T-004

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST Y LOMBRICOMPOST EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL FORESTAL HORIZONTES (E.E.F.H.) DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN GUANACASTE (A.C.G.)

PRESENTADO POR: ESTEBAN MATARRITA ROJAS

NOVIEMBRE, 2011

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
2. JUSTIFICACIÓN 2
3. ANTECEDENTES 5
3.1. La Estación Experimental Forestal Horizontes 5
3.2. El Programa de Restauración y Silvicultura (P.R.S.) 6
4. OBJETIVOS 8
4.1. Objetivo general. 8
4.2. Objetivos específicos 8
5. METODOLOGÍA 8
5.1. Tipo de investigación y Enfoque: 9
5.2. Criterio de selección del objeto de estudio: 10
5.3. Procedimiento metodológico. 10
5.3.1. Etapa 1: Descripción ambiental 10
5.3.2. Etapa 2: Proyecto piloto de producción (prueba experimental) 12
5.3.3. Etapa 3: Propuesta de plan de trabajo U.I.P. / E.E.F.H. 13
5.3.4. Etapa 4: Consideraciones finales 13
6. CRONOGRAMA: 14
7. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN AMBIENTAL (FACTORES BIOLÓGICOS, FÍSICOS Y SOCIALES) 15
7.1. Descripción de ASVO y la U.I.P. 15
7.2. La Estación Experimental Forestal Horizontes 17
7.3. Descripción del Programa de Restauración y Silvicultura 18
7.4. Descripción Ambiental de la Estación Experimental Forestal horizontes (E.E.F.H.) 20
7.4.1. Descripción de factores biológicos: 20
7.4.2. Descripción de factores físicos: 32
7.4.3. Descripción socioeconómica: 34
7.5. Utilización de lombricompost en los proyectos de restauración y reforestación 43
7.5.1. Proyecto de restauración y reforestación "la Esperanza" 43
7.5.2. Proyecto de reforestación "el túnel verde" 44

7.6. Resultados 45
7.6.1 Resultados relacionados a factores biológicos 45
7.6.2. Resultados relacionados a factores Físicos: 46
7.6.3. Resultados relacionados a factores Socioeconómicos: 47
8. CAPÍTULO II: PROYECTO PILOTO DE PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS (PRUEBA EXPERIMENTAL) 47
8.1 Aspectos generales del área de producción del proyecto piloto: 47
8.2. Especificaciones técnicas de los productos (compost y lombricompost) 48
8.2.1. Características del compost: 48
8.2.2. Propiedades del compost: 48
8.3. Proceso de producción de compost 49
8.3.1. Equipo, materiales y recursos empleados en la producción de compost. 49
8.3.2. Diseño de la pila de compost: 50
8.3.4. Operaciones requeridas en el proceso de producción de compost en pila 52
8.3.5. Diagrama de flujo del proceso de producción de compost 58
8.3.6. Parámetros importantes a considerar (Fases de descomposición del compost) 60
8.3.7. Resultados en del proceso de producción de compost en pila 61
8.4. Lombricompost 63
8.4.1. Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida) 63
8.5. Proceso de producción de lombricompost 65
8.5.1. Diseño de la cama de lombricompost. 65
8.5.2 Equipo, materiales y recursos requeridos para la producción de lombricompost 67
8.5.3 Operaciones requeridas para la producción de lombricompost. 68
8.5.4. Diagrama de flujo del proceso de producción de lombricompost 70
8.5.5. Resultados en del proceso de producción de lombricompost 71
8.6. Estimación de producción de materias primas dentro de la estación 73
8.6.1 Taza de generación de residuos orgánicos provenientes de la cocina de la E.E.F.H. 73
8.6.2 Generación de estiércol de ganado. 74
8.6.3. Generación de material vegetativo (residuos de jardín) 74
8.7. Propuestas de producción de compost y lombricompost. 75
8.7.1 Propuesta de Producción de compost 75

8.7.2. Costos por compra de material y equipo en el proceso de producción de compost en pilas 76

8.7.3. Comparación entre residuos producidos y la capacidad de producción de compost en pila. 76

8.8. Propuesta de Producción de lombricompost 77

9. CAPÍTULO III: PROPUESTA DEL PLAN DE TRABAJO U.I.P. / E.E.F.H. 80

9.1 Plan de trabajo 80

9.2 Mecanismos de Revisión 85

10. CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES FINALES 85

10.1 Conclusiones. 85

10.2 Recomendaciones. 86

11. BIBLIOGRAFÍA. 90

12. ANEXOS 96

12.1 Anexo 1. Boleta: Pre informe de gira U.I.P. 96

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la E.E.F.H. en el Área de Conservación Guanacaste. 6
Figura 2. Mapa del Área de Conservación Guanacaste 18
Figura 3. Esquema de las coberturas vegetales 21
Figura 4. Mapa de uso y cobertura del suelo 26
Figura 5. Mapa de la red hidrográfica 34
Figura 6. Mapa de poblados cercanos a la E.E.F.H. 37
Figura 7. Foto que muestra parte del proceso de ordeño de ganado 41
Figura 8. Diseño de la pila de compost utilizada en la prueba experimental 51
Figura 9. Fotografía de la pila de compost utilizada en la prueba experimental 51
Figura 10. Fotografía del sitio seleccionado para la ubicación de la pila de compost. 53
Figura 11.Fotos que ilustran el procedimiento de control de la humedad de la pila de compost. 56
Figura 12. Fotografía del toldo de protección de la pila de precipitaciones de lluvia. 57
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de producción de compost en pila. 59
Figura 14. Ciclo reproductivo de la lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida*) 65
Figura 15. Fotografía de la cama de lombricompost utilizada en el proyecto piloto 66
Figura 16. Diseño de la cama de lombricompost utilizada en el proyecto piloto. 66
Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de producción lombricompost. Proyecto piloto 71
Figura 18. Propuesta de diseño para el área dedicada al proceso de producción de compost en pilas. 75

Figura 19. Estructura propuesta para ocupar el área de producción del proceso de lombricompost.....77
Figura 20. Diseño propuesto para el área ocupada para el proceso productivo de lombricompost. 79

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Cronograma de trabajo 2011. 14
Cuadro 2. Proyectos desarrollados por ASVO. 16
Cuadro 3. Proyectos desarrollados por la U.I.P. 17
Cuadro 4. Especies Forestales presentes en bosques secundarios de diferentes estadíos sucesionales en la E.E.F.H. 22
Cuadro 5. Lista de especies de aves presentes en la E.E.F.H.. 27
Cuadro 6. Lista de especies de mamíferos y reptiles presentes en la E.E.F.H.. 31
Cuadro 7. Clasificación de los ríos presentes en la E.E.F.H. Liberia. 33
Cuadro 8. Visitación de Turistas a la E.E.F.H. en los meses de abril a agosto del 2011. 39
Cuadro 9. Participación de la U.I.P. de ASVO en diferentes proyecto desarrollados en la E.E.F.H. en el 2011 42
Cuadro 10. Especies utilizadas en el Proyecto de restauración y reforestación la Esperanza 43
Cuadro 11. Especies utilizadas en el Proyecto de reforestación "El túnel verde" 45
Cuadro 12. Equipo, materiales y recursos utilizados en el proceso de producción de compost ...49
Cuadro 13. Volúmenes de los materiales utilizados en la construcción de la pila de compost 52
Cuadro 14. Resultados en el proceso de producción de compost en pila 62
Cuadro 15. Comparación de características de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con un promedio de lombrices de tierra de otros géneros en la producción de lombricompost. 64
Cuadro 16. Equipo, materiales y recursos a utilizar en el proceso de producción de lombricompost 67
Cuadro 17. Principales resultados en el proceso de producción de lombricompost 72
Cuadro 18. Tasa de generación de residuos orgánicos producidas en la cocina de la E.E.F.H. 73
Cuadro 19. Compra de material para el proceso de producción de compost en pilas 76
Cuadro 20. Relación entre los residuos producidos y el material tratado mediante el proceso de producción de compost. 77
Cuadro 21. Costos por compra de materiales requeridos en el acondicionamiento del área utilizada para el proceso productivo de lombricompost 78
Cuadro 22. Material procesado en relación a la generación de estiércol anualmente. 79
Cuadro 23. Plan de trabajo de la U.I.P. en la E.E.F.H. dirigido a la producción de compost y lombricompost y a las actividades regulares de voluntariado. 80

UNIVERSIDAD NACIONAL
Escuela Ciencias Ambientales
24 NOV 2011
Recibido por:

1. INTRODUCCIÓN

El estudio "*Determinación del potencial para la producción de compost y lombricompost en la Estación Experimental Forestal Horizontes (E.E.F.H.) del Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.)*"se desarrolló en conjunto con la Unidad de Investigación y Proyección (En adelante para hacer referencia a esta unidad se emplearán las siglas U.I.P.) de la Asociación de Voluntarios para el Servicio en Áreas Protegidas (En adelante me referiré a esta asociación como ASVO) y la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, este estudio pretende que dentro de las instalaciones del vivero de la Estación Experimental Forestal Horizontes (se utilizaran las siglas E.E.F.H. para hacer referencia dicha estación) se pueda producir compost y lombricompost a partir de la reutilización de residuos sólidos orgánicos, en donde se utilizó el estiércol de ganado que se genera en el corral ubicado dentro de la E.E.F.H. (para la producción de lombricompost) y los residuos sólidos orgánicos provenientes del comedor de la estación, los residuos producidos en las operaciones de mantenimiento de jardines y zonas verdes, sacos de gallinaza (utilizados en el proceso de producción de compost en pila), para lo cual fue necesario realizar un estudio de factibilidad en cuanto a la rentabilidad económica y los beneficios ambientales de producir estos abonos, además se desarrolló un proyecto piloto de producción de compost y lombricompost (prueba experimental), para poder calcular la capacidad de producción de estos abonos en la E.E.F.H.

Con el proyecto se lograron tres productos finales que podrán ser utilizados por la administración de la E.E.F.H. y de la U.I.P. como lo son:

- Estudio de factibilidad de la producción de compostajes en la E.E.F.H.
- Plan de trabajo de voluntarios de la U.I.P. en la producción de compost y lombricompost de soporte a los distintos proyectos de reforestación y restauración del Área de Conservación Guanacaste (se utilizaran las siglas A.C.G. cada vez que se haga referencia a esta área de conservación).

- La descripción ambiental, económica y social de la E.E.F.H. y una descripción de las labores conjuntas de la U.I.P de ASVO en la Estación.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se desarrolló dentro del concepto o funcionamiento de las tecnologías limpias en donde se buscan nuevas formas de aprovechamiento de los recursos naturales y que al mismo tiempo se obtengan beneficios ambientales y socioeconómicos. Es importante tener presente que algunas tecnologías limpias pueden ser métodos de fabricación que utilizan lo más racionalmente posible la energía y las materias primas, en donde se generan cantidades mínimas de residuos, vertidos o emisiones y que al mismo tiempo reducen al mínimo los residuos que puedan originar los productos fabricados; estas tecnologías se basan principalmente en el reciclado, la sustitución, recuperación y revalorización de materiales. Adicionalmente estas tecnologías pueden ser muy simples, y en ciertos casos pueden consistir en procedimientos sencillos o en simples cambios en los procesos (Ruiz, 1997).

De acuerdo con la definición anterior de tecnologías limpias, se puede catalogar dentro de ellas la producción de abonos orgánicos, entendiéndose por abono orgánico todo material de origen orgánico utilizado para fertilización de cultivos o mejoradores de la calidad de los suelos (Taller de abonos orgánicos, 2003); dentro de este tipo de abonos se encuentran presentes según sus características el compost y lombricompost que son los dos productos analizados en este trabajo, principalmente en cuanto a su posible producción dentro de la E.E.F.H.

El compost es una mezcla de residuos orgánicos que se han descompuesto de forma natural por la acción de organismos y el oxigeno, hasta la transformacion en humus que aporta fertilidad química y estructura grumosa al suelo. (Schnitmsn, 1992 citado por Elizondo, 2003).

Por otra parte la lombricultura o lumbricultura (la cría de lombrices, las cuales producen como residuo un abono de muy buena calidad que se denomina humus de lombriz o

lombricompost, el cual es el resultado de la digestión de los residuos orgánicos que les sirven de alimento) es una biotecnología que permite reciclar residuos sólidos y líquidos, obteniéndose beneficios ecológicos y un remanente económico. (Hernández, 2002).

Mediante el desarrollo de este proyecto enfocado en este tipo de tecnologías limpias como lo es la producción de estos abonos orgánicos, se describió de manera detallada todos los requerimientos técnicos en la producción del compost y lombricompost, a partir del procesamiento de diferentes tipos de residuos sólidos orgánicos (estiércol de vaca para producir lombricompost y residuos de cocina, de jardín, gallinaza y hojarasca seca para producir compost en pila), una vez analizados y comprendidos estos requerimientos, se puso en práctica los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de una prueba experimental de producción de estos abonos que ayudó a determinar potencial para la producción de los mismos dentro de la E.E.F.H.

Es fundamental considerar la importancia que implica para la E.E.F.H el desarrollo de este trabajo, ya que el mismo buscó desde el inicio que dentro del funcionamiento del Programa de Restauración y Silvicultura (en adelante se utilizaran las siglas P.R.S. para hacer referencia a este programa) del A.C.G. se pueda producir abonos orgánicos utilizados en los proyectos de restauración y reforestación de este programa. Los beneficios económicos de elaborar compost y lombricompost dentro de la estación radican en la minimización de los costos en el proceso de producción, por ejemplo los bajos costos en la adquisición de algunas de las materias primas, como la tierra, el estiércol del ganado y los residuos de cocina de la estación, que en la actualidad son considerados como residuos; También es importante considerar el trabajo de la U.I.P. de ASVO el proceso de producción que implicaría una reducción en los costos de producción por sueldos y cargas sociales del personal de producción, si se toma en cuenta el trabajo voluntario de la unidad, el mismo es considerado en un plan de trabajo, que junto con las actividades que normalmente ejecuta la U.I.P. dentro de la E.E.F.H., incorporará actividades u operaciones propias de los procesos de producción de compost y lombricompost.

Otro aspecto importante es el análisis de los costos que implica actualmente la compra del lombricompost utilizados en los proyectos de restauración y reforestación en el A.C.G. y hacer una proyección de los posibles costos en proyectos futuros de este tipo, si se continúa adquiriendo y utilizando el lombricompost de la forma en cómo se ha estado manejando en los últimos años (Compra de sacos de lombricompost y transporte desde el Valle Central). Todo esto con el fin de justificar si realmente es rentable o no que la E.E.F.H. se autosuficiente en cuanto a la producción de compost y lombricompost.

