

***Pruebas de aislamiento inicial***

Después de la inoculación de la muestra en los diferentes medios de cultivo, en la primera revisión no se encontró crecimiento de ningún tipo de colonias, luego de 72 horas se realizó una última revisión y conteo de colonias.

La Tabla 16 presenta los resultados de inoculación de las pruebas iniciales.

*Tabla 16. Resultados de inoculación, pruebas iniciales*

<b>MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>PAILONES (UFC)</b>	<b>TANQUE-COLECTOR (UFC)</b>
MacConkey	2	0
EMB	0	0
Agar nutritivo	19	3

El crecimiento de bacterias en agar MacConkey es selectivo para enterobacterias. Los organismos fermentadores de lactosa producen colonias rosas o rojas que pueden estar rodeadas de una zona de bilis precipitada.

Únicamente se identificó crecimiento de 2 UFC (Unidades Formadoras de Colonias) en la muestra de agua de Pailones.



El agar nutritivo es usado para todo tipo de bacterias. El crecimiento bacteriano en este agar se observa en la superficie, por lo que se distinguen mejor las colonias pequeñas, pero permite solamente la observación de las mismas, es una prueba general y de rutina.

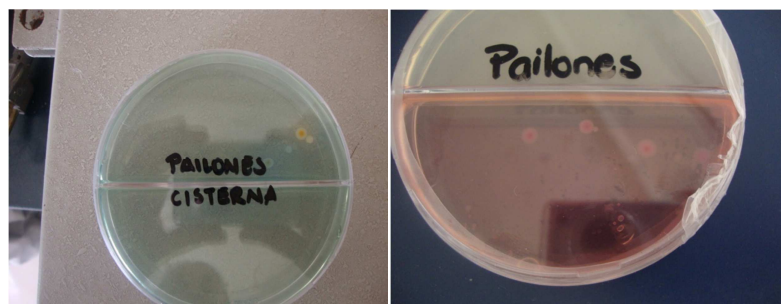
El agar EMB (agar con eosina y azul de metileno) es específico para *Escherichia coli*, cuando existe presencia de esta bacteria se desarrollan colonias de color verde metálico. No se desarrollaron colonias en este agar en ninguna de las muestras.

### **Pruebas confirmatorias**

Después de realizadas las siembras de las muestras para las pruebas confirmatorias, se encontraron 3 tipos de colonias diferentes en los 2 medios utilizados: una colonia amarilla y una colonia verde en agar CLED y solamente colonias rosadas en agar MacConkey.

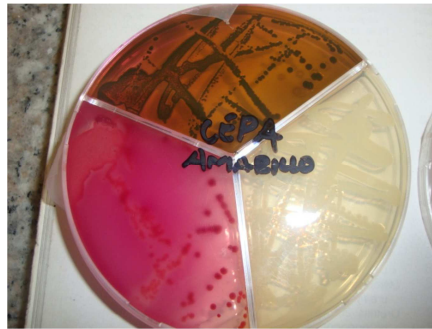
El agar CLED permite reconocer bacterias presentes en la orina, dando como resultado positivo la presencia de colonias azul verdosas. Tanto en las muestras de Pailones y el Tanque colector no se identificaron colonias con la mencionada coloración.

En la Figura 10, en el lado izquierdo encontramos el crecimiento de colonias en el medio de cultivo CLED (color verde), en el lado derecho se observa una caja bipetri con crecimiento de colonias en Agar McConkey (color rosa).



*Figura 10.* Cepas de colonias encontradas en Pailones

En la figura 11 se observa el crecimiento de la cepa amarilla después de una disolución de las cepas iniciales con su respectiva resiembra en los 3 medios de cultivo utilizados.



*Figura 11.* Pailones. Cultivo de cepa amarilla

Con la cepa amarilla no se produjo crecimiento de *Escherichia coli*, únicamente se identificaron colonias de enterobacterias en el agar EMB y MacConkey.

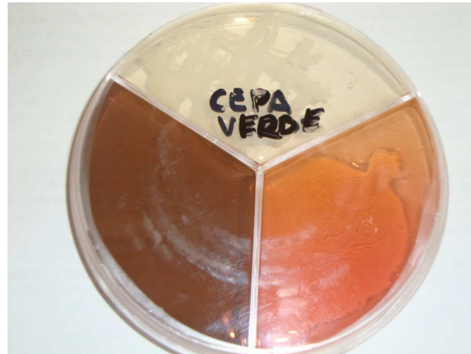
La Figura 12 presenta el crecimiento de la cepa rosa en los 3 medios de cultivo utilizados durante la prueba confirmatoria.



*Figura 12.* Pailones. Cultivo de cepa rosa, encontrada en Pailones

En la siembra de cepa rosa, no se observó crecimiento de *Escherichia coli*, solamente existen colonias de enterobacterias.

En la Figura 13 se observa el resultado obtenido de la cepa verde.



*Figura 13.* Pailones. Cultivo de cepa verde, encontrada en Pailones

A diferencia de las otras 2 colonias, la cepa verde dio resultado negativo de ser enterobacteria.

Posterior a las pruebas realizadas en el IASA\_I, se enviaron muestras de agua de Pailones y del Tanque cisterna al laboratorio GRUNTEC para determinar la cantidad de coliformes totales.

### ***3.3 Análisis del manejo agrícola***

#### ***a) Manejo de agroquímicos y fertilizantes***

Los cultivos de tomate y rosas, son manejados con: a) agroquímicos para enfermedades y plagas, y b) fertilizantes que son incorporados en el suelo y en forma foliar para mejorar la nutrición y desarrollo de las plantas.

El ciclo de cultivo de tomate riñón es de 6 meses, desde la primera labor agrícola hasta la cosecha final. El último ciclo de tomate en el invernadero de 1600 m<sup>2</sup> inició el 28 de septiembre de 2011 con la preparación del terreno, la siembra el 17 de octubre de 2011 y concluyó la cosecha el 26 de marzo de 2012.

Los productos aplicados en el cultivo de tomate se encuentran dentro de la categoría toxicológica IV (productos que normalmente no ofrecen peligro), y se han utilizado

fungicidas como el captan, carbendazim, azufre y sulfato de cobre; bactericidas como Agrygent, que se utilizó únicamente a manera de un proyecto de grado de un estudiante de la institución y no se encuentra dentro de la planificación, y finalmente se aplicó una sola vez un insecticida (evisect), esto demuestra que no se usan productos tóxicos en las producciones agrícolas, pero aún así deben aplicarse mayor cantidad de compuestos biológicos y orgánicos para disminuir la aplicación de los químicos y generar resistencia propia en las plantas.

En la Tabla 12, se observó la presencia de Endosulfan que sobrepasó los niveles permitidos por el TULAS, debido a la residualidad que existe del producto por aplicaciones anteriores.

Al ser el suelo ligeramente ácido la disponibilidad de calcio se ve reducida, por esta razón es importante aplicar enmiendas de este elemento en el cultivo de tomate.

En la primera etapa del cultivo se aplica nitrógeno para el crecimiento, luego fósforo para la floración y finalmente potasio para el engrose del fruto, como contribución adicional a lo que se encuentra en el suelo y para homogenizar dichos nutrientes en todo el cultivo.

En el cultivo de rosas se utiliza un fungicida de categoría III (producto poco peligroso), penconazol, 2 insecticidas de clase II (Producto moderadamente peligroso), diazinon y cartap, un insecticida de clase IV (Productos que normalmente no ofrecen peligro), imidacloprid, y finalmente el azufre que ayuda al control de hongos.

Cabe recalcar la importancia de observar continuamente la residualidad de los productos utilizados en el cultivo, por ejemplo endosulfan, que se encuentra sobrepasando los límites máximos permisibles del TULAS.

Al igual que el cultivo de tomate es necesario realizar aplicaciones de calcio debido a la ligera acidez del suelo, por otro lado el potasio y magnesio son importantes para controlar deficiencias en las plantas de rosas.

Durante las aplicaciones de fumigación y fertilización para los dos cultivos, se encontró en cada tanque de venturi (con tanque de 500 litros de capacidad)

aproximadamente 500 cm<sup>3</sup> de residuo, que se dispone directamente al suelo debido a que esta mínima cantidad no puede ser aplicada a través del sistema mencionado.

### ***b) Capacitación al personal agrícola***

Durante cada una de las labores realizadas por el personal de la Hacienda El Prado es fundamental la utilización de equipo de protección, tanto para las actividades agrícolas como en los talleres (taller mecánico y carpintería). Por esta razón, se ubicaron carteles informativos en las entradas a los vestidores del personal, con la finalidad de fomentar la utilización del equipo necesario.

La Figura 14, contiene las gigantografías utilizadas como carteles informativos para el personal sobre el uso de equipo de protección



*Figura 14.* Carteles informativos, seguridad laboral

### ***c) Rotación de cultivos***

Dentro de la planificación agrícola, existen áreas en las que únicamente se producen cultivos de temporada. Las actividades agrícolas que se realizan son: preparación del suelo, fertilización inicial (N-P-K), cosecha, y finalmente incorporación de la materia orgánica en el suelo, con un período de descanso de un año, facilitando de esta manera la recuperación del suelo.

En lo referente a los lotes en los que se siembra pastos, estos son manejados con una sola fertilización al año, y se utiliza el follaje a través de cortes.

### ***3.4 Desechos tóxicos y peligrosos generados por estudiantes y personal del IASA I***

Para determinar la cantidad de desechos tóxicos y/o peligrosos generados en las áreas agrícola y académica (laboratorios) de la Carrera de Ciencias Agropecuarias, se realizaron encuestas con la finalidad de conocer al detalle, el tipo y cantidad de desechos que mensualmente se enviarían a los gestores ambientales.

Los residuos producidos en las áreas mencionadas dan un total de 0,77 kg/persona al año. (véase Anexo 11).

Para el diseño del sistema de separación, recolección, almacenamiento y destino final del material tóxico y peligroso se consideraron sus características fisicoquímicas, toxicológicas, efectos sobre la salud y de compatibilidad (véase Anexos 13,14,15, 17), y se determinaron 2 gestores ambientales que constituyen las alternativas de destino para este material y son: a) Fundación Natura, y b) Incinerox.

Se consideró el envío a estos 2 gestores, debido a que Fundación Natura da tratamiento a desechos de tipo biológico e Incinerox trata el resto de desechos.

### ***3.5 Análisis económico***

Los costos e ingresos del presente plan de manejo ambiental han sido proyectados a un período de 5 años y se han tabulado en datos anuales. El ahorro del proceso de remediación anual del botadero constituye el principal ingreso que genera la implementación del mencionado plan.

En la Tabla 17 se presenta un resumen en dólares, de los ingresos y costos anuales.

Tabla 17. *Resumen anual de Ingresos y Costos (dólares)*

<b>Resumen anual de Ingresos y Costos (dólares)</b>	
<b>INGRESOS</b>	53 901,79
Humus de lombriz	1 548,19
Ahorro de proceso de remediación anual	52 353,60
<b>COSTOS</b>	5 834,50
Fundas de basura	568,80
Costos de incineración de tóxicos y/o peligrosos	594,48
Costo construcción de bodega de desechos tóxicos y/o peligrosos	897,00
Costos de estructuras e insumos	3 023,02
Costo de mano de obra en lombricultura	751,20
<b>UTILIDAD ANUAL</b>	<b>48 067,29</b>

La utilidad anual fue obtenida restando los costos de los ingresos y demuestra que el beneficio económico es mayor al costo de implementación.

El ingreso más significativo proviene del ahorro del proceso de remediación del botadero, porque al mantener el manejo ya establecido de desechos, como clasificación y correcto destino final, se asegura que a futuro no se utilicen otras áreas para disposición de desechos.

La utilidad calculada para el proyecto a 5 años es de \$240.336,47.

En la Tabla 18, se desglosan los factores que intervienen en la ganancia anual de la producción de humus:

Tabla 18. *Ganancia anual de producción de humus*

<b>GANANCIA ANUAL PRODUCCIÓN DE HUMUS</b>	Cantidad de materia orgánica (kg)	101 283,72
	Humus producido (kg)	10 837,35
	Precio por kg de humus (\$)	0,14
	<b>TOTAL (\$)</b>	<b>1 548,19</b>
	Costo de mano de obra al año (\$)	751,20

La cantidad de materia orgánica que se ha considerado para los cálculos de ganancia anual de producción de humus proviene únicamente de desechos del bar y bodega que anteriormente no eran depositados y utilizados para generar abono.