Del mismo modo se consideraron algunos de los beneficios ambientales que implica reutilizar residuos sólidos orgánicos (en este caso estiércol de vacas, residuos de cocina, residuos de las operaciones de jardín y gallinaza) en la producción de abonos orgánicos y su utilidad como fertilizantes del suelo que son aprovechados por los árboles de distintas especies, que actualmente se emplean en los proyectos de restauración y reforestación en la E.E.F.H. y en el A.C.G.; por mencionar algunos de estos beneficios ambientales tenemos que:

- Se mejoran las características químicas, físicas y biológicas del suelo, haciendo posible un adecuado desarrollo de las plantas. (Elizondo, 2003).
- Se mejora el ecosistema del suelo al reciclar componentes químicos y se reduce las características nocivas en los residuos orgánicos, eliminando malos olores y reduciendo los microorganismos dañinos al ser humano. (Elizondo, 2003).
- Se da una contribución con la conservación de la biodiversidad, ya que los microorganismos beneficiosos que aportan ayudan a restablecer el equilibrio natural en el agrosistema. (M.A.G., 2010).
- Se aumenta la capacidad de retención de nutrientes del suelo, con lo que se incrementa su fertilidad.
- Se aumenta la capacidad de retención de agua y la tasa de infiltración.
- Se disminuye la erosión, con lo que se reducen las pérdidas de suelo.
- Se reduce la asfixia radicular al aumentar la porosidad del suelo, a la vez que aumenta la densidad radicular por la acción de los ácidos húmicos.

Considerando estos beneficios ambientales y los beneficios económicos en cuanto a la reducción de los costos mencionados anteriormente en la producción de estos compostajes, es donde se encontró la necesidad de desarrollar este proyecto, con el fin de darle un aporte valioso a la parte administrativa de la E.E.F.H. con miras en proyectos futuros de reforestación y restauración propios del A.C.G. como los son los actuales proyectos del P.R.S. Además otro punto considerado en cuanto a beneficios sociales es el aprendizaje y capacitación mediante el desarrollo de este estudio, de los funcionarios de la E.E.F.H. en la producción de compostajes.

Hay que señalar que los objetivos propuestos para el establecimiento de la E.E.F.H. facilitan la ejecución de investigaciones, experimentos de campo y propuestas de manejo, que serían difíciles de desarrollar en áreas con categoría de manejo como los Parques Nacionales, Refugios de Vida Silvestre, Reserva Biológica, Reserva Forestal, entre otras en donde la legislación actual limita algunas actividades (Estudiantes de la VII promoción del programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la U.N.A., 1995).

3. ANTECEDENTES

3.1. La Estación Experimental Forestal Horizontes

El proyecto se realizó en la E.E.F.H. que pertenece al Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.) (Figura 1) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (S.I.N.A.C.) del Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (M.I.N.A.E.T.). La Estación está situada geográficamente entre las coordenadas Lambert de 358 -367 (horizontales) y 308 - 397 (verticales), en la hoja cartográfica Ahogados, del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica. Políticamente, se encuentra en la provincia de Guanacaste, cantón Liberia, distrito de Nacascolo, a 42 Km de la ciudad de Liberia, sobre la carretera al golfo de Papagayo (Morales, 1996).

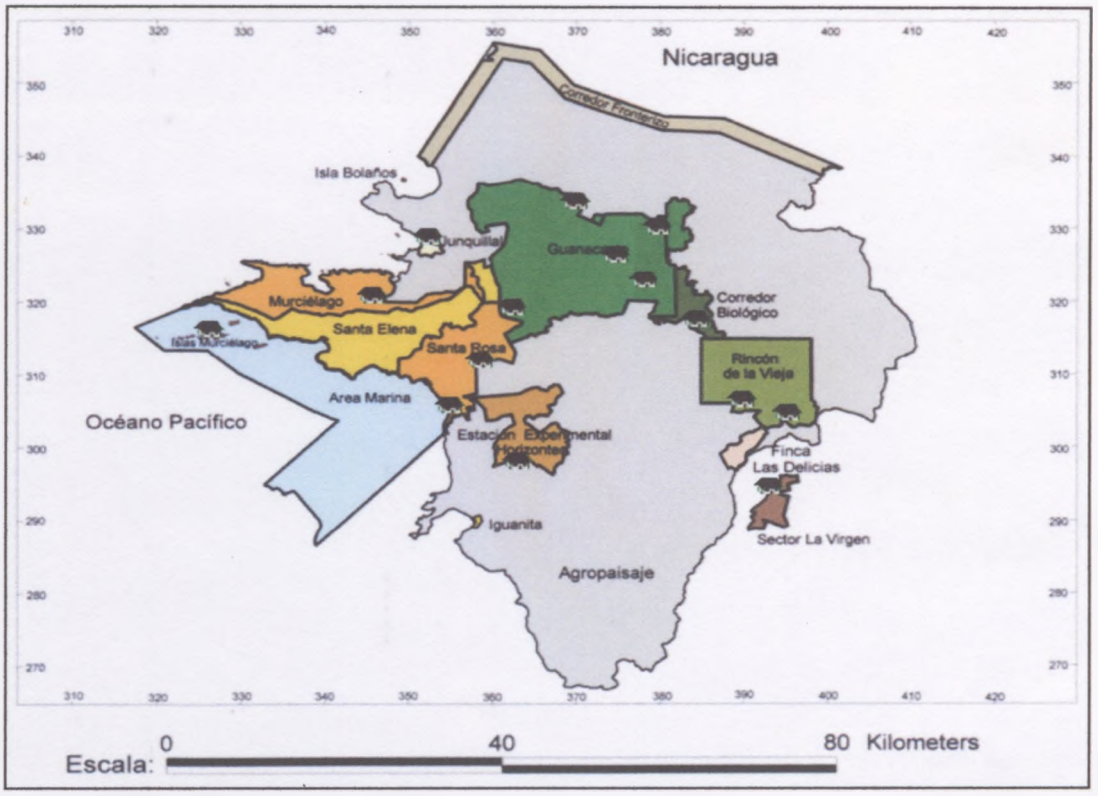

Figura 1. Mapa de ubicación de la E.E.F.H. en el Área de Conservación Guanacaste. 2011

Fuente: Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (S.I.N.A.C.) del Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (M.I.N.A.E.T.). 2011.

3.2. El Programa de Restauración y Silvicultura (P.R.S.)

La E.E.F.H. (que en el pasado fuera una finca ganadera de más de 7000 hectáreas) es actualmente la base principal de operaciones del P.R.S., proyectándose como el principal centro forestal de la región seca mesoamericana. Una de las principales acciones de este programa es la recopilación de información sobre la restauración de ambientes degradados y la puesta en práctica de actividades que aceleren la restauración natural de estos ambientes dentro del A.C.G. (A.C.G., 1999). Dicho programa se desarrolla desde finales de los años ochentas (Brenes, 1994) y continua vigente hasta la fecha.

Hay que mencionar que dentro de la E.E.F.H. no se ha trabajado con anterioridad investigaciones en el tema de la producción de abonos orgánicos, más específicamente el

compost y lombricompost, sin embargo actualmente se utiliza el lombricompost como abono para los árboles sembrados en los diferentes proyectos de restauración y reforestación del P.R.S. del A.C.G.

Es por esto que para el desarrollo de este trabajo es fundamental conocer de manera detallada el funcionamiento de los diferentes procesos y metodologías aplicadas en la producción de los compostajes. Por lo cual este trabajo hace referencia a diferentes estudios realizados en cuanto temas relacionados con la producción de compostajes. Además existen gran cantidad de manuales para la producción de compost y lombricompost que se utilizaron como guías de campo para las actividades de producción en la E.E.F.H., así por ejemplo el manual de lombricultura de Carlo Ferruzzi (1994) presenta una síntesis de todas las nociones útiles e indispensables para quienes quieran adquirir conocimientos sobre las lombrices y el humus que producen.

Además es se deben tener presente los diferentes estudios relacionados a la producción de compostajes desarrollados en la Finca Experimental de Santa Lucía de Barva de Heredia la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional. Así por ejemplo Durán y Henríquez (2007) realizaron una caracterización química, física y microbiológica de vermicompost (lombricompost o lumbricompost) producidos a partir de cinco sustratos orgánicos en donde concluyen que el tipo de materia prima utilizada para la elaboración de vermicompost determina en gran medida las características finales del material, lo cual se consideró para el desarrollo de la prueba experimental o proyecto piloto trabajado dentro de la E.E.F.H.

Otros estudios muestran algunas de las principales características de las diferentes especies de lombrices que pueden ser empleadas en la producción de lombricompost, así por ejemplo Elizondo (2003) en su tesis "Evaluación en la producción de compost y vermicompost a partir de pulpa de café proveniente del despulpado en seco, usando la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*)" explica muchas de las características de esta especie, las cuales son de gran ayuda en la comprensión del funcionamiento y desarrollo de estas lombrices en el proceso de producción de lombricompost.

4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general.

Realizar un estudio de factibilidad ambiental, económica y social para la producción de compost y lombricompost en la E.E.F.H., con el fin de emplear estos productos en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. del A.C.G.

4.2. Objetivos específicos.

Realizar una descripción ambiental, económica y social de la de E.E.F.H. y de las labores conjuntas de la U.I.P de ASVO en la Estación en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del A.C.G.

Determinar la capacidad y factibilidad de producir compost y lombricompost en la E.E.F.H. mediante una prueba experimental de producción de estos abonos.

Proponer un plan de trabajo de los miembros de la U.I.P. dirigido a la producción de compost y lombricompost en la E.E.F.H.

5. METODOLOGÍA

Para efectos de éste trabajo se determinó el potencial existente en la E.E.F.H. para la producción de compost y lombricompost, para lo cual fue necesario realizar una descripción ambiental, económico y social de la E.E.F.H. y de las labores conjuntas de la U.I.P de ASVO en la E.E.F.H., también fue necesario realizar un estudio de de factibilidad de la producción de compostajes en la estación, además se elaboró la propuesta del plan de trabajo de voluntarios de la U.I.P. en la producción de compost y lombricompost dirigido a los distintos proyectos de reforestación y restauración de la A.C.G.

Para determinar el potencial existente en la E.E.F.H. para la producción de compost y lombricompost, se realizó un trabajo de investigación en las oficinas de la E.E.F.H. del A.C.G., en donde se solicitó el acceso a fuentes de información secundaria generadas dentro de dicha institución, además se consultaron fuentes secundarias de información

disponibles en otras instituciones (Finca experimental de Santa Lucia de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, CATIE, MAG, UCR, EARTH, entre oras). También se trabajó en el campo en conjunto con funcionarios de la E.E.F.H. y se generaron fuentes de información primaria (georreferenciación, cartografía, listas de verificación, listas de registro, registros fotográficos, entrevistas estructuradas y no estructuradas, cuestionarios, entre otros).

5.1. Tipo de investigación y Enfoque:

El estudio es tipo cuantitativo ya que se determinaron cuales son los recursos necesarios para producir compostajes dentro de la E.E.F.H. mediante un estudio de factibilidad ambiental, económica y social.

El trabajo realizado es del tipo investigación-acción, ya que se analizaron los costos que implican la compra de compostajes utilizados en los distintos proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. del A.C.G. y mediante el proyecto piloto de producción de compost y lombricompost (prueba experimental) se determinó el potencial de producción de estos productos dentro de la estación

La investigación que se realizó es del tipo descriptiva y exploratoria, ya que por un lado se explicó de manera detallada cuales son los requerimientos técnicos, de materiales y de recursos que fueron necesarios en los procesos de elaboración de compost y lombricompost en la E.E.F.H. y por otro lado la investigación es de tipo exploratoria ya que mediante un proyecto piloto (prueba experimental) se obtuvieron datos que ayudaron a determinar la factibilidad de existente dentro de la E.E.F.H. para que se produzcan los compostajes necesarios para suplir la demanda de estos productos en los futuros proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. de A.C.G., y el potencial de producción existente dentro de la estación.

5.2. Criterio de selección del objeto de estudio:

Para la selección del objeto de estudio (en este caso el potencial de producción de compost y lombricompost existente en la E.E.F.H.) se tomó en cuenta el área total de la estación (7 317 hectáreas) en cuanto a recursos presentes y las diferentes variables ambientales, además se analizaron los proyectos de restauración y reforestación del P.R.S. del A.C.G. en donde haya sido necesario dentro de las operaciones de reforestación, la compra y utilización de abonos orgánicos como el compost o lombricompost. Igualmente se analizó la participación o el trabajo voluntario realizado por los miembros de la U.I.P. de ASVO dentro de la Estación.

5.3. Procedimiento metodológico.

Para determinar el potencial que tiene la E.E.F.H. de producir compostajes y autoabastecerse en los diferentes proyectos de reforestación restauración se organizó el procedimiento de trabajo en 4 etapas descritas a continuación:

Etapa 1: Descripción ambiental, económica y social de la E.E.F.H.

Etapa 2: Proyecto piloto de producción (prueba experimental) de abonos orgánicos.

Etapa 3: Propuesta de plan de trabajo U.I.P. / E.E.F.H.

Etapa 4: Consideraciones finales.

5.3.1. Etapa 1: Descripción ambiental

Objetivo al cual responde: Realizar una descripción ambiental, económico y social de la E.E.F.H. y de las labores conjuntas de la U.I.P de ASVO en la en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del A.C.G.

Actividades a cumplir:

Descripción general de la E.E.F.H:

Ubicación general del área de estudio: Para esta actividad se realizaron giras a la estación, y se utilizaron sistemas de información geográfica (SIG), para generar información primaria (mapas) y corroborar datos de ubicación en el campo.

Descripción de variables ambientales: Para esta actividad se realizó una breve descripción de diferentes variables ambientales (biológicas, físicas, sociales) presentes en la estación, se dio revisión de fuentes secundarias de información (informes, estudios, tesis, etc.), se generaron fuentes primarias de información (mediante el empleo de entrevistas no estructuradas), además se trabajó en el campo en donde se emplearon técnicas de investigación como la observación y registros fotográficos.

Revisión y análisis de los proyectos de restauración y reforestación del Programa de Restauración y Silvicultura del A.C.G.: para esta actividad fue necesario la revisión de fuentes secundarias de información generadas dentro de la E.E.F.H. y el A.C.G. (informes, reportes, estudios, tesis, etc.) referentes a los diferentes proyectos de restauración y reforestación del P.R.S., además se emplearon entrevistas no estructuradas y cuestionarios a los funcionarios de la estación.

Análisis de la participación de la U.I.P. en la E.E.F.H. en actividades propias de los diferentes proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. del A.C.G.: Para esta actividad se realizó una búsqueda de información secundaria (informes de giras a la E.E.F.H. de los miembros de la U.I.P en las oficinas del ASVO.

Resultados obtenidos:

Se determinaron las condiciones favorables y desfavorables para la producción de compostajes presentes en la E.E.F.H. según las variables ambientales existentes en la estación.

Se calcularon los costos en la compra de lombricompost utilizados en los últimos proyectos de reforestación y restauración.

5.3.2. Etapa 2: Proyecto piloto de producción (prueba experimental)

Objetivo al cual responde: Determinar la capacidad de producción de compost y lombricompost y su factibilidad en la E.E.F.H. mediante una prueba experimental de producción de estos abonos.

Actividades a cumplir:

Búsqueda de información: se revisó ampliamente la información secundaria existente relacionada con la producción de compostajes (libros, tesis, manuales, artículos, etc.), además se generó información primaria con ayuda de técnicas como el empleo de entrevistas no estructuradas, a funcionarios de la Finca Experimental Santa Lucía de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional, que sirvió como guía en el desarrollo de la prueba experimental en la estación.