Para obtener la ganancia total en la producción de humus de lombriz se debe descontar el costo de mano de obra a la ganancia total, obteniendo anualmente \$796,99, y en 5 años generaría \$3984,95.

El costo del tratamiento del botadero se encuentra detallado en la Tabla 19.

Tabla 19. *Costo de tratamiento del botadero*

<b>COSTO DE TRATAMIENTO DEL BOTADERO (dólares)</b>	
Incineración	261 120,00
Extracción y movilización	648,00
<b>TOTAL</b>	<b>261 768,00</b>
<b>ANUAL</b>	<b>52 353,60</b>

La incineración fue el proceso seleccionado para el tratamiento del área del botadero, debido a que se encuentran desechos tóxicos y/o peligrosos mezclados con los demás residuos y no pueden ser separados del volumen total, ni degradados de manera natural.

El costo total de tratamiento es de \$261768 para 326,40 toneladas de suelo, tomando en cuenta que esta cantidad de suelo es producto de 5 años de disposición de desechos en esta área.

Inicialmente se debe cubrir este costo para que después de realizado el tratamiento, dicha suma de dinero sea considerada en los ingresos del análisis económico, por ser un ahorro para la institución, ya que el plan de manejo de desechos previene que otras áreas sean usadas de manera inapropiada depositando residuos.

El costo de fundas de basura se presenta en la Tabla 20.



Tabla 20. *Costo de fundas de basura*

<b>COSTO DE FUNDAS DE BASURA (dólares)</b>		
	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
Fundas negras	45,00	540,00
Fundas rojas	2,40	28,80
<b>TOTAL</b>	47,40	568,80

Las fundas de basura son insumos necesarios durante la separación y recolección de desechos, se requieren dos tipos de fundas, rojas para manejar desechos tóxicos y/o peligrosos y negras para los demás residuos. Es importante que se cuente con recursos económicos anuales (\$568,800) para la adquisición de estos artículos.

Anualmente se debe manejar un presupuesto para tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos. En la tabla 21 se presentan sus costos anuales.

Tabla 21. *Costo anual de tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos*

<b>TRATAMIENTO DE DESECHOS TÓXICOS Y/O PELIGROSOS (dólares)</b>		
	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
Tratamiento de tóxicos y/o peligrosos	42,00	504,00
Movilización	7,54	90,48
<b>TOTAL</b>	49,54	594,48

Tanto las actividades agrícolas como los laboratorios generan desechos tóxicos y/o peligrosos, para su tratamiento deben ser contratados los servicios de empresas como Incinerox y Fundación Natura. Anualmente se requiere \$594,48, para cubrir costos de tratamiento, movilización y etiquetado.

En la Tabla 22 se expresa el costo de construcción de la bodega de desechos tóxicos y/o peligrosos.

Tabla 22. *Costo de construcción de bodega de desechos tóxicos y/o peligrosos*

<b>COSTO DE BODEGA DE DESECHOS TÓXICOS Y/O PELIGROSO (dólares)</b>		
<b>DETALLE</b>	<b>ANUAL</b>	<b>TOTAL</b>
Construcción de bodega para desechos tóxicos y/o peligrosos (6,50 x 4,16x 2,10)	897,00	4485,00

El departamento de Desarrollo Físico de la Escuela Politécnica del Ejército, proporcionó información sobre el costo total de construcción de la bodega de desechos tóxicos y/o peligrosos, este valor fue considerado en el cálculo del costo anual para un período de 5 años.

En la Tabla 23 se detallan los costos anuales de mantenimiento del proyecto.

Tabla 23. Costos anuales de mantenimiento del proyecto

<b>COSTOS ANUALES DE MANTENIMIENTO DEL PROYECTO (dólares)</b>		
<b>DETALLE</b>	<b>PU</b>	<b>PT</b>
Análisis Gruentec		
<i>Suelos</i>	428,960	1286,88
<i>Agua</i>	243,04	486,08
Análisis CICAM		
<i>Agua y suelos</i>		238,56
Gigantografías de desechos	16,00	32,00
Gigantografías de seguridad laboral		60,00
<i>Basureros</i>	8,44	8,44
<i>Seguridades</i>	1,75	28,00
<i>Señaléticas</i>	7,00	7,00
Cinta adhesiva		
<i>9 m</i>	3,32	23,24
<i>48 yardas</i>		5,23
Cinta doble faz	3,23	3,23
Cinta adhesiva (cinta mágica)		7,00
Basureros grandes	14,00	560,0
Basureros pequeños	5,22	15,66
Toll		106,00
Clavos y alambre		19,50
Tirafondos y balanza		11,97
Techo de eternit	16,00	64,00
Etiquetas		20,75
Pinturas		27,48
Contenedores de metal	6,00	12,00
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>3023,02</b>

Los costos de mantenimiento del proyecto fueron determinados anualmente para cubrir análisis de laboratorio requeridos por la legislación y materiales necesarios para garantizar la aplicación del plan de manejo ambiental.

Adicionalmente, se considera que el plan de manejo ambiental es parte de la imagen de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I, ya que fomenta la conciencia ambiental y la consideración de acciones preventivas en pro del ambiente.

El plan de manejo ambiental para los laboratorios, es un proyecto complementario al proyecto de acreditación para prestación de servicios, que se encuentra en sus fases iniciales de estudio a cargo de la institución. A futuro es importante que se considere el costo de kg de tratamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos que es de \$1,376, debido al incremento que existirá de dichos desechos por servicios prestados y el presupuesto que se utilizará para su tratamiento.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

#### ***4.1 Manejo de desechos***

##### ***a) Desechos sólidos instalaciones del IASA I***

Se debe manejar un sistema de clasificación de desechos sólidos. Para realizar la separación de residuos se utilizan tachos clasificadores con sus respectivos rótulos informativos. Los integrantes del personal de limpieza son los encargados y responsables de cumplir con la clasificación y recolección de basura.

Dentro de la institución los desechos comunes deberán ser ubicados en la caseta construida en la entrada del IASA I; plástico y vidrio - papel y cartón, en el parqueadero cubierto de los vehículos de la Carrera; y los desechos orgánicos provenientes del comedor, bar, bodega general y restos agrícolas no reincorporados al suelo serán destinados a las camas de lombricultura.

Es indispensable que previo a la contratación del servicio del bar, se incluya dentro de las responsabilidades de sus administradores, la separación de todos los desechos generados y el transporte diario de los residuos orgánicos hacia el área de lombricultura.

Los desechos comunes serán recolectados y transportados por el camión municipal los días martes y jueves desde el sitio destinado para su depósito.

Plástico y vidrio - papel y cartón serán recolectados y almacenados una vez por semana los días jueves dentro de la institución, y se transportarán los días lunes de la semana siguiente en una camioneta de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I hacia las islas ecológicas ubicadas frente al centro comercial San Luis.

La Figura 15, es un flujograma resumen del destino de los desechos sólidos de la institución.

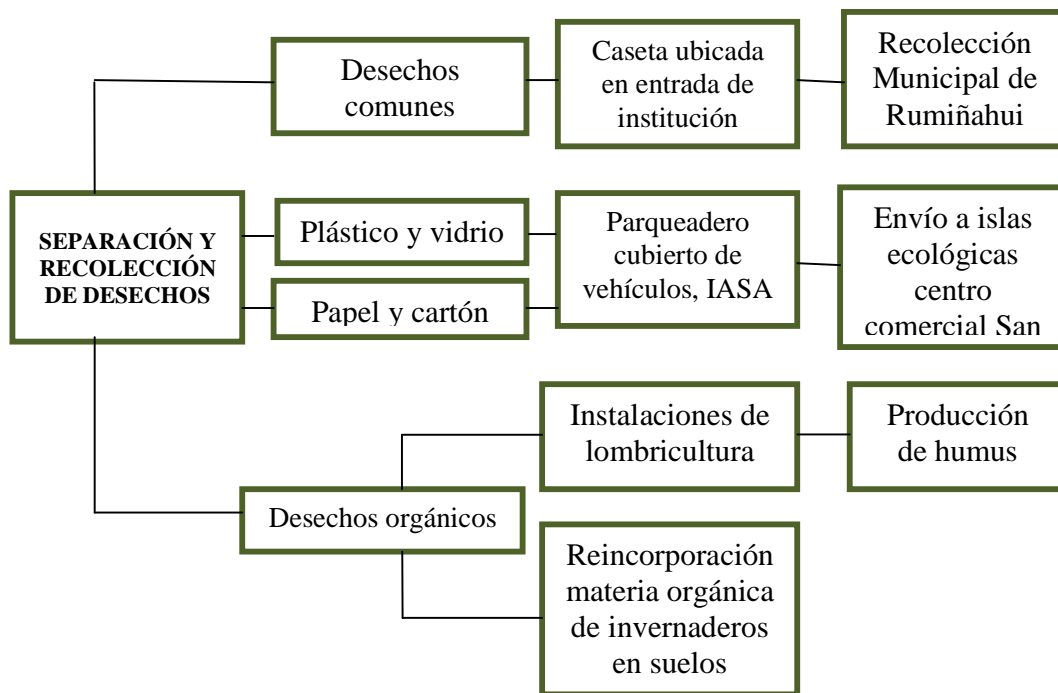


Figura 15. Flujo de destino de los desechos sólidos dentro de la institución

En la Figura 16, se observa el manejo general de residuos sólidos del IASA I.

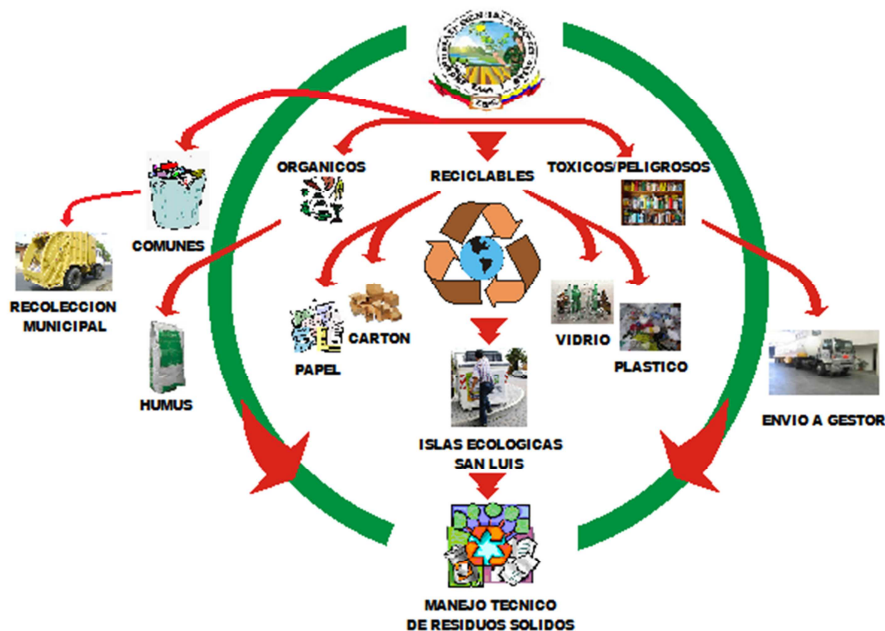


Figura 16. Manejo general de residuos sólidos del IASA I

### **b) *Desechos agrícolas***

Los desechos generados en los cultivos de temporada y en los invernaderos de tomate (podas y malezas) son reincorporados al suelo al final del ciclo de producción.

En los invernaderos de tomate durante la labor de podas, todos los residuos generados se mantienen sobre el suelo, como cobertura vegetal usada para control de malezas.

En el cultivo de rosas los desechos de podas y postcosecha deben ser acumulados y enviados hacia lombricultura.

### **c) *Desechos tóxicos y/o peligrosos***

Las principales fuentes de desechos tóxicos y/o peligrosos son los laboratorios y envases provenientes de fumigaciones y fertilizaciones de los diferentes cultivos agrícolas, dichos materiales serán recolectados en una caseta provisional, y almacenados por un tiempo no mayor a un mes, para luego ser enviados hacia los gestores ambientales que determine la Carrera. La estructura de almacenamiento será provisional hasta que se construya una bodega definitiva, cuya propuesta de medidas y materiales es la siguiente: 6,50 m x 4,16 m x 2,10 m, con el piso de concreto, cerramiento de malla y un borde de 60 cm de alto del suelo. La capacidad de dicha bodega será aproximadamente 100 kg de desechos.