Trabajo de campo dedicado a la producción de los compostajes: para las actividades propias a la producción de compostajes (prueba experimental) fue necesario el trabajo de campo en diferentes giras programadas (Cuadro 1) tanto para el diseño, la ejecución y el cierre del proyecto piloto; se utilizaron como guías de trabajo diferentes manuales de producción de compostajes, además se requirió de la asesoría de funcionarios de la Finca Experimental Santa Lucía de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional.

Charla a funcionarios de la E.E.F.H. y miembros de la U.I.P. en temas de producción de compostajes: Se coordinaron dos capacitaciones del tema de producción de abonos orgánicos impartidas a los funcionarios de la E.E.F.H. realizada en la misma estación, y la otra a los miembros de la U.I.P. en las oficinas de ASVO ubicadas en San José.

Resultados obtenidos:

Se calcularon las cantidades de compostajes producidos, Se calculó un presupuesto o inversión inicial para las fases de construcción y acondicionamiento de instalaciones para la producción de lombricompost. También se calcularon las tasas de generación de

residuos orgánicos producidos en la cocina de la estación, la generación de residuos de jardín y la generación de estiércol de ganado.

5.3.3. Etapa 3: Propuesta de plan de trabajo U.I.P. / E.E.F.H.

Objetivo al cual responde: Proponer un plan de trabajo de los miembros de la U.I.P. dirigido a la producción de compost y lombricompost en la E.E.F.H.

Actividades a cumplir:

Confección del plan de trabajo U.I.P. / E.E.F.H.: Con base en la participación efectuada durante el presente año de los miembros de la U.I.P. en los proyectos de reforestación y restauración del A.C.G. del Programa de Restauración y Silvicultura que se encuentren en etapa de ejecución y planificación se realizó una propuesta de trabajo en donde se especifican las actividades propias de los procesos de producción de compostajes y otras que den soporte a los diferentes proyectos mencionados, en donde se dará la participación activa de la U.I.P.

Resultados obtenidos:

Propuesta de plan de trabajo de los miembros de la U.I.P. dedicado a la producción de compost y lombricompost en la E.E.F.H. que ayuden a minimizar los costos en la producción de dichos abonos. Además el plan de trabajo contempla labores propias de los proyectos de restauración y reforestación y actividades complementarias, las cuales son actividades que comúnmente desarrollan los voluntarios dentro de la E.E.F.H.

5.3.4. Etapa 4: Consideraciones finales

Objetivo al cual responde: Esta etapa corresponde tanto al cumplimiento del objetivo principal del trabajo de investigación, como a cada uno de los objetivos específicos.

Actividades a cumplir: Análisis de los resultados de la etapa 1, análisis de los resultados de la etapa 2 y análisis de los resultados de la etapa 3.

Resultados obtenidos:

Determinación el potencial existente dentro de la E.E.F.H. de poder producir compost y lombricompost (volúmenes de producción) y la capacidad de autoabastecerse de estos productos que pueden ser utilizados en los diferentes proyectos de restauración y reforestación del Programa de Restauración y Silvicultura del A.C.G.

6. CRONOGRAMA:

Cuadro 1. Cronograma de trabajo correspondiente a los meses de agosto a noviembre. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Actividad	Mes	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Reunión con la coordinadora de la E.E.F.H.																	
Coordinación de trabajo en la E.E.F.H.																	
Preparación de anteproyecto																	
Entrega del anteproyecto																	
Recopilación de información primaria y secundaria																	
Inicio del proyecto piloto de producción de compost y lombricompost																	
Construcción de cama de lombricompost																	
Construcción de pila de compost (inicio del proceso)																	
Inoculación de lombrices (inicio del proceso de lombricompost)																	
Primer volteo de la pila de compost																	
Fase de maduración de compost y lombricompost																	
Análisis de resultados																	
Entrega del borrador del documento final																	
Elaboración del Plan de trabajo U.I.P./E.E.F.H.																	
Cosecha de compost y lombricompost																	
Presentación del proyecto en ASVO																	
Presentación del proyecto en la UNA																	
Incorporación de recomendaciones y correcciones al documento final																	
Entrega del documento final																	

7. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN AMBIENTAL (FACTORES BIOLÓGICOS, FÍSICOS Y SOCIALES)

7.1. Descripción de ASVO y la U.I.P.

La Asociación de Voluntarios para el Servicio en las Áreas Protegidas (ASVO) es una organización no gubernamental, auto gestionada y sin fines de lucro que fue creada en enero de 1989 y desde entonces realiza trabajos de conservación activa en Áreas Silvestres Protegidas en donde promueve un voluntariado ambiental con conciencia social. (ASVO, 2011).

El trabajo de ASVO se desarrolla en tres áreas estratégicas (Investigación, educación, y conservación). Con respecto a la investigación ASVO trabaja en la generación de información en ecosistemas terrestres y en ecosistemas marino-costeros, en donde la principales líneas de de trabajo en investigación de ASVO están determinadas por el Programa de Manejo de Recursos Marino Costeros y la Unidad de Investigación y proyección (U.I.P.), es importante destacar que es con esta última unidad que actualmente se trabaja en el proyecto de *"Determinación del potencial para la producción de compost y lombricompost en la Estación Experimental Forestal Horizontes (E.E.F.H.) del Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.)"*. Dicha unidad genera y divulga información científica que contribuye a la conservación de las Áreas Silvestres protegidas, ya sea por proyectos propios o asistencia a proyectos ya establecidos. La U.I.P. está formada por voluntarios interesados en la generación de conocimiento científico con fines de conservación. (ASVO, 2011).

Los proyectos de ASVO (Cuadro 2) se desarrollan a través de cuatro programas de voluntariado: El Programa de Voluntariado Internacional, Programa de Voluntariado Ocasional, Programa de Voluntariado Regional y el Programa de Voluntariado Permanente. Este último programa de voluntariado cuenta con cuatro unidades de trabajo: Brigada de Incendios Forestales, la Unidad de Control y Protección, la Unidad de educación Ambiental y finalmente la U.I.P. que cuenta con una serie de proyectos

propios desarrollados en las diferentes áreas protegidas (cuadro 3) y también proyectos de investigación formalmente constituidos en otras instituciones, como es el Proyecto Fincas con felinos del Instituto Internacional en conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS) de la Universidad Nacional, el proyecto de Monitoreo de la Lapa Roja en Carara y el Conteo Anual de Jabirú de la Universidad Estatal a (U.N.E.D.) en el Parque Nacional Palo verde y el refugio de Vida Silvestre Caño Negro, entre otros. Además la Unidad da apoyo a proyectos como el Refugio de Vida Silvestre la Marta y a la Estación Robles-Kauffman propiedad de ASVO en Tortuguero.

Cuadro 2. Proyectos desarrollados por ASVO. 2011

Proyectos de ASVO	Tipo de proyecto
A.C.G.	Conservación ambiental
Corral de piedra	Conservación ambiental
Mata redonda	Investigación
Playa Buena Vista	Proyecto de Tortugas Marinas
Parque Nacional Barra Honda	Conservación ambiental
Parque Nacional Palo Verde	Conservación ambiental
Parque Nacional Volcán Tenorio	Conservación ambiental
Parque Nacional Cabo Blanco	Conservación ambiental
Refugio de Vida Silvestre Romelia	Conservación y tortugas marinas
Playa Montezuma	Conservación y desarrollo comunal
Proyecto agrícola Agrozapotal	Educación y desarrollo comunal
Parque Nacional la Cangreja	Conservación ambiental
Parque Nacional Braulio Carrillo	Conservación e investigación
Refugio de vida Silvestre Barra del Colorado	Conservación ambiental
Parque Nacional Tortuguero	Conservación ambiental
Reserva Biológica Quelonios	Tortugas marinas
Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo	Tortugas marinas
Parque Nacional Volcán Irazú	Conservación ambiental
Refugio de Vida Silvestre la Marta	Investigación
Parque Nacional Tapantí	Conservación ambiental
Parque Nacional Manuel Antonio	Conservación ambiental
Playa Matapalo	Educación y Tortugas marinas
Parque Nacional Marino Ballena	Conservación ambiental
Parque Nacional Corcovado	Conservación ambiental
Parque Nacional Piedras Blancas	Conservación ambiental

Fuente: Datos tomados de Asociación de Voluntarios para el Servicio en las Áreas Protegidas (ASVO), 2011.

Cuadro 3. Proyectos desarrollados por la U.I.P. 2011

Nombre del proyecto	Ubicación	Tipo de proyecto
Estación Robles Kaufman	Barra del Tortuguero	Investigación y educación ambiental
Inventario de Hongos en Prusia	Sector Prusia del PN volcán Irazú	Investigación
Monitoreo de aves Caño Negro	Refugio de Nacional de Vida Silvestre Caño Negro	Investigación y educación ambiental
Monitoreo Sendero Arenal	PN volcán Arenal	Investigación
Reserva Forestal Santa Elena	Reserva Forestal Santa Elena	Investigación y educación ambiental

Fuente: Datos tomados de la Unidad de Investigación y Proyección (U.I.P.), 2011.

7.2. La Estación Experimental Forestal Horizontes.

La E.E.F.H. pertenece al Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.) (figura 2) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (S.I.N.A.C.) del Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones (M.I.N.A.E.T.) y actualmente es en dicha estación donde se desarrolla una serie de operaciones propias del Programa de de Restauración y Silvicultura (P.R.S.). A continuación se describe de forma breve este programa.

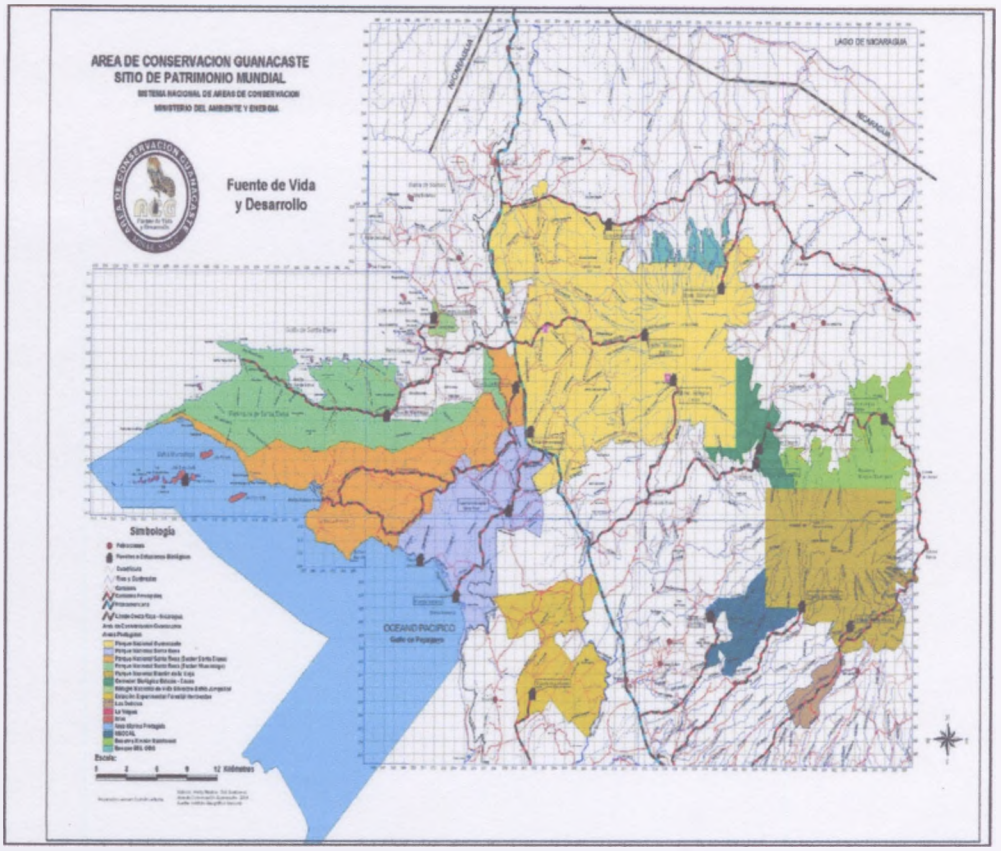

Figura 2. Mapa del Área de Conservación Guanacaste 2004.

Fuente: Medina, 2004.

7.3. Descripción del Programa de Restauración y Silvicultura

Debido a que el actual proyecto "*Determinación del potencial para la producción de compost y lombricompost en la Estación Experimental Forestal Horizontes (E.E.F.H.) del Área de Conservación Guanacaste (A.C.G.)*" pretende que en el futuro se puedan emplear abonos orgánicos producidos dentro de la E.E.F.H. en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del P.R.R. del A.C.G., se dará una breve descripción y reseña de dicho programa.

Según Muñoz y Valverde (S.F.) el Programa de Restauración y Silvicultura surge a partir del Subprograma de Masas Arbóreas y en donde se inicia un proceso técnico y ordenado que incorpora elementos fundamentales en el desarrollo del A.C.G. al recuperar terrenos degradados por actividades anteriores al establecimiento de la A.C.G. como la actividad

ganadera, la expansión de la frontera agrícola y la extracción descontrolada de recursos madereros. Según el A.C.G. (1994) el Programa de Restauración y Silvicultura inició sus actividades con objetivos claros acerca de la importancia del conocimiento de las especies arbóreas nativas del bosque seco, de las cuales muchas fueron llevadas casi al exterminio por deforestación irracional de los bosques; además desde sus inicios el programa pretende aportar la información necesaria para que en el futuro algunas especies puedan ser utilizadas a escala comercial en proyectos de plantaciones en la zona que anteriormente estaba cubierta por bosque seco.

Una de las dificultades que tuvo el programa en sus inicios se presentó al acceder a la información en materia de cultivo de especies nativas del bosque seco de nuestro país, ya que anteriormente en Costa Rica se utilizaba mayormente el uso de especies introducidas como el pino, ciprés, melina y teca (A.C.G. 1994).

La actividad silvicultural del P.R.R. inició con la localización de aproximadamente 35 árboles semilleros de diferentes especies y la documentación de los diferentes procesos que dan el inicio al montaje de parcelas y plantaciones experimentales, además paralelamente a estas actividades se dan labores de de monitoreo de diferentes bosques en recuperación ubicados en diferentes sectores lo que proporcionó información valiosa en la composición florística y la dinámica poblacional de estos bosques (A.C.G. 1994).

Actualmente la E.E.F.H. es la base principal de operaciones del P.R.S., donde una de sus acciones corresponde a la recopilación de información sobre ambientes degradados, así como la de diferentes actividades que aceleran el proceso natural de regeneración de estos ambientes dentro de la A.C.G. (A.C.G., 1999). Dicho programa se desarrolla desde el año de 1989 según lo afirmado por Brenes (1994) y continua vigente hasta la fecha.