Para el almacenamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos se debe tener en cuenta sus propiedades fisicoquímicas (véase Anexo 13), propiedades toxicológicas (véase Anexo 14), efectos específicos sobre la salud (véase Anexo 15) y compatibilidad (véase Anexo 17).

Las empresas que se seleccionaron para dar tratamiento a los desechos tóxicos y/o peligrosos fueron:

1. Fundación Natura: Residuos de peligro biológico (muestras de sangre). Se coordinará con Nancy Moscoso el convenio interinstitucional, las entregas, facturación y pagos.

*Contacto: Nancy Moscoso Vallejo:* Coordinadora Sistema de Manejo y Tratamiento de Desechos Infecciosos del D.M. de Quito. Dirección Elia Liut N 45-10 y Telégrafo Primero. Teléfono (593) 2 2274863 / 3317416 / 3317547, cel. 084470685 y dirección electrónica [nmoscoso@fnatura.org.ec](mailto:nmoscoso@fnatura.org.ec)

2. Incinerox: Tratará agares, tubos de ensayo, cajas petri, desechos líquidos, material cortopunzante, productos caducados, envases de reactivos, envases de agroquímicos realizados el triple lavado, productos agroquímicos caducados con sus respectivas hojas de seguridad. Para la selección del lugar se consideró 2 aspectos principales, los productos a tratar y la ubicación.

*Contacto: Liliana Granda Alvarez:* Asistente Técnico Comercial. Dirección Km 13,5 vía Pifo – Sangolquí. Teléfono 2481865 / 2802403 / 2481370 - EXT 105 / 097892792. Dirección electrónica [lilianagranda@incinerox.com.ec](mailto:lilianagranda@incinerox.com.ec)

Para la separación de los desechos tóxicos y/o peligrosos es importante utilizar fundas rojas, el almacenamiento será en tachos metálicos y cajas que serán depositadas en la bodega destinada para estos materiales. Los desechos deberán ser pesados y entregados con la hoja de recolección de desechos (véase Anexo 19), posteriormente se etiquetarán para el envío. Es importante que la permanencia de los desechos no sea mayor a un período de 30 días, principalmente por la capacidad de almacenamiento de la bodega temporal y el tipo de material a enviarse.

El transporte estará a cargo de Fundación Natura para su envío, mientras que, para los envíos a Incinerox se coordinará internamente que uno de los camiones que cumpla con los requisitos para transporte de desechos tóxicos y/o peligrosos (según norma INEN 2266) se dirija a las instalaciones de Incinerox (Planta Pifo) con el material a ser tratado.



El conductor y un auxiliar deberán poseer la capacitación pertinente, sobre la manipulación de los desechos antes mencionados, y el conductor necesitará mantener una licencia tipo E para realizar el transporte.

La Figura 17 resume el manejo de desechos tóxicos y/o peligrosos generados en las áreas agrícola y académica de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I.

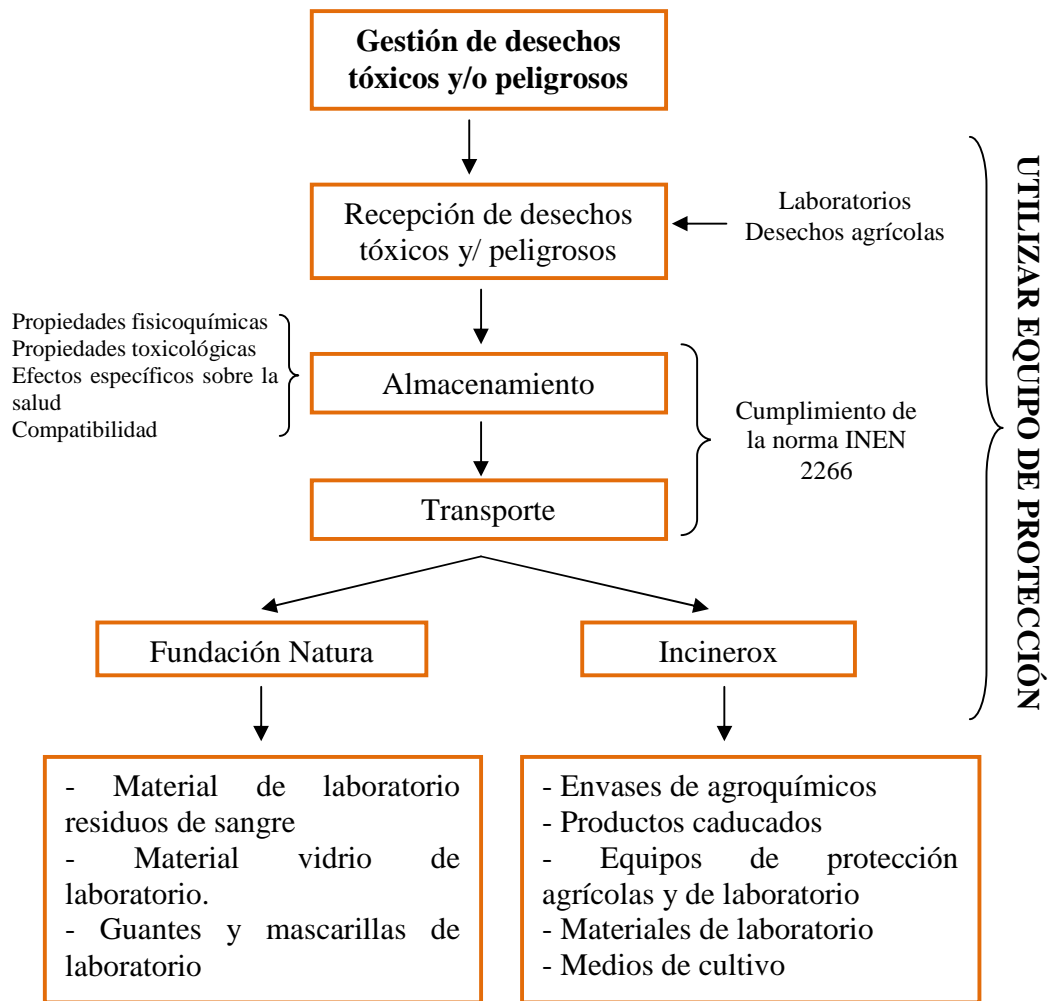


Figura 17. Flujograma de manejo de desechos tóxicos y/o peligrosos

#### **4.2 Plan de manejo de productos agrícolas**

Es importante mejorar las condiciones de los cultivos de tomate y rosas, la utilización de agroquímicos debe contar con un programa complementario de manejo de material para control biológico como *Trichoderma spp.* (recomendación de uso  $1 \times 10^8$  UFC por ml) para el control de botritis; y de extracción de microorganismos benéficos nativos de la hacienda El Prado (*Seudomonas*, *Azotobacter*, etc.) para reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Este proyecto puede tener como responsables a las personas encargadas de los laboratorios de entomología y fitopatología. Los resultados se observarán a largo plazo, por esta razón se debe manejar inoculaciones continuas (por lo menos 2 veces a la semana) de dichos microorganismos y monitoreo constante (trimestralmente toma de datos de incidencia de plagas y enfermedades).

La nutrición es importante, por lo que se realizarán enmiendas con humus para llegar a obtener 2% de materia orgánica en el suelo (Invernadero de rosas 28,9 toneladas de humus/ ha, el invernadero de tomate cercano a los laboratorios, 26,18 toneladas de humus/ ha y finalmente 33,32 toneladas de humus/ ha para el invernadero de tomate que se encuentra camino a ganadería.); además es importante aplicar un litro de biol por 200 cm<sup>3</sup> de agua en la fertirrigación para mejorar la disponibilidad de nutrientes, y reducir efectos negativos de la utilización de agroquímicos como es la clorosis. Es fundamental realizar continuos monitoreos de los parámetros de materia orgánica, conductividad, salinidad y RAS, en suelos y agua para ir determinando la mejora e interacción de dichos parámetros con el cambio.

#### **4.3 Plan de capacitación (salud ocupacional y seguridad industrial)**

La Hacienda El Prado debe mantener un programa de capacitación que incluya tanto a trabajadores agrícolas y de los talleres como a estudiantes y responsables de laboratorio.

Es importante enfatizar sobre la utilización de trajes de protección (chompa, capucha y pantalón), botas, gafas, mascarillas y guantes que deben ser utilizados apropiadamente durante la aplicación de productos agrícolas: los guantes sobre las mangas de la chompa y botas por debajo de las bastas del pantalón para reducir el riesgo de que el producto entre en contacto con la piel de la persona que aplica.

En la Figura 18 se ejemplifica el equipo de protección necesario para la aplicación de productos en el área agrícola.



*Figura 18.* Equipo de protección para fumigación

A los frascos que se utilizan se debe realizar un triple lavado (escurrimiento total del contenido del frasco, primer lavado con el frasco completamente vacío, otro lavado de la parte externa del envase y finalmente una perforación del mismo), como se observa en la Figura 19.



Figura 19. Triple lavado de envases agrícolas, previo al tratamiento

Se deben realizar charlas informativas dos veces al año, sobre el riesgo del uso de agroquímicos para la salud, tiempos de espera para el reingreso a los invernaderos, y se coordinará con los docentes que estén capacitados en la materia.

Se mantendrán las gigantografías sobre el uso adecuado del equipo de protección, colocadas en los vestidores de los trabajadores agrícolas y en los talleres (mecánico y carpintería).

Uno de los diseños utilizados como información sobre equipo de protección se observa en la Figura 20.



Figura 20. Diseño de gigantografía sobre el equipo de protección

En los laboratorios de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I se cumplirán todos los protocolos para las diferentes prácticas, sobretodo en manejo de reactivos. Existen gigantografías que permanecerán dentro de cada uno de los laboratorios con información sobre los requisitos de protección. Para el personal y estudiantes será obligatoria la utilización de equipo de protección (mandil, guantes, gafas y mascarilla), como se observa en el material informativo de la Figura 21.



Figura 21. Diseño de gigantografía de uso de equipo de protección en laboratorios

Se pondrá a disposición el plan de manejo de desechos tóxicos y/o peligrosos en las instalaciones tanto para estudiantes y responsables como para el personal de limpieza, así mismo estará disponible información como días de recolección, tipo de fundas a utilizar y destino final que tendrán cada uno de ellos.

El personal que se encuentre en contacto con desechos tóxicos y/o peligrosos será capacitado sobre los principales tipos de riesgos para la salud, seguridad y ambiente. Siguiendo la norma INEN 2266 *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos*, cuyos puntos más relevantes son mencionados posteriormente.

La recolección y almacenamiento se encontrará a cargo de un responsable de los laboratorios, deberá manejar la información necesaria para los envíos y conocerá sobre

los riesgos, equipos de protección personal y cómo responder en caso de que ocurran accidentes con material tóxico y/o peligroso:

1. Identificación del material y del proveedor
2. Identificación de peligrosos
3. Composición e información de los ingredientes peligrosos
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas que deben tomarse en caso de derrame accidental
7. Manejo y almacenamiento
8. Propiedades físicas y químicas
9. Estabilidad y reactividad
10. Información toxicológica
11. Información ecotoxicológica
12. Información relativa a la eliminación de los productos
13. Información relativa al transporte
14. Información sobre la reglamentación
15. Otras informaciones

Para el transporte de desechos tóxicos y/o peligrosos, se capacitará al conductor y un auxiliar sobre la seguridad que debe tener el vehículo, la forma correcta de colocar y distribuir la carga, la información que debe ser llenada, entregada y horarios de recolección y entrega al gestor.

Toda persona que transporte material tóxico y/o peligroso deberá tener conocimiento de la norma INEN 2266 en la que se detalla lo siguiente:

1. Buenas prácticas de envase/embalaje
2. Procedimiento de carga y descarga
3. Estibado correcto de materiales peligrosos
4. Compatibilidad y segregación
5. Planes de respuesta a emergencias
6. Manejo de equipo para derrames
7. Mantenimiento de la unidad de transporte
8. Manejo defensivo
9. Aplicación de la señalización preventiva
10. Primeros auxilios

#### ***4.4 Plan de prevención y mitigación***

Los desechos sólidos que serán dispuestos a la recolección municipal se llevarán en fundas plásticas hacia la caseta y se colocarán en los tachos ubicados en este lugar, impidiendo que existan restos de basura en lugares no permitidos y reduciendo el impacto ambiental y visual de los mismos.