Algunos de los proyectos que se están llevando a cabo según Bogantes. *et al*, (2002) a nivel de restauración por el programa son:

- Restauración en bosque seco
- Restauración en bosque húmedo

- Ensayos de descendencia de Caoba (***Swietenia humilis***)
- Ensayos de esparcimiento
- Ensayo de árboles tutores
- Parcelas bajo sombra
- Huerto semillero clonal de Pochote (***Bombocopsis quinata***)
- Proyecto: árboles semilleros
- Parcelas mixtas en Pocosol
- Parcelas homogéneas en Horizontes
- Plantación de estacones de Pochote (***Bombocopsis quinata***)
- Parcelas de muestreo permanentes en bosque
- Parcelas de plantación mixta
- Parcelas de uso múltiple
- Viveración de especies nativas
- Arboretum del Pacífico Seco
- Reforestación y restauración de la Esperanza
- El túnel verde (inició labores de reforestación en setiembre de 2011.)

7.4. Descripción Ambiental de la Estación Experimental Forestal horizontes (E.E.F.H.)

7.4.1. Descripción de factores biológicos:

La E.E.F.H. es un área protegida dedicada a la investigación silvicultural situada en su mayoría en la Zona de Vida de Bosque Seco Tropical según el sistema de zonas de vida de Holdrige (Tosi, 1969 citado por Villalobos, 2002) exceptuando el extremo occidental de la Estación, ya que corresponde a Bosque Húmedo Premontano Transicional a Basal (Carrillo, 2000), esta posee bosques secundarios, bosques deciduos, bosques riparios o de galería, zonas de regeneración, pastizales y potreros en donde se puede encontrar un gran número de especies de vida silvestre. Actualmente existen diferentes estudios

realizados en la E.E.F.H. que permiten conocer algunas de las diferentes especies animales y vegetales presentes en el área analizada.

7.4.1. 1. Vegetación presente en la E.E.F.H.

Según Estudiantes de la VII promoción del programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la U.N.A., (1995) en la E.E.F.H. se encuentran diferentes formas de coberturas, que se pueden clasificar en vegetación natural y cultivos artificiales, en donde existe actualmente un dominio de las coberturas vegetales naturales dentro de la E.E.F.H. ya que se pueden encontrar desde jaraguales (áreas donde domina la jaragua *Hyparrehenia rufa*) hasta bosques riparios; a continuación se señala la clasificación de coberturas realizada por dichos autores (figura 3).

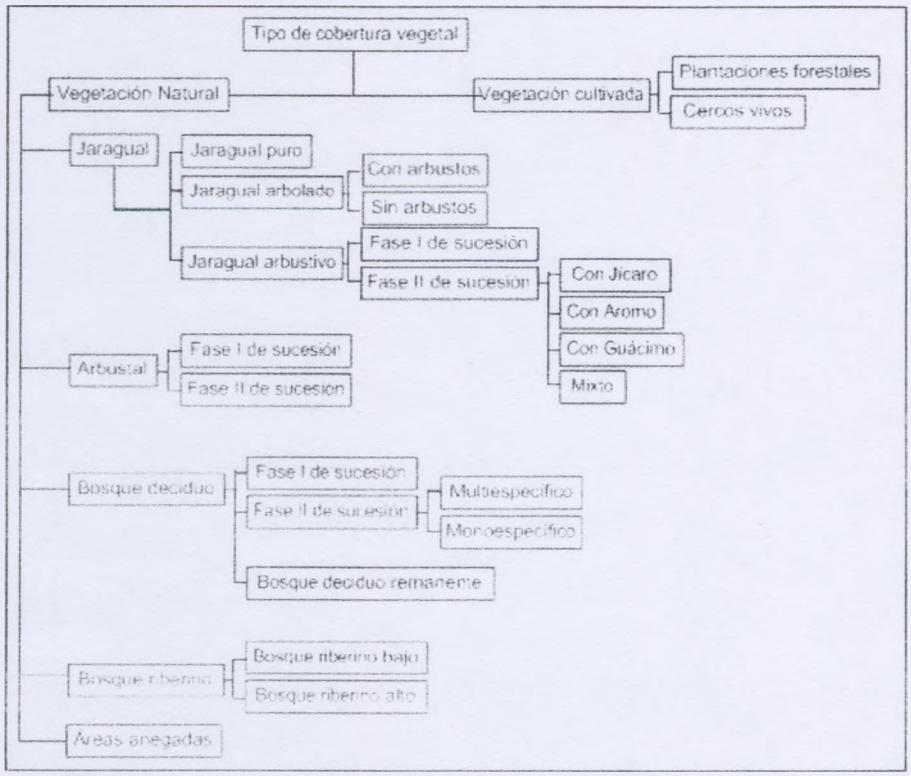

Figura 3. Esquema de las coberturas vegetales presentes en la E.E.F.H. Liberia. 2011

Fuente: Datos tomados del primer informe del levantamiento del mapa de cobertura, hábitats y vida silvestre de la E.E.F.H. realizado por Estudiantes de la VII promoción del programa de Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la U.N.A. 1995.

De este modo al hacer referencia a las coberturas vegetales que se encuentran en la E.E.F.H. es fundamental destacar el trabajo realizado por Quesada (1998) en un estudio efectuado en la E.E.F.H. identificó 102 plantas a nivel de especie (Cuadro 4) en 183 parcela permanentes de medición situadas en el bosque secundario con estados sucesionales diferentes. Con respecto a la variable de la posición sociológica de cada especie el autor se refiera a la altura que alcanza el individuo en su estado senil en la estructura vertical del bosque, dividiendo así el bosque en cuatro estratos diferentes a saber:

Estrato de Sotobosque: Del nivel del suelo a los 5 m de altura

Estrato Medio: Comprende de los 5m a los 10 m. de altura.

Estrato Superior: Comprende de los 10 m a los 15m de altura.

Emergente: Se refiere a todos los árboles que superan los 20 m de altura.

Cuadro 4. Especies Forestales presentes en bosques secundarios de diferentes estadíos sucesionales en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Posición sociológica
Abejón	*Lonchocarpus phlebophyllus*	Arbusto	Sotobosque
Aceituno	*simarouba alauca*	Árbol	Superior
Acerola	*Malpighia glabra*	Arbusto	Sotobosque
Achiotillo	*Bixa urucurana*	Arbusto	Sotobosque
Aguacatillo	*Ocotea veraguensis*	Arbusto	Sotobosque
Albisia	*Albizia carbonaria*	Árbol	Superior/ Emergente
Alcornoque, alcornoco	*Licania arbórea*	Árbol	Superior
Almendro de montaña, Almendro de monte	*Andira inermis*	Árbol	Superior
Alofilus (Falso laurel mastate)	*Allophyllus occidentalis*	Arbusto	Sotobosque
Anonillo, Ocornoco	*Annona purpurea*	Árbol	Medio
Anono	*Anona recticulata*	Árbol	Medio
Arrocillo	*Lasiasis rusciflora*	Graminea	Sotobosque
Bejuco acanalado	*Seriamia sp.*	Bejuco	Sotobosque
Bejuco mantequilla	*Cissus rhombifolia*	Bejuco	Sotobosque
Bejuco fuste encanalado	*Arrabidaea mollisima*	Bejuco	Sotobosque

Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Posición sociológica
Bejuco mancahas verdes	*Cydistaaequinoctialis*	Bejuco	Sotobosque
Capulín	*Muntingia calabura*	Árbol	Medio
Carboncillo, Gavilán	*Albizia adinocephala*	Árbol	Superior
Cardomo	*Randia monantha*	Arbusto	Sotobosque
Casearia, Matacartago	*Casearia aculeata*	Arbusto	Superior
Cedro amargo	*Cedrela odorata*	Árbol	Emergente
Cedro macho	*Trichilia hirta*	Árbol	Medio
Ceibo	*Ceiba pentandra*	Árbol	Emergente
Cenízaro	*Samanea saman*	Árbol	Emergente
Cerezo	*Bunchosia cornifolia*	Arbusto	Sotobosque
Chaperno	*Lonchocarpus felipei*	Árbol	Superior
Cocobolo	*Dalbergia retusa*	Árbol	Superior
Cordia bicolor	*Cordia bicolor*	Árbol	Medio
Cornizuelo	*Acacia collinsii*	Arbusto	Medio
Cortez amarillo	*Tabebuia ochracea*	Árbol	Emergente
Cortez negro	*Tabebuia impetiginosa*	Árbol	Emergente
Coyolillo	*Bactris guineensis*	Palma	Sotobosque
Cristóbal	*Platymiscium parviflorum*	Árbol	Superior
Cupania 1	*Cupania sp.*	Arbusto	Medio
Cupania, Pozolillo	*Cupania guatemalensis*	Arbusto	Sotobosque
Escalera de mono	*Bauhinia manca*	Bejuco	Superior
Espinudo, Aromo	*Acacia farnesiana*	Arbusto	Sotobosque
Espíritu, Lagarto, Jobo, Palo de chile	*Sciadodendron excelsum*	Árbol	Superior
Falso cedro macho, Siete cueros	*Machaerium biovulatum*	Árbol	Medio
Flacurtiacea	*Casearia crymbosa*	Arbusto	Sotobosque
Flor blanca, Cerito	*Casearia sylvestris*	Arbusto	Sotobosque
Fruta de pava, Pava	*Eugenia salamensis*	Árbol	Medio
Godmania, Corteza de chivo, Cortéz blanco	*Godmania aesculifolia*	Árbol	Medio
Guachepelín	*Diphysa americana*	Árbol	Superior
Guácimo molenillo	*Luehea especiosa*	Árbol	Superior
Guácimo, Guácimo ternero	*Guazuma ulmifolia*	Árbol	Superior
Guanacaste	*Enterolobium cyclocapum*	Árbol	Emergente
Guanacaste blanco	*Albizia niopoides*	Árbol	Emergente
Guapinol	*Hymenaea courbaril*	Árbol	Emergente
Guarumo	*Cecropia peltata*	Árbol	Superior
Guayaquil, Cenizaro macho, Gavilán	*Pseudosamanea guachapele*	Árbol	Superior
Higerón	*Ficus insipida*	Árbol	Emergente

Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Posición sociológica
Hoja chihua	*Tetracera volubiles*	Bejuco	Sotobosque
Huevos de toreo, huevos de caballo	*Stemmadenia obovata*	Arbusto	Sotobosque
Indio desnudo, Indio peledo, Jinocuabe	*Bursera simaruba*	Árbol	Superior
Jaboncillo, Chumico	*Sapindus saponaria*	Árbol	Medio
Jícaro	*Crescentia alata*	Arbusto	Sotobosque
Jobo	*Spondias mombin*	Árbol	Superior
Jocote	*Spondias purpurea*	Árbol	Medio
Josmeca	*Mansoa hymenaea*	Bejuco	Sotobosque
Laurel	*Cordia alliodora*	Árbol	Superior
Laurel mastate	*Cordia cymosa*	Árbol	Medio
Laurel negro	*Cordia gerascanthus*	Árbol	Medio
Limoncillo	*Randia krasteni*	Arbusto	Sotobosque
Limoncillo, Manteco	*Trichilia martiana*	Árbol	Medio
Loncho (parecido a Cristobal), Siete cueros	*Pscidiacarthagenensis*	Árbol	Medio
Loncho dos	*Lonchocarpus minimiflorus*	Arbusto	Medio
Loncho tres	*Lonchocarpus schiedeanus*	Arbusto	Medio
Madero negro	*Gliricidia sepium*	Árbol	Medio
Madroño	*Calyclophyllum candidissimun*	Árbol	Superior
Malacahuite	*Chomelia spinosa*	Arbusto	Sotobosque
Matapalo	*Ficus sp.*	Árbol	Emergente
Matapulgas, Sardinillo	*Thouinidium Decandrum*	Árbol	Medio
Mora	*Maclura tinctorea*	Árbol	Superior
Mozote	*Triumfetta lappula*	Arbusto	Sotobosque
Ojoche	*Brosimum alicastrum*	Árbol	Emergente
Ojochillo	*Tromphis racemosa*	Árbol	Superior
Palo de piedra	*Erythroxylum havanense*	Arbusto	Sotobosque
Palo negro	*Ateleia hebert-smithii*	Árbol	Superior
Panamá	*Sterculea apétala*	Árbol	Emergente
Papaturro	*Coccoloba guanacastensis*	Árbol	Medio
Peine de mico, Peine de mono	*Apeiba tibourbou*	Árbol	Superior
Pico de pájaro, Azulillo	*Hamelia patens*	Arbusto	Sotobosque
Pie de Venado	*Bauhinia ungulata*	Arbusto	Medio
Piñuela	*Bromelia hemispherica*	Epífita terrestre	Sotobosque
Pitaya	*Hylocereus costarricenses*	Cáctus	Sotobosque
Pochote	*Bombocopsis quinata*	Árbol	Emergente
Poró	*Erythrina costarricenses*	Árbol	Medio
Poro poro	*Cocholospermum vitifolium*	Árbol	Superior

Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Posición sociológica
Quina	*Picramnia antidesma*	Arbusto	Medio
Roble sabana	*Tabebuia rosea*	Árbol	Emergente
Rompeteta	*Acacia tenuifolia*	Árbol	Sotobosque
Ron ron, Jovillo	*Astronium graveolens*	Árbol	Superior
Sandal macho	*Lonchocarpus rugosus*	Árbol	Medio
Sangre de toro	*Machaerium pittieri*	Arbusto	Medio
Serecillo	*Hirtella racemosa*	Árbol	
Siempre viva	*Iacquinia nervosa*	Arbusto	Sotobosque
Tapaculo, Guaitil	*Genipa americana*	Árbol	Medio
Tempisque	*Sideroxylon capiri*	Árbol	Emergente
Terciopelo, pica pica	*Sloanea terniflora*	Árbol	Superior/ Emergente
Uña de gato	*Achyranthes indica*	Bejuco	Sotobosque
Yos, Sapium	*Sapium sp.*	Árbol	Superior
Zorrillo	*Solanum erianthum*	Arbusto	Sotobosque

Fuente: Datos tomados de Quesada, 1998.

Para el año de 1999 Chávez *et al,* realizan el levantamiento del mapa de uso del suelo para toda el área de la E.E.F.H. y hacen una clasificación de 10 diferentes tipos de coberturas existentes en el área en cuestión, estas son: zona arbustal (Charral), pastizales con árboles dispersos, pastizal limpio, pastizal arbustivo, plantaciones forestales, plantaciones de enriquecimiento, bosque secundario temprano, bosque secundario intermedio, bosque secundario tardío, bosque de galería (figura 4). Ya para el 2002 según Bogantes. *et al* (2002) la cobertura forestal de la estación corresponde a un 60% del área total.

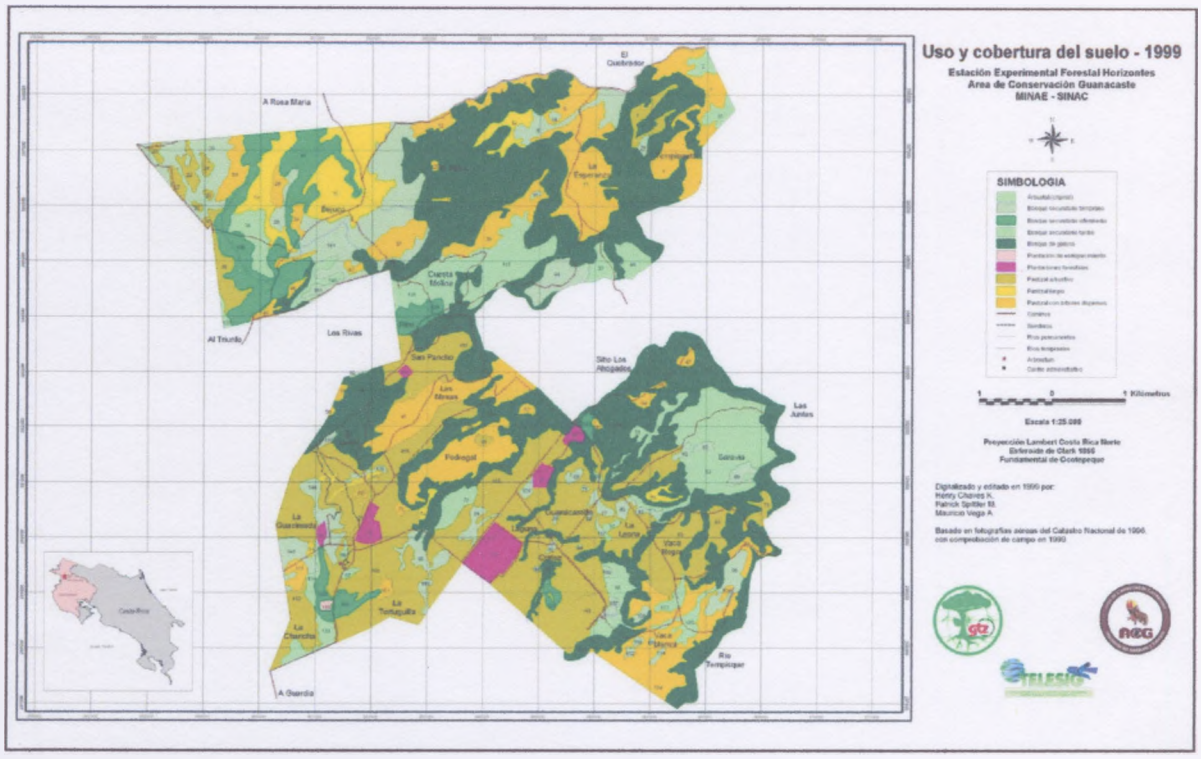

Figura 4. Mapa de uso y cobertura del suelo de la E.E.F.H. 1999

Fuente: Chávez, *et al* (1999). Tomado de Medina, (2004)

7.4.1. 2. Descripción de la fauna presente en la E.E.F.H.

Debido a los diferentes tipos de hábitats existentes dentro de la E.E.F.H. es común observar diferentes tipos formas de vida silvestre animal. Al igual que cómo se pudo observar una variedad considerable de especies vegetales, dentro de la estación existe también una gran variedad de especies de aves, mamíferos e insectos. Según un estudio realizado por Castro y Zúñiga (2004) es posible encontrar dentro de la E.E.F.H. y áreas cercanas a la misma más de 120 especies diferentes de aves (Cuadro 5).

Cuadro 5. Lista de especies de aves presentes en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Nombre científico	Nombre común
Actitis macularia	Alzacolita, piririza, tigüiza, andarríos maculado
Aimophila rufucauda	Albarda nueva. ratoncillo, sabanero cabecilistado
Amazilia rutila	Colibrí, gorrión, amazilia canela
Amazilia saucerrottei	Colibrí, gorrión, amazilia culiazul
Amazilia tzacatl	Colibrí, gorrión, amazilia rabirrufa
Amazona albifrons	Kan-kan, lora, loro frentiblanco
Amblycercus holosericeus	Pico de plata, cacique picoplata
Aramides cajanea	Chirincoco, cocaleca, pone-pone, pomponé, rascón cuelligrís
Aratinga canicularis	Catano, periquito, zapoyol, perico frentinaranja
Asturina nítida	
Basileuterus rufifrons	Reinita cabecicastaña
Brotogeris jugularis	Catano, zapoyolito, perico, periquito barbinaranja
Bubulcus ibis	Garza, garza del ganado, garza vaquera, garcilla bueyera
Buteo brachyurus	Gavilán, gavilán colicorto
Buteo platypterus	Gavilán, gavilán pollero, gavilán aludo
Butorides virescens	Chocuaco, martín peña, garcilla verde
Calocitta formosa	Piapia azul, urraca, urraca copetona
Campephilus guatemalensis	Carpintero cabeza roja, carpintero chiricano, dos golpes, carpintero picoplata
Campylorhynchus rufinucha	Chico piojo, saltapiñuelas, soterrey nuquirrufo
Campylorhynchus zonatus	Soterrey matraquero
Cathartes aura	Zoncho, zopilote, zopilote cabecirrojo
Catharus aurantiirostris	Inglesito, jilguerito, zorzal piquianaranjado
Ceryle torquata	
Chiroxiphia linearis	Toledo, saltarín Toledo
Chloroceryle amazona	Martín pescador, martín pescador amazónico
Chloroceryle americana	Martín pescador, martín pescador verde
Chlorostilbon canivetii	Colibrí, gorrión, esmeralda rabihorcada
Ciccaba virgata	Hú de león, lechuza, lechuza café
Cochlearius cochlearius	Cuaca, chocuaco, pico-cuchara
Colinus leucopogon	Machado de vientre blanco
Columba flavirostris	Paloma pico rojo
Columbina inca	Tortolita colilarga
Columbina passerina	Palomita, tortolita, tortolita común
Columbina talpacoti	Palomita colorada, tortolita, tortolita colorada, tortolita rojiza
Contopus cooperi	Pibí boreal

Nombre científico	Nombre común
Coragyps atratus	Gallinazo, zoncho, zopilote, zopilote negro
Crotophaga sulcirostris	Tijo, zopilotillo, garrapatero piquiestriado
Crypturellus cinnamomeus	congolona, gongolona, perdiz, tinamú canelo
Cyanerpes cyaneus	Picudo, trepador, tucuso, mielero patirrojo
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejirrufo
Dendrocincla fuliginosa	Trepador pardo
Dendrocincla homochroa	Trepador rojizo
Dendroica fusca	Reinita gorginaranja
Dendroica occidentalis	Reinita cabecigualda
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado
Egretta caerulea	Garza, garceta azul
Egretta thula	Garza, gaceta nivosa
Elaenia flavogaster	Bobillo, copetoncillo, tontillo, elainia copetona
Empidonax alnorum	Mosquerito de charral
Eucometis penicillata	Tangara cabecigrís
Eumomota superciliosa	Bobo, pájaro bobo, momoto cejiceleste
Euphonia affinis	Agüío, monjita fina, eufonia gargantinegra
Euphonia hirundinacea	Aguío, caciquita, eufonia gorgiamarilla
Euphonia luteicapilla	Agüío, monjita, eufonia coroniamarilla
Geothlypis poliocephala	Antifacito coronigrís
Glaucidium brasilianum	Cuatro ojos, majafierro, mochuelo común
Habia rubica	Tangara hormiguera coronirroja
Heliomaster constantii	Colibrí, gorrión, colibrí pochotero
Herpetotheres cachinnans	Guaco
Hirundo rustica	Golondrina, golondrina tijereta
Hylophilus decurtatus	Verdillo menudo
Icterus galbula	Cacicón, cacique naranjero (hembras), cacique veranero (machos), bolsero norteño
Icterus pectoralis	Bolsero, chorcha, chiltote, chocholpía, cholpía, bolsero pechimanchado
Icterus pustulatus	Bolsero, chorcha, chilchote, bolsero dorsilistado, chilto, chorchín
Legatus leucophaius	Mosquero pirata
Lepidocolaptes souleyetii	Trepador cabecirrayado
Leptodon cayanensis	Gavilán cabecigris
Leptotila rufaxilla	Paloma frentigris
leptotila verreauxi	Paloma pico blanco
Megarhynchus pitangua	Pecho amarillo, mosquerón picudo
Melanerpes hoffmannii	Carpintero, carpintero de Hoffmann
Mniotilta varia	Reinita trepadora

Nombre científico	Nombre común
Momotus momota	Bobo, pájaro bobo, momoto común
Morococcyx erythropygus	Guía león, horera, cuclillo sabanero
Mycteria americana	Cigueña, garzón, guairón, sargento, cigueñón
Myiarchus tuberculifer	Bobillo, copetón crestioscuro
Myiarchus tyrannulus	Copetón crestipardo
Myiodynastes luteiventris	Pecho amarillo, mosquero vientriazufrado
Myiodynastes maculatus	Mosquero listado
Myiozetetes similis	Pecho amarillo, mosquero cejiblanco
Notharchus macrorhynchos	Buco collarejo
Nycticorax nycticorax	Chocuaco, martinete coroninegro
Nyctidromus albicollis	Cuyeo, pucuyo, tapacaminos común
Onychorhynchus coronatus	Mosquero real
Oporornis philadelphia	Reinita enlutada
Ortalis vetula	Chachalaca, chachalaca olivácea
Otus cooperi	Buo del pacífico
Pachyramphus aglaiae	Cabezón plomizo
Phaethornis longirostris	Colibrí, gorrión, ermitaño colilargo
Piaya cayana	Bobo chizo, cuco ardilla
Piranga flava	Cardenal, tangara bermeja
Piranga ludoviciana	Tangara carirroja
Piranga rubra	Cardenal, cardenal veranero, tangara veranera
Pitangus sulphuratus	Cristofué, pecho amarillo, bienteveo grande
Platalea ajaja	Garza morena, garza rosada, pato cuchara, pato rosado, espátula rosada
Platyrinchus cancrominus	Piquichato norteño
Polioptila albiloris	Cazadora, perlita cabecinegra
Pteroglossus torquatus	Félix, cusingo, tití, tucancillo, tucán, tucancillo collarejo
Pulsatrix perspicillata	Oropopo, búho de anteojos
Quiscalus mexicanus	Sanate, zanate, clarinero, zanate grande
Saltator maximus	Sinsonte verde, saltador gorgianteado, chayotero, chojui, comepuntas
Sarcoramphus papa	Rey gallinazo, zopilote rey, rey de zopilotes
Seiurus noveboracensis	Menea cola, tordo de agua, reinita acuática norteña
Sittasomus griseicapillus	Trepadorcito aceitunado
Stelgidopteryx serripennis	Golondrina alirrasposa norteña
Streptoprocne zonaris	Golondrón, vencejo collarejo
Thamnophilus doliatus	Batará barreteado
Thraupis episcopus	Viuda, tangara azuleja
Thryothorus modestus	Chinchiriguí, soterrey chinchirigüí

Nombre científico	Nombre común
Thryothorus pleurostictus	Soterrey de costado barreteado
Thryothorus rufalbus	Soterrey rufo y blanco
Tigrisoma mexicanum	Martín peña, pájaro vaco, garza-tigre cuellinuda
Tityra semifasciata	Pájaro chancho, titira carirroja
Trogon elegans	Viuda roja, trogón elegante
Trogon melanocephalus	Viuda amarilla, trogón cabecinegro
Trogon violaceus	Trogon violaceus
Turdus grayi	Yigüirro, mirlo pardo
Tyrannus forficatus	Tijerilla, tijerillo, tijereta rosada
Tyrannus melancholicus	Tijerilla, tijerillo, tijereta rosada
Vermivora peregrina	Reinita verdilla
Vireo flavifrons	Vireo pechiamarillo
Vireo flavoviridis	Fraile, cazadora, vireo cabecigrís
Wilsonia pusilla	Reinita gorrinegra

Fuente: Tomado de Castro y Zúñiga, 2004.

Con respecto a los tipos de mamíferos y reptiles presentes en la E.E.F.H., según estudios realizados por (Castro y Zúñiga, 2004), así como el la observación en el campo y entrevistas no estructurados dirigidas a los funcionarios de la E.E.F.H. se pudo determinar la existencia de algunos de estos animales (Cuadro 6).

Cuadro 6. Lista de especies de mamíferos y reptiles presentes en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Mamíferos	
Nombre común	**Nombre científico**
Ardilla chiza	*Sciurus variaatoides*
Armadillo	*Dasypus novemcinctus*
Conejo	*Sylvilagus floridianus*
Guatuza	*Dasyprocta punctata*
Mono ardilla	*Ateles geoffroyi*
Mono carablanca	*Cebus capuchinus*
Mono congo	*Alouatta palliata*
Oso hormiguero	*Tamandua mexicana*
Pizote	*Nasua narica*
Venado cola blanca	*Odocoileus virainianus*
Zorro hediondo	*Mephites macroaura*
Zorro pelón	*Common opossum*
Comadreja.	*Mustela frenata*
Conejo de monte	*Sylvilagus brasiliensis*
Coyote	*Canis letrans*
Chancho de monte, Cariblanco	*Tavassu pecari*
Saíno, Zahino	*Tavassu tajacu*
Danta	*Tapirus bairdii*
Jaguar	*Panthera onca*
puma	*felis concolor*
Mapache	*Procvon lotor*
Martilla	*Potos flavus*
Perro de agua	*Lontra lonaicaudis*
Reptiles	
Nombre común	**Nombre científico**
Sabanera de bosque seco	*Masticophis mentovarius*
Toboba gata	*Trimorphodon biscutatus*
Iguana verde	*Iauana iauana*
Garrobo	*Ctenosaura similis*
Basilisco común	*Basiliscus basiliscus*
Geco cabeza amarilla	*Gonatodes alboaularis*
Tortuga de bosque pintada, jicotea pintada.	*Rhinoclemmys pulcherrima*
Cocodrilo	*Crocodylus acutus*
Boa constrictor, Bécquer	*Boa constrictor*

7.4.2. Descripción de factores físicos:

7.4.2.1. Descripción geológica y geomorfológica:

Es importante mencionar que las alturas de terreno presentes en la E.E.F.H. van desde los 60 msnm en las orillas del río Tempisque hasta los 184 msnm en los dos cerros ubicados en el extremo occidental de la Estación (Carrillo, 2000). Además Hidalgo (1998) distingue dos sectores con características geográficas diferentes, la zona norte con pendientes moderadas y la zona sur con extensas planicies y ligeras ondulaciones.

Geológicamente la E.E.F.H. está constituida por rocas volcánicas sedimentarias del cuaternario que son parte de la formación geológica Liberia, la cual tiene su origen en el Pleistoceno y se compone de una toba de color blanco de composición riolítica, que en las partes inferiores es ignimbrítica (Castillo 1991, citado por Hidalgo, 1998).

7.4.2.2. Descripción climática:

La descripción climática regional para la parte norte de Guanacaste en donde se encuentra la E.E.F.H. según los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) mencionados por TT Argos (2009), indican que dicha región cuenta con dos estaciones marcadas, la lluviosa de mayo a octubre y la seca de diciembre a marzo, donde abril y noviembre son los meses de transición,. Las precipitación media es de de 2 184 mm anuales. Además se dan dos máximas de lluvia que corresponden a los meses de mayo a junio y de setiembre a octubre, separadas por el "veranillo de San Juan o Canícula", generalmente en julio. Además indica este mismo autor que la temperaturas promedio son de 24ºC, con máximas de 32ºC y mínimas ligeramente por encima de los 20º en donde el mes más cálido es abril, mientras que los menos calurosos son setiembre y octubre.