De igual manera, plástico y vidrio - papel y cartón, serán almacenados en fundas plásticas y apiladas en el parqueadero cubierto de los vehículos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I, se transportarán en una camioneta de la institución a las islas ecológicas del centro comercial San Luis, el primer día de la semana siguiente, y no se almacenarán por más de 5 días.

Todos los desechos tendrán que ser depositados en los 3 sitios descritos anteriormente: caseta de desechos comunes, parqueadero cubierto de los vehículos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias\_IASA I para plástico y vidrio – papel y cartón, y bodega de almacenamiento de desechos tóxicos y peligrosos. Se prohíbe terminantemente la utilización de cualquier otro espacio de la Hacienda El Prado como botadero de basura, y en caso de comprobarse un hecho como el mencionado, se

sancionará al o los infractores de acuerdo a lo dispuesto por las autoridades de la Carrera de Ciencias Agropecuarias.

Los restos de las podas de los árboles que se realizan una vez al año deberán ser reincorporados en el suelo y no ser arrojados en la quebrada del río Pinllocoto, para prevenir daños ambientales.

Es fundamental que se dé un manejo controlado del almacenamiento de productos y desechos tóxicos y/o peligrosos, tales como reactivos de laboratorio, medios de cultivo, material biológico y agroquímicos.

Todo producto y desecho tóxico y/o peligroso debe almacenarse en un lugar aireado, correctamente etiquetado y considerando su compatibilidad, toxicidad y características fisicoquímicas (véase Anexos 13, 14, 17).

La construcción de la bodega de almacenamiento de desechos tóxicos y/o peligrosos deberá contemplar las bases del piso que garanticen evitar derrames, este será de concreto con un bordillo de 60 cm de altura, que constituye una medida preventiva para contener posibles lixiviados y evitar derrames.

Para asegurar la máxima aireación la bodega será cercada con malla que permite la constante entrada y salida de aire. Se utilizará eternit para el techo, con una altura de 2,10 m.

Cada uno de los laboratorios y lugares de almacenamiento deben contar con extintores, botiquines de primeros auxilios y equipos de limpieza en caso de derrames.

La información sobre el procedimiento a seguirse en caso de emergencias debe estar visible, y ser parte de la capacitación de los responsables y personal de limpieza.



#### ***4.5 Plan de relaciones comunitarias***

Se mantendrá a los estudiantes en contacto con el proyecto, formando un club ecológico dentro de la institución, que tendrá como responsabilidades el mantenimiento de la señalización, y como beneficio la organización de eventos para el financiamiento de las actividades a realizarse. (Convenios ambientales y capacitación del personal de la institución y estudiantes sobre los riesgos y conciencia ambiental)

Enkador es una industria que complementa sus funciones con un programa de reciclaje de botellas plásticas, se puede realizar un convenio de la institución con esta empresa.

#### ***4.6 Plan de monitoreo y seguimiento***

Se realizará un seguimiento de todas las actividades, en la entrada de la Hacienda El Prado se controlará que los días martes y jueves ingrese el camión municipal de recolección de basura. Dentro de la institución se colocarán hojas de registro que firmará el personal de limpieza, con la finalidad de mantener un control sobre la recolección de los desechos en las diferentes áreas y el transporte diario de los mismos a los diferentes destinos. Las hojas se encontrarán en los laboratorios, oficinas, villas, y finalmente en las aulas. Igualmente el responsable de la recolección y envío de los desechos tóxicos y/o peligrosos mantendrá registros mensuales.

Por otro lado, se determinará la producción del área de lombricultura en función del humus que se comercializa y del que se puede aplicar en los cultivos de tomate y rosas.

Se realizará un monitoreo interno una vez al año, considerando las variables: cantidad de desecho (orgánico, común, plástico y vidrio, papel y cartón) por persona al año y cantidad de desecho tóxico y/o peligroso al mes, para determinar si el sistema utilizado mejora, se mantiene o existen problemas para ser ejecutado. También se

tomará en cuenta la calidad de agua de riego analizando coliformes, RAS, pH, temperatura, conductividad, sólidos totales, pruebas de organofosforados, carbamatos y organoclorados, DBO<sub>5</sub> y DQO, para el suelo agrícola será necesario pruebas de organofosforados, carbamatos y organoclorados, metales, conductividad, salinidad, para comparar sus valores con el TULAS.

Pruebas de nitratos y materia orgánica, deben ser realizadas para mejorar las condiciones productivas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### *a) CONCLUSIONES*

1. El índice de utilización de material plástico y vidrio no se redujo durante todo el monitoreo realizado; la mayor cantidad provino de botellas plásticas de líquidos, generando un valor total de 1,27 kg/persona al año, el reciclaje de este desecho fue la opción más aplicable debido a que el 100% del peso semanal recolectado fue fácil de transportar y disponer en el sistema municipal de reciclaje del cantón Rumiñahui.

En la actualidad, la reducción de la utilización de estos materiales no se consideró viable por la ubicación de la institución en una zona apartada y la difícil obtención de agua apta para consumo humano, por lo que se requiere agua embotellada.

2. El papel y cartón se generó en 2,76 kg/persona al año, valor que no fue reducido durante la etapa de monitoreo pero fue enviado en su totalidad al sistema municipal de reciclaje del cantón Rumiñahui.

Existe una alternativa puntual para disminuir el uso de papel a través de la creación de un espacio de almacenamiento de documentos dentro de la página *web* de la ESPE, para que cada profesor recepte trabajos y tareas enviadas por los estudiantes y se evite su impresión. Para crear este espacio de almacenamiento dentro de la página *web* se requiere técnicos capacitados con los que cuenta la Universidad, es decir que lo único necesario es la aprobación y gestión por parte de las autoridades del IASA\_I.

3. La cantidad de desechos comunes producidos fue de 21,17 kg/persona al año, dicho residuo incrementó en promedio 17,72 kg/persona al año de desechos debido al uso de tarrinas plásticas utilizadas en el transporte de alimento para el personal de la institución desde la ESPE.