La velocidad promedio anual del viento en la región de Guanacaste norte es de aproximadamente 10 km /h con ráfagas mayores a los 49 km/h se experimentan en marzo durante el día, La humedad relativa promedio mensual de la región, oscila entre el

60 % y 65 % en los meses secos y entre 80% y 85% en los meses de la época lluviosa. (TT Argos, 2009)

El clima dentro de la E.E.F.H. es seco con una precipitación anual promedio de 1600mm la época lluviosa comprende los meses de de junio a octubre, mientras que la época seca comprende los meses de de noviembre a mayo (Carrillo, 2000) y es en esta época en donde hay una mayor ocurrencia de incendios forestales, no solo en la E.E.F.H. ya que ocurre de igual forma en la A.C.G. al igual que en el Área de Conservación Tempisque (A.C.T.).

7.4.2.3. Descripción hidrográfica:

La E.E.F.H. se encuentra ubicada dentro de la gran cuenca del río Tempisque, y a su vez dentro de la subcuenca del río Tempisquito, en donde se ubican varias microcuencas, como la microcuenca del río Esterón y la microcuenca de la Quebrada el Jobo, presentando una importante red hidrográfica (figura 5), que por las condiciones hidrográficas, hidrológicas y el clima presente en la E.E.F.H. existen ríos permanente e intermitentes (cuadro 7) que además juegan un papel importante en el desarrollo de las diferentes especies de vida silvestre, siendo estos factores limitantes en el desarrollo de la vida principalmente durante la estación seca.

Cuadro 7. Clasificación de los ríos presentes en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Nombre del cuerpo de agua	Clasificación
Quebrada Paso lajas	Intermitente
Quebrada Guanacastillo	Intermitente
Río Esterón	Intermitente
Quebrada el Jobo	Permanente
Río Tempisquito	Permanente
Río Tempisque	Permanente

Fuente: Datos tomados de Castro, 2011.

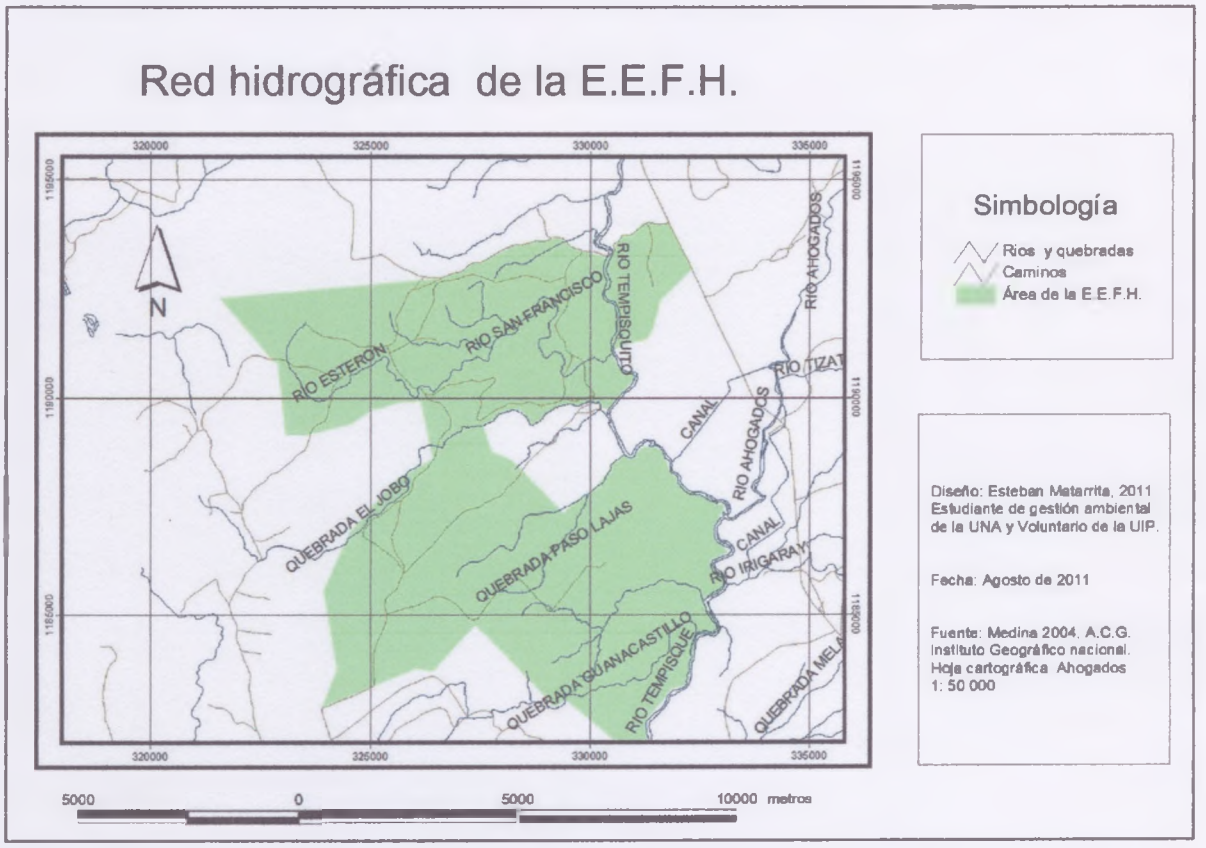

Figura 5. Mapa de la red hidrográfica presente en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Fuente: Datos tomados del Medina, (2004), Instituto Geográfico Nacional, y Castro (2011).

7.4.3. Descripción socioeconómica:

Políticamente la E.E.F.H. se encuentra ubicada en la provincia de Guanacaste, cantón Liberia, distrito de Nacascolo, a 42 Km de la ciudad de Liberia, sobre la carretera la playa Cabuyal (Morales, 1996).

La E.E.F.H. pertenece a la A.C.G. y es administrada por la Fundación de Parques Nacionales además dicha estación posee un área total de 7 331 hectáreas de terreno que en el pasado conformaban una hacienda ganadera y agrícola que fue donada al A.C.G en 1987. Para hacer referencia a características socioeconómicas de la E.E.F.H. se

mencionan a cinco puntos claves para el desarrollo de la estación como lo son: la influencia de los poblados cercanos, las actividades productivas desarrolladas en la zona, la condición turística, la actividad ganadera dentro de la E.E.F.H. y la participación activa de la U.IP. en la Estación.

7.4.3.1. Poblados cercanos y problemáticas socioambientales.

Los poblados cercanos que actualmente inciden en las distintas problemáticas socioambientales con respecto a uso inadecuado de los recursos naturales presentes no sólo en la E.E.F.H., sino que en algunas otras áreas protegidas pertenecientes a el A.C.G. como lo son el Refugio Nacional de Vida Silvestre Bahía Junquillal, el Parque Nacional Guanacaste, El Parque Nacional Rincón de la Vieja, el Parque Nacional Sata Rosa, etc. Algunos poblados que a través de los años han tenido influencia negativa en la Estación identificados por el funcionario del A.C.G. Castro (2011), son: Liberia, Guardia, Comunidad, Triunfo, Montegalán, Iriguaray, Guadalupe, Cañas Dulces, Potrerillos, entre otros (figura 6). Se identificaron algunas actividades que generan problemáticas socioambientales concretas, de las cuales se pueden mencionar que:

- Algunas personas se dedican a la extracción y comercio ciertas especies de loras y pericos presentes en la zona, estos son los llamados "Loreros" y "Periqueros" que son comunes según Castro (2011), desde hace más de 20 años.
- Se han dado casos de extracción ilegal de madera.
- Se han dado casos de robo de materiales y equipos de la estación.
- Se dan casos constantes de caza de animales, tanto para fines de alimentación, como deporte y comercio. (durante las giras de trabajo realizadas para este proyecto se dio la captura de cazadores por parte de funcionarios del A.C.G. en donde se pudo constatar esta actividad ilegal), algunas de las especies que comúnmente se cazan dentro de la estación son: Garrobos, venados, guatusas, tepezcuintes, codornices, entre otros con la finalidad de comercializar sus carnes, además según funcionarios de la E.E.F.H. es típico del cazador de la zona, capturar

y matar todo tipo de animales, se ha dado el caso de dantas, cauceles, pumas, e inclusive jaguares, especie de gran importancia ecológica y que se encuentra en grave peligro de extinción y con poblaciones muy reducidas (Carrillo, Sáenz, 2002).

- Otro problema ambiental se da cuando se utilizan venenos en las partes altas de los ríos, como por ejemplo en el sector de Cañas Dulces, en donde se han dado estas prácticas con el fin de obtener pescado y camarones, afectando las partes bajas de los cauces de los ríos.
- Otros problemas identificados por los funcionarios se dan con relación a la presencia de basura, tanto en los márgenes de la estación que limitan con la carretera interamericana, como en algunos caminos, también con relación a la basura, se ha encontrado que los campistas que llegan a las márgenes de los ríos usualmente dejan residuos de sus actividades de esparcimiento.
- Otro problema identificado son los incendios forestales que si bien es cierto pueden ocasionarse de manera natural, también son provocados por las personas con el propósito de cazar o por venganza, según lo afirman los funcionarios de la E.E.F.H., situación que se agrava durante la época seca.

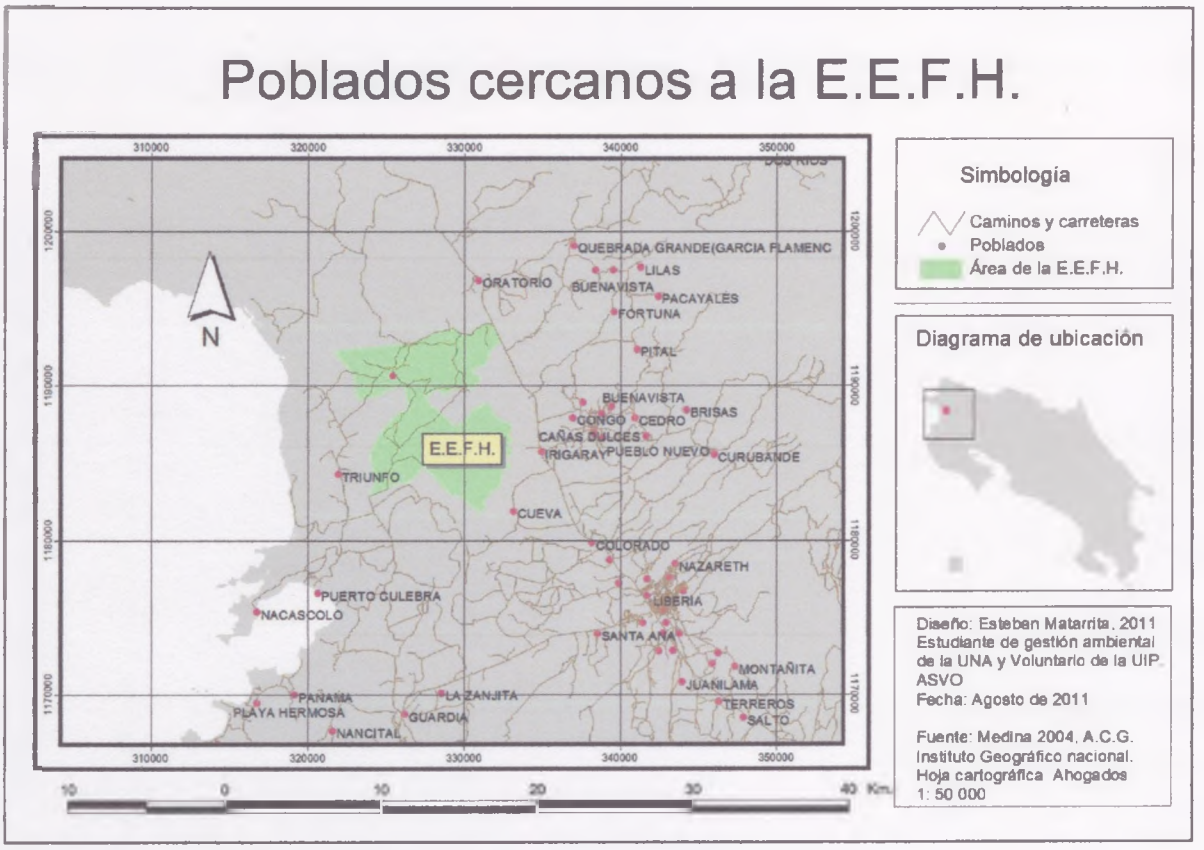

Figura 6. Mapa de poblados cercanos a la E.E.F.H. Liberia, 2011.

Fuente: Datos tomados del Medina, (2004), Instituto Geográfico Nacional

7.4.3.2. Actividades productivas en lugares cercanos a la E.E.F.H.

Según el Instituto Costarricense de Turismo (I.C.T.), (2007) en el sector norte de la provincia de Guanacaste se desarrollan actividades productivas importantes en dos áreas específicas la producción del sector primario fundamentalmente de ganadería y agricultura, ambas predominantemente extensivas y que se denominan como las actividades tradicionales, junto con el desarrollo de la pesca artesanal (practicada en las costas).

Durante la giras de trabajo realizadas en la E.E.F.H. y entrevistas realizadas a funcionarios de de esta Estación se pudo hacer constar algunas actividades productivas

que actualmente se dan en algunos sectores que rodean el área protegida estudiada, en donde es común observar grandes extensiones de terreno dedicados a actividades ganaderas (ganado vacuno de doble propósito: engorde y producción de leche), también se observaron cultivos extensivos de arroz, y caña dulce; además plantaciones de manga, y en comunidades como El Triunfo existen plantaciones de Melina y Teca.

Otra actividad productiva que se desarrolla en las zonas cercanas a la Estación está estrechamente relacionada a la actividad turística (ecoturismo, turismo científico, turismo, turismo rural, turismo de negocios, turismo de aventura y turismo de sol y playa.)

7.4.3.3. Actividad Turística.

Desde el punto de vista meramente turístico la E.E.F.H. se encuentra situada dentro de lo que el I.C.T., (2007) denomina "la Unidad Guanacaste Norte", considerando esta unidad de estudio se puede decir que dentro de la misma existen diferentes centros turísticos, los cuales (Boullón , 2006) define como "*centro de estadía distribución, escala y/o excursión que adoptan este nombre porque desde el conglomerado urbano que les sirve de base, los turistas visitan los atractivos incluidos en su radio de influencia y regresan a dichos centros a descansar*" los centros turísticos que se encuentran dentro de esta unidad son de dos tipos, los principales como los son Liberia (centro de estadía distribución, escala y excursión) y Santa Cruz, y también dentro de esta unidad hay tres centros turísticos secundarios El Coco, Tamarindo y Flamingo (TT Argos, 2009).

7.4.3.3.1. Actividad turística en la E.E.F.H.

Actualmente la E.E.F.H. se desarrollan actividades ecoturísticas, la descripción de esta actividad se hará con base a lo establecido en el estudio efectuado por Carrillo (2000) llamado "Análisis de la Estación Experimental Forestal Horizontes para su actualización en la actividad turística"

El producto turístico de la E.E.F.H. está compuesto según Carrillo, (2000) por los atractivos, servicios e infraestructura que permite el disfrute de la Estación por parte de los visitantes. Es por esto que el producto está compuesto por los servicios de alimentación, hospedaje y sala de reuniones con los que cuenta la Estación más los atractivos presentes, los cuales son: Plantaciones forestales, senderos, bosque seco en regeneración, bosques de galería, observación de aves, observación de mamíferos, vistas panorámicas, rasgos históricos.

Es importante considerar la visitación de turistas a la E.E.F.H., esta cuenta con una capacidad de albergar 56 personas, además de los funcionarios que se encuentran diariamente en la estación (un promedio de cuatro funcionarios por día) Actualmente se cuenta con los datos de visitación en los meses de de abril a agosto, en donde se tiene que hasta el mes de agosto la estación recibió la visita de 743 turistas para los meses anteriormente mencionados (Cuadro 8). Estos datos se deben considerar a la hora de calcular las tasas de generación de residuos orgánicos producidos en la cocina de la estación.

Cuadro 8. Visitación de Turistas a la E.E.F.H. en los meses de abril a agosto. Liberia. 2011.

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Número de turistas	113	142	83	115	290

Fuente: Datos tomados de Céspedes, 2011.

Considerando la visita de turistas para estos meses se puede decir que en promedio hay una visita diaria de seis turista en la E.E.F.H., este dato se puede emplear para estimar las cantidades de residuos orgánicos producidos en el comedor de la E.E.F.H. anualmente una vez que se calculen las tasas de generación de residuos en el capítulo siguiente del presente trabajo.

7.4.3.4. La actividad ganadera desarrollada en la E.E.F.H.

Actualmente dentro de la E.E.F.H. se desarrolla actividad ganadera, donde la justificación de que esta actividad se efectué dentro de un área silvestre protegida concuerda con objetivos de eliminación y control de material vegetal como la jaragua que durante la estación seca significa un alto potencial incendios por la gran distribución de este tipo de material combustible; también la dispersión de alguna semillas como las de los árboles de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Cenízaro (***Samanea saman***), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), entre otros.

La E.E.F.H. alquila terrenos al propietario del ganado Rafa Alfaro Castillo quién posee actualmente alrededor de 95 cabezas de ganado en varios potreros ubicados en la Estación que superan las 600 ha de terreno. Además dentro de la E.E.F.H. han llegado a tener hasta 2000 animales. El alquiler de terreno para el desarrollo de ganado por parte este mismo propietario se viene dando desde hace aproximadamente 30 años, según Derlyn Ortiz Coronado (peón ganadero quien actualmente labora para Rafa Alfaro). La ganadería que se desarrolla dentro de la estación es de doble propósito (figura 7), diariamente se ordeñan de 11 a 30 vacas en el corral ubicado en la entrada del área administrativa de la Estación, los productos como la leche y el queso son comercializados en la comunidad del Roble, ubicada en el distrito de Nacascolo en el cantón de Liberia, además regularmente se vende el ganado en diferentes subastas ganaderas.

Es importante mencionar que seis veces al año se hacen trabajos dentro del corral como la aplicación de medicamentos, aplicación vitaminas, suministro de calcio, baños, marcajes, despuntamineto de cachos, entre otros que hacen necesario que se reúna todo el ganado en este sitio. Además del ganado la estación cuenta con 5 caballos propios del A.C.G. y 19 caballos del mismo dueño del ganado.

Figura 7. Foto que muestra parte del proceso de ordeño de ganado dentro del corral ubicado en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

7.4.3.5. Participación de la U.I.P. de ASVO en proyectos desarrollados en la E.E.F.H.

Como parte de las actividades de la U.I.P. se han desarrollado en este año diez giras de trabajo en la E.E.F.H. en diferentes proyectos, con grupos variados de voluntarios (cuadro 9). Hasta la fecha (noviembre del 2011) la U.I.P. ha aportado para el presente año aproximadamente 596 horas de trabajo voluntario en la E.E.F.H. tanto en proyectos propios del P.R.S. (Reforestación y restauración de la Esperanza, Vivero Forestal, Plantaciones forestales y reforestación en "El túnel verde") como en otros proyectos de la Estación (Mantenimiento de senderos y caminos, Construcción del puente colgante, tareas de control, entre otros) en donde la participación de los voluntarios a contribuido en cada uno de los proyectos mencionados con tareas múltiples que han logrado el alcance de diferentes metas establecidas en cada uno de los diferentes proyectos, con un apoyo directo a los funcionarios de la E.E.F.H.

Cuadro 9. Participación de la U.I.P. de ASVO en diferentes proyecto desarrollados en la E.E.F.H. Liberia 2011.

Fecha	Voluntarios	Horas	Proyectos	Actividades
Del 1/4/ al 3/4/2011	3	12 por voluntario	Vivero Forestal	Trabajo en el vivero
			Otros	Levantamiento de información básica de flora fauna
Del 8/4 al 10/4/2011	2	12 por voluntario	Parcelas mixtas	Medición de diámetros y alturas de en plantaciones
			Control	Patrullaje en el río tempisquito
Del 18/4 al 24/4/2011	5	40 por voluntario	Vivero Forestal.	Mantenimiento del vivero
			Árboles semilleros.	Recolección de semillas
			Control	Patrullajes de control y protección
			Incendios forestales	Apoyo en la torre de vigilancia
Del 29/4 al 1/5/2011	3	12 por voluntario	Vivero Forestal	Trasplante de árboles de cocobolo y siembra de semillas de tempisque de
Del 13/5 al 15/5/2011	4	12 por voluntario	Reforestación en "la esperanza"	Demarcación de puntos de siembra de árboles (4 ha) Instalación de una cerca
Del 17/6 al 19/6/2011	4	12 por voluntario	Reforestación en "la esperanza"	Siembra de árboles
			Vivero forestal	Deshierbe de de plantas y mantenimiento del vivero
			Otros	Mantenimiento del camino principal
Del 22/7 al 24/7/2011	2	12 por voluntario	Reforestación en "la esperanza"	Siembra de árboles
			Puente en del saltillo	Construcción del puente colgante
Del 26/8 al 28/8/2011	2	16 por voluntario	Vivero forestal	Labores de mantenimiento
			Puente en del saltillo	Construcción del puente colgante
			Plantación de Guayacán real	Medición de diámetros y altura de árboles
Del 23/9 al 25/9/2011	2	16 por voluntario	"Proyecto el túnel verde"	Colaboración en las actividades de siembra de árboles
Del 30/9 al 3/10/2011	6	18 por voluntario	"Proyecto el túnel verde"	Colaboración en las actividades de siembra de árboles

Fuente: Datos tomados de los informes de giras U.I.P. 2011.

7.5. Utilización de lombricompost en los proyectos de restauración y reforestación.

En el presente año funcionarios de la E.E.F.H. han trabajado en dos proyectos de reforestación del P.R.S. dichos proyectos son: "El proyecto de reforestación y restauración de la Esperanza" y el proyecto "El túnel verde", en donde ha sido necesario la utilización de lombricompost como abono orgánico para las plantas sembradas.

7.5.1. Proyecto de restauración y reforestación "la Esperanza"

Este proyecto consiste en la siembra de especies nativas de la zona dentro del sector de la E.E.F.H. llamado la esperanza, lugar que en la década de los ochenta fue utilizado en plantaciones de algodón por lo que los suelos fueron altamente degradados y en la actualidad el terreno estaba ocupado por pastizales antes de darse la siembra de árboles, es por esto que mediante el proyecto mencionado se da la siembra de especies fijadoras de nitrógeno y otras especies nativas (Cuadro 10) en un área de 20 hectáreas en donde se plantaron aproximadamente 6000 árboles.

Cuadro 10. Especies utilizadas en el Proyecto de restauración y reforestación la Esperanza de la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Nombre común	Nombre científico
Madero negro	*Glyricidia sepium*
Carboncillo	*Acosmium panamense*
Cocobolo	*Dalbergia retusa*
Chaperno	*Lonchocarpus sp.*
Sahinillo	*Caesalpinia eriostachis*
Ipil Ipil	*Leucaena leucocephala*
Guanacaste	*Enterolobium cyclocaryum*
Guanacaste blanco	*Albizia niopoides*
Guachipelin	*Diphysa americana*
Guayacán real	*Guaiacum sanctum*
Laurel Negro	*Cordia gerascanthus*
Caoba	*Swietenia humilis*
Elequeme, Poró	*Erythrina sp.*

Fuente: Datos tomados de Castro, (2011) y Gutiérrez, (2010).

Para el proceso de siembra de estos 6 000 árboles fue necesaria la compra de 25 sacos de lombricompost de 39 Kg cada uno, con un precio unitario de □7 150, para un total de □178 750.

7.5.2. Proyecto de reforestación "el túnel verde"

Este proyecto de reforestación inició las operaciones de siembra de árboles en la tercera semana del mes de setiembre del presente año. Este proyecto de reforestación responde a un objetivo de conservación a largo plazo ya que las especies arbóreas empleadas corresponden a los típicos gigantes de bosque seco tropical original, que además tienen ritmos de crecimiento muy lento, por sus características adaptativas (Gutiérrez, 2010), el objetivo de este proyecto es crear un túnel verde en la carretera Interamericana Norte en el sector del Parque Nacional Santa Rosa que sirva como corredor de diferentes especies de vida silvestre, ya que esta carretera divide el A.C.G. en un tramo de 13 km desde el sitio conocido como los puercos hasta la comunidad de Guajiniquil y constituye una barrera que dificulta migraciones estacionales, latitudinales y altitudinales de las especies silvestres en sus necesidades alimenticias y reproductivas (Díaz *et al,* 2007, Mencionado por Gutiérrez, 2010).

El área a intervenir en este proyecto comprende 30 ha distribuidas en ambos márgenes de la carretera anteriormente mencionada y se han sembrado un aproximado de 10 500 árboles de diferentes especies (Cuadro 11). Para el proceso de siembra fue necesaria la compra de 50 sacos de lombricompost de 39 Kg cada uno, con un precio unitario de □ 7 150, para un total de □ 357 500.

Cuadro 11. Especies utilizadas en el Proyecto de reforestación "El túnel verde" A.C.G. Liberia. 2011.

Nombre común	Nombre científico
Almendro de montaña	*Andira inermis*
Panamá	*Sterculea apétala*
Guanacaste	*Enterolobium cyclocaryum*
Laurel Negro	*Cordia gerascanthus*
Carboncillo	*Acosmium panamense*
Espavel	*Anacardiun excelsum*
Guapinol	*Hymenaea courbaril*
Ron ron	*Astronium graveolens*
Gavilán o Guayaquil	*Pseudosamanea guachapele*
Cachimbo	
Níspero	*Manilkara chicle*
Caoba	*Swietenia humilis*
Tempisque	*Sideroxylon capiri*

Fuente: Datos tomados de Castro, (2011) y Gutiérrez, (2010).

7.6. Resultados

En cuanto a los resultados de este primer capítulo a continuación se consideran los variables ambientales, económicos y sociales que pueden determinar condiciones favorables y desfavorables para la producción de compostajes presentes en la E.E.F.H.

7.6.1 Resultados relacionados a factores biológicos:

Los factores biológicos presentes en la E.E.F.H. que se pueden asociar a la producción de compost y lombricompost son:

- la Existencia de fuentes potenciales de material que puede ser utilizado mediante el proceso de elaboración de compost, como lo es el material vegetal producto de actividades y operaciones de mantenimiento de cercos, mantenimiento de jardines, mantenimiento de senderos y caminos, la limpieza de maleza que se realiza alrededor de los árboles sembrados en los proyectos de reforestación, parte del material vegetativo que se genera a partir de las limpiezas con machete,

motoguadaña, y podadora puede ser procesado mediante pilas de compost para producir abono y reincorporar este producto a los diferentes ecosistemas en las plantaciones y proyectos futuros de reforestación.

- La variedad de fauna presente en la E.E.F.H. puede condicionar el proceso de producción de lombricompost en camas, por lo que se debe de aplicar controles para evitar la depredación de las lombrices que dificulten el proceso, mediante la incorporación en el proceso productivo de medidas que eviten esta situación y que no generen una afectación a las diferentes especies de fauna presentes en la Estación.

7.6.2. Resultados relacionados a factores Físicos:

En cuanto a factores físicos presentes en la E.E.F.H. que se pueden asociar a la producción de compost y lombricompost están principalmente las condiciones climáticas que pueden afectar o beneficiar el proceso de producción de compost y lombricompost, en donde se identifican dos temporadas durante el año la seca y la lluviosa, en donde se dan condiciones extremas de temperaturas (principalmente altas temperaturas) y precipitaciones de lluvia (fuertes precipitaciones durante la temporada lluviosa y ausencia de precipitaciones durante la temporada seca) que pueden afectar los proceso productivos de compost y lombricompost, por ejemplo, las altas temperaturas y la carencia de precipitaciones de lluvia y los bajos porcentajes de humedad relativa durante la temporada seca, y las condiciones de lluvia extremas durante la temporada lluviosa, pueden afectar el desarrollo de las lombrices de tierra empleadas en el proceso de producción de lombricompost así como el desarrollo de los diferentes microorganismos como los hongos y las bacteria que intervienen en el proceso de producción de compost, por lo que a la hora de diseñar la prueba experimental de producción de compost y lombricompost se deben considerar estos factores para garantizar la efectividad y eficiencia del proceso productivo, además se tienen que considerar estos factores a la hora de hacer la propuesta del plan de trabajo de la U.I.P. en la E.E.F.H.

7.6.3. Resultados relacionados a factores Socioeconómicos:

El principal factor a considerar en cuanto a los procesos productivos de compost y lombricompost es el aporte de trabajo voluntario realizado por los miembros de la U.I.P. en la E.E.F.H. en diferentes proyectos, en donde se dio la colaboración de 596 horas de trabajo voluntario, por lo que se tomará como base para la elaboración de la propuesta del plan de trabajo en donde se pueda incorporar los procesos de producción de los abonos orgánicos mencionados con anterioridad.

Otro aspecto a considerar es el costo que implica la compra de los 75 sacos de abono utilizados en los proyecto de reforestación y restauración de la Esperanza y el Túnel verde (25 y 50 sacos para cada proyecto respectivamente), en donde se presentó un gasto de □ 536 250.

Otro resultado importante es la visita de 6 turista diariamente a la estación, con este dato se podrá estimar en el capitulo siguiente la tasa de generación de residuos anuales que se producen en el comedor de la E.E.F.H.

8. CAPÍTULO II: PROYECTO PILOTO DE PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS (PRUEBA EXPERIMENTAL)

8.1 Aspectos generales del área de producción del proyecto piloto:

El compost y lombricompost producido mediante la ejecución de este proyecto piloto se definen como bienes de consumo, ya que estos abonos serán utilizados en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del Programa de Restauración y Silvicultura (P.R.S.) del A.C.G.

El objetivo de producción se estableció a corto plazo de acuerdo al diseño de la pila de compost y la cama de lombricompost el cual será: Producir un volumen de 1.6 m^3 de

compost y 0.8 m^3 de lombricompost al cabo de tres a cuatro mese del inicio del proceso de producción

8.2. Especificaciones técnicas de los productos (compost y lombricompost)

En términos generales tanto el compost como el lombricompost pueden definirse como biotécnicas donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. Para la producción de compost la biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición y los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido (Pravia y Sztern, 2002). Por otra parte en la biodegradación en la producción de lombricompost dependerá en mayor medida del la actividad de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

8.2.1. Características del compost:

El compost es un es un abono orgánico utilizado en diferentes tipos de cultivos (para este caso particular será utilizado como abono para diferentes especies de árboles nativos de la zona en donde se ubica la E.E.F.H.), ya que aporta nutrientes directamente asimilables por las planta y mejora las condiciones del suelo, al aportar humus y materia orgánica que será mineralizada (Universidad Checa de Agricultura en Praga, Instituto de los trópicos y subtrópicos, 2004).