4. En el área del bar el índice de generación al año es de 119,04 kg/persona de desechos orgánicos, este valor se relaciona en lombricultura con la producción de 12,7 kg de humus/persona al año.
5. El índice de desechos orgánicos del área agrícola para el cultivo de tomate es 0,192 kg de desecho/m<sup>2</sup> por 6 meses (ciclo de cultivo), al año existen 1,7 ciclos de producción, aportando con la elaboración de 0,034 kg de humus/m<sup>2</sup> de cultivo. De la misma forma en el cultivo de rosas, el índice de generación es 0,624 kg de desecho/m<sup>2</sup> por año, contribuyendo a la producción de humus en 0,066 kg de humus/m<sup>2</sup>.
6. Dentro de la producción agrícola es importante manejar un 2% de materia orgánica en el suelo, a través de enmiendas con humus en los invernaderos de rosas 28,9 toneladas de humus/ha, el invernadero de tomate (frente a los laboratorios) 26,18 toneladas de humus/ha y finalmente 33,32 toneladas de humus/ha para el invernadero de tomate que se encuentra camino a ganadería. Con dicho proceso existirá disponibilidad de nutrientes, potencializando el efecto de los agroquímicos utilizados por las condiciones que presentan las plantas. Los ácidos húmicos aumentan un 25% la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, factor importante a considerar para la reducción del uso de fertilizantes químicos.
7. Con la adición de humus en el suelo en promedio se incrementa el rendimiento de los cultivos en 0,5 kg/m<sup>2</sup> (aproximadamente 800 kg en un invernadero de 1600 m<sup>2</sup>), resultado que se observará paulatinamente a partir del segundo año de iniciadas las enmiendas, optimizando los recursos utilizados en la producción.
8. El índice anual obtenido de desechos tóxicos y/o peligrosos es de 0,771 kg/persona, el costo de tratamiento por kilogramo para este desecho es de \$1,376, valor que debe estar incluido en el presupuesto anual que maneja la institución.
9. El costo de remediación del botadero propuesto en el plan de manejo ambiental es de \$240 336,47, siendo el principal ingreso económico que recibe la institución en un período de 5 años. Se considera como ahorro el costo de remediación, para operaciones futuras, evitando utilizar nuevas zonas de la Hacienda El Prado como botadero.

***b) RECOMENDACIONES***

1. Se recomienda realizar un estudio de biorremediación principalmente para endosulfan en suelo para los invernaderos de rosas y tomate.
2. Realizar las capacitaciones con personal especializado en temas de seguridad laboral y ambiental, 2 veces al año.
3. Es importante integrar dentro de los fungicidas el uso de *Trichoderma sp.* como parte de un programa de control biológico para botritis.
4. Tanto para los cultivos de tomate y rosas se debe considerar como políticas de tratamiento el control biológico e integrar las especies nativas, además de manejar la cantidad de materia orgánica en 2% para mejorar las condiciones del suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre, S., Arce, M. y Jaya, R. (2010). *Situación actual de los desechos sólidos y líquidos generados por el área productiva y administrativa de la Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias IASA I*. Sangolquí-Ecuador.
2. Alvarez, M., Boquet, E., Fez, M. (2012). *Manual de técnicas en microbiología clínica*. Pp. 32-34,39,69.
3. Andrade, S., Andrade, S. (1999). *Estudio detallado de suelos y levantamiento agroecológico con fines de riego de la parte baja de la Hacienda el “Prado”*. Sangolquí-Ecuador. Pp. 24-28
4. Cadena, E., Caicedo, E. (1999). *Estudio semidetallado de suelos de la parte alta de la Hacienda el Prado (IASA) Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha*. Pp. 47
5. Echezuría, C. (2008). *Quito habitable y armónica. Publicación de la Dirección de Comunicación de Diálogo Social del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito-Ecuador. Pp. 47-48
6. Fundación Natura, (1994). *Manejo de Desechos Domésticos y Especiales en el Ecuador*. Primera Edición. Quito-Ecuador. Pp. 82-83
7. Gerar, K. (1999). *Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Contaminación Ambiental, Volumen II*. Mc. Graw Hill. Aravaca, Madrid. Pp. 569-584
8. Gerar, K. (1999). *Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Tratamiento de Residuos Peligrosos, Volumen III*. Mc. Graw Hill. Aravaca, Madrid. Pp.1076, 1077

9. Luna, M. (2009). Informe, levantamiento topografico IASA 2008, Sangolquí-Ecuador.
10. MA-56 (Estación agrometereológivca IASA\_1), (2011). Estación Agrometereológica ubicada en la Hacienda El Prado, Sangolquí-Ecuador.

***Páginas web.***

1. Cuenca, J. (1986). Criterios de interpretación de la calidad agronómica de las aguas de riego. Recuperado en 15 de abril de 2012, de <http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/recomencriteriosdeinterpretacionaguas.pdf>
2. Manejo desechos sólidos. (2007). Desechos sólidos. Recuperado en 04 de abril de 2012, de <http://www.desechos-solidos.com/manejo-desechos-solidos.html>
3. Proyecto Regional Andino de Adaptación Bolivia, Ecuador, y Perú. (2007). Manual de Manejo de Herbicidas y Plaguicidas. Recuperado en 10 de mayo de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/30879235/ManejoAgroquimicos>.
4. Pozo, D. (2010). Estudio de las áreas potenciales para la reforestación de la Hacienda El Prado IASA I – Sangolquí. (en línea). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador. Recuperado en 16 de diciembre de 2011, de <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2589/1/T-ESPE-IASA%20I-004283.pdf>
5. Reciclaje y sus beneficios. (2012). Colombia. Recuperado en 01 de abril de 2012, de <http://www.enviaseo.gov.co/content/40/img/RECICLAJEYSUSBENEFICIOS.pdf>
6. Reciclaje de residuos sólidos. (2012). Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A.C. México. Recuperado en 02 de abril de 2012, de <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Reciclaje%20de%20residuos%20solidos.pdf>

7. Residuos tóxicos y peligrosos. (2010). Ecología. Vida ecológica. Recuperado en 01 de abril de 2012, de <http://www.vidaecologica.info/residuos-toxicos-y-peligrosos/>
  
8. Romero, A. (2012). Incineración de residuos sólidos urbanos. Recuperado en 25 de marzo de 2012 de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/C2-315.pdf>
  
9. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria en Ecuador (TULAS). (en línea). Recuperado en 15 de diciembre de 2011 de <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/>