8.2.2. Propiedades del compost:

Mejora las propiedades físicas del suelo: mejorando la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los suelos sueltos y arenosos, también reduce la erosión del suelo e incrementa la capacidad de retención de humedad.

Mejora las propiedades químicas del suelo al incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, aumentando la eficiencia de la fertilización.

Mejora la actividad biológica del suelo e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas

8.3. Proceso de producción de compost

8.3.1. Equipo, materiales y recursos empleados en la producción de compost.

Para la prueba experimental de producción de compost se utilizaron diferentes materiales y equipo presentes en la E.E.F.H. (cuadro 12) por lo que la inversión inicial fue mínima al no requerir la compra de de equipo y materiales, ya que el equipo y herramientas necesarias para el diseño y ejecución del proceso de compost en pila estaban presentes en la Estación y se reutilizaron al máximo algunos materiales y todas las materias primas utilizadas en la producción de compost son residuos de otras actividades, por lo que tampoco hubo necesidad de comprar ninguna de estas.

Cuadro 12. Equipo, materiales y recursos utilizados en el proceso de producción de compost en la E.E.F.H. Liberia. 2011.

Equipo	**Descripción**	**Observación**
Pala	1 unidad x pila	Todo el equipo utilizado corresponde al equipo de la E.E.F.H. por lo que no hubo necesidad de comprar equipo.
Rastrillo	1 unidad x pila	
Cinta métrica	1 unidad x pila	
Cuerda de construcción	1 rollo x pila	
Carretillo	1 unidad x pila	
Manguera de	1 unidad de 1'x15m	
Machete	1 unidad x pila	
Material	**Descripción**	**Observación**
Tablas de madera	4 unidades de 2mx 2cn	Se reutilizó material desechado
Plástico negro	1 de 2mx4m	Compra
Estacas de madera	4 unidades de 30 cm	Se reutilizaron materiales desechados
Hojarasca seca		Se reutilizó material desechado
Residuos de cocina		Se reutilizó material desechado
Residuos de jardín verdes		Se reutilizó material desechado
Gallinaza	3 sacos de 15 kg	Se utilizó los sacos donados por el dueño del ganado, Rafa Alfaro

Recurso	Descripción	Observación
Agua	10 l x riego	El riego depende de las condiciones de humedad y temperatura de la pila de compost
Recurso humano	Construcción de la pila (8h/persona) Proceso (riego 1h/semana) Volteos (2h/mes) Zarandeo y empaque (4h/mes)	El trabajo en las diferentes operaciones del proceso fueron ejecutadas por el autor de este estudio y los funcionarios de la E.E.F.H.

8.3.2. Diseño de la pila de compost:

La cama de compost utilizada en el proyecto piloto presenta una forma de pirámide con base cuadrada de 2,00 m. por 2,00 m. con una altura de 1,30 m. (figuras 8 y 9) además cuenta con 13 capas de 10 cm de altura cada una, posee un volumen inicial aproximado de 1.6 m^3 repartidos en 5 estratos diferentes (cuadro 13), los cuales se detallan a continuación:

- 1er Estrato: Hojarasca seca (10 cm. De altura).
- 2° Estrato: Gallinaza (10 cm. De altura).
- 3er Estrato: Hojarasca seca (10 cm. De altura).
- 4° Estrato: Residuos de jardín verde (10 cm. De altura).
- 5° Estrato: Residuos de cocina (10 cm. De altura).
- 6° Estrato: Tierra (10 cm. De altura).
- 7° Estrato: Hojarasca seca (10 cm. De altura).
- 8° Estrato: Gallinaza (10 cm. De altura).
- 9° Estrato: Residuos de jardín verde (10 cm. De altura).
- 10° Estrato: Tierra (10 cm. De altura).
- 11° Estrato: Gallinaza (10 cm. De altura).
- 12° Estrato: Residuos de jardín verde (10 cm. De altura).
- 13° Estrato: Hojarasca seca (10 cm. De altura).

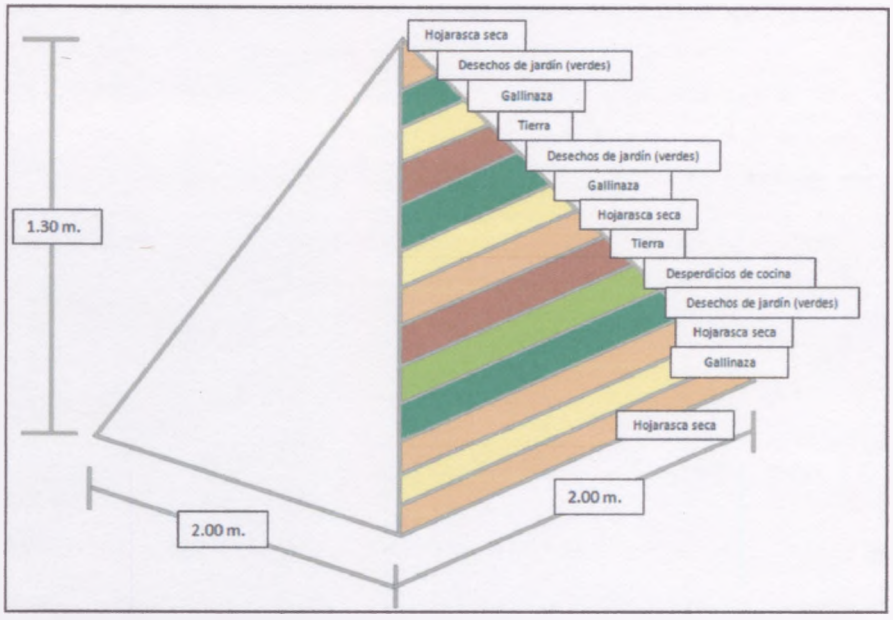

Figura 8. Diseño de la pila de compost utilizada en la prueba experimental de producción de compost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Figura 9. Fotografía de la pila de compost utilizada en la prueba experimental de producción de compost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Cuadro 13. Volúmenes de los materiales utilizados en la construcción de la pila de compost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Material utilizado	Número de estratos	Volumen total por material
Hojarasca seca	4	0.48 m^3
Gallinaza	3	0.36 m^3
Residuos de jardín verde	3	0.36 m^3
Residuos de cocina	1	0.12m^3
Tierra	2	0.24m^3
Total de la pila	13	0.60 m^3

8.3.4. Operaciones requeridas en el proceso de producción de compost en pila

El proceso de compostaje en pilas un sistema muy antiguo y sencillo (Röben, 2001) que permite lograr buenos resultados, en cuanto a la calidad del producto final, para este proyecto piloto se seleccionaron diez operaciones ordenadas de manera secuencial para lograr el procesamiento y aplicación del compost producido. Estas operaciones corresponden a:

- Limpieza del terreno.
- Selección de los materiales a procesar.
- Transporte de los materiales
- Preparación de la pila de compost.
- Aireación y riego.
- Volteos y homogenización.
- Zarandeado.
- Empaque del compost en sacos.
- Almacenaje del compost.
- Aplicación del compost a las plantas.

A) Limpieza del terreno: Es la primera actividad a efectuar una vez que se ha seleccionado adecuadamente el sitio donde se ubicará la pila con los materiales que se va a procesar (Figura 10) se debe efectuar la limpieza del terreno, pero antes es importante

considerar que el sitio seleccionado debe presentar ciertas características como las siguientes: El sitio debe poseer facilidades de accesibilidad, debe contar con una fuente cercana de agua, además el terreno seleccionado debe ser plano y preferiblemente debe estar en un lugar donde reciba sombra y sol para evitar condiciones extremas de temperatura y/o lluvia, también debe de situarse cerca de las fuentes de material a procesar.

Una vez seleccionado el terreno se procede a limpiar la vegetación existente, con ayuda de un machete y rastrillo un cuadrante mayor a 8,00 m^2 que corresponde al lugar en donde se colocará la pila de compost (el material vegetal resultante de la limpieza puede ser utilizado posteriormente como sustrato verde en la confección de la pila), además este espacio también está considerando los futuros volteos que son etapas del proceso que se deberán realizar posteriormente.

Figura 10. Fotografía del sitio seleccionado para la ubicación de la pila de compost, proyecto piloto de producción de compost, E.E.F.H. Liberia. 2011.

B) Selección de los materiales a procesar: La selección de los materiales que se van a procesar es una etapa muy importante en el proceso ya que la selección de estos materiales puede determinar el tiempo que se requiere para completar el proceso, ya

que algunos materiales requieren mayor tiempo para descomponerse esto por el tamaño y la composición de cada uno de ellos.

Los materiales biodegradables seleccionados para ser procesados son:

- Hojarasca seca (proveniente de los árboles y arbustos dentro jardines de las instalaciones de la E.E.F.H. y cercas vivas).

- Gallinaza (material donado por el dueño del ganado dentro de la E.E.F.H. Rafa Alfaro, es importante mencionar que este material fue utilizado en lugar del estiércol de vaca, por razones de mayor comodidad en cuanto a la recolección y el transporte, ya que se encontraba almacenado en sacos en el corral).

- Residuos de jardín verde (producto del mantenimiento de zonas verdes, jardín y al plaza de futbol de la E.E.F.H.).

- Residuos de cocina (provenientes del comedor de la estación).

- Tierra (proveniente de una pila de tierra que es utilizada en el vivero de la E.E.F.H.).

Una vez que se han seleccionado los materiales que se van a procesar en la pila de compost se transportan con ayuda de un carretillo o bien empleando alguno de los vehículos de la E.E.F.H. que se requiera (los carros pick up o el chapulín)

C) Preparación de la pila de compost: Una vez seleccionados los materiales con los que se va a trabajar y transportados hasta el lugar seleccionado en donde se construirá la pila de compost, se prepara la pila de compost de acuerdo al punto **8.3.2** que especifica el diseño de la cama de compost.

D) Aireación: La aireación de la pila de compost se efectúa mediante un procedimiento de trabajo muy sencillo, en donde se colocan diferentes "estacas" de madera de

aproximadamente un metro de largo en toda la pila, este procedimiento permite el intercambio gaseoso en la pila, facilitando la entrada de oxigeno y la salida de los gases producidos por los organismos producto de sus procesos metabólicos de descomposición de la materia. Esta acción además de permitir el intercambio gaseoso en la pila, también facilita que se dé una mayor estabilidad de la temperatura en el interior de la pila. Mediante esta técnica que emplea "estacas" de madera se puede llevar el control de la temperatura del interior o el núcleo de la pila de compost, de una manera empírica, determinando si las temperaturas al interior de la pila son más elevadas o se mantienen estables con relación a la temperatura ambiente.

Otra manera de de airear la pila de compost es mediante los volteos, dicha operación se detalla más adelante

E) Riego: la aplicación de agua en la pila de compost debe darse periódicamente (para esta actividad se empleó el riego manual con ayuda de una manguera), dependiendo de las condiciones climáticas presentes (Temperatura, humedad), lo recomendado es no exceder los riegos, ya que pueden ser perjudiciales para los organismos, ya que tanto la aireación en exceso como los riegos en exceso pueden provocar la muerte de algunos de los organismos descomponedores. Cuando hay temperaturas mayores a 70°C es recomendable que se dé el riego o bien un volteo de la pila.

También es fundamental controlar la humedad de la pila, es por esto que Pravia y Sztern, 2002 recomiendan el siguiente procedimiento para poder controlar la humedad (figura 11).

Figura 11. Fotos que ilustran el procedimiento de control de la humedad de la pila de compost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Procedimiento de control de humedad de la pila

- Primer paso: Tomar con la mano una muestra de material.
- Segundo paso: Cerrar la mano y apretar fuertemente la muestra de material.
- Si sale un hilo de agua continuo de la muestra, esto quiere decir que el material contiene más de un 40% de humedad.
- Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, esto quiere decir que el contenido de humedad de la muestra es cercano al 40%.
- Sin el material no gotea y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado, entonces la humedad de la pila de compost es de un 20 a un 30 %
- Si al abrir el puño y el material se disgrega, entonces el material contienen una humedad inferior al 20 %.

Después de realizar esta prueba de humedad se sabrá cuando es conveniente realizar riegos o suspenderlos, procurando mantener la pila de compost con una humedad entre 40% y 60%.

Cuando existan condiciones extremas de precipitación de lluvia se deberá proteger la pila de compost. En este caso para la prueba experimental se recurrió a proteger la pila de compost con un toldo de plástico (figura 12).

Figura 12. Fotografía del toldo de protección de la pila de precipitaciones de lluvia, proyecto piloto de producción de compost, E.E.F.H. Liberia. 2011.

F) Volteos y homogenización: Los volteos de la pila de compost responden a dos objetivos claros en el proceso de producción de compost, los cuales son airear el material y homogenizar la mezcla de materiales , hasta obtener un compost maduro (después de transcurrido un periodo de dos a cuatro meses), de acuerdo a Álvarez, 2007 se puede considerar como norma general que el proceso se ha dado de manera exitosa, si al final del mismo se obtiene un compost maduro que presenta unas características físicas totalmente diferentes a las que presentaban los materiales utilizados originalmente, en donde se perderá el olor inicial por un olor a mantillo de bosque, la humedad será mucho menor, y ya no será posible reconocer los materiales iniciales (hojarasca seca, gallinaza, residuos de jardín verde, residuos de cocina, tierra)

G) Zarandeado: Consiste en lograr un menor tamaño de partícula y eliminación de materiales. La zaranda o cedazo utilizado en esta actividad tienen la función de refinar dicho compost dándole una forma esponjosa, homogénea y de granulometría apropiada para la aplicación a en los diferentes proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. del A.C.G. al finalizar esta actividad la parte gruesa, constituida básicamente por materiales leñosos más resistentes a la descomposición, se reincorporará en el proceso, aportando microorganismos ya que estos materiales tienen la propiedad de estar inoculado con los microorganismos que deben iniciar la colonización de una nueva pila de materiales, iniciando todo el procedimiento nuevamente (Amigos de la tierra, S.f.).

H) Empaque: El empaque del compost realizará con el empleo de sacos limpios con una capacidad de 40 kg aproximadamente.

I) Almacenaje: El almacenaje del compost se debe de hacer en un lugar bajo techo, fresco y libre de humedad.

J) Aplicación: La aplicación del compost en los diferentes proyectos de restauración y reforestación es la última actividad del proceso, en donde se aplica en los hoyos del suelo donde se sembrarán las plantas aproximadamente 250g por planta.

8.3.5. Diagrama de flujo del proceso de producción de compost

A continuación de muestra el proceso de producción de compost en pila efectuado en la prueba experimental, en donde se puede observar de manera esquematizada cada una de las operaciones requeridas en el proceso productivo (figura 13).

Diagrama de flujo del proceso de producción de compost en la E.E.F.H.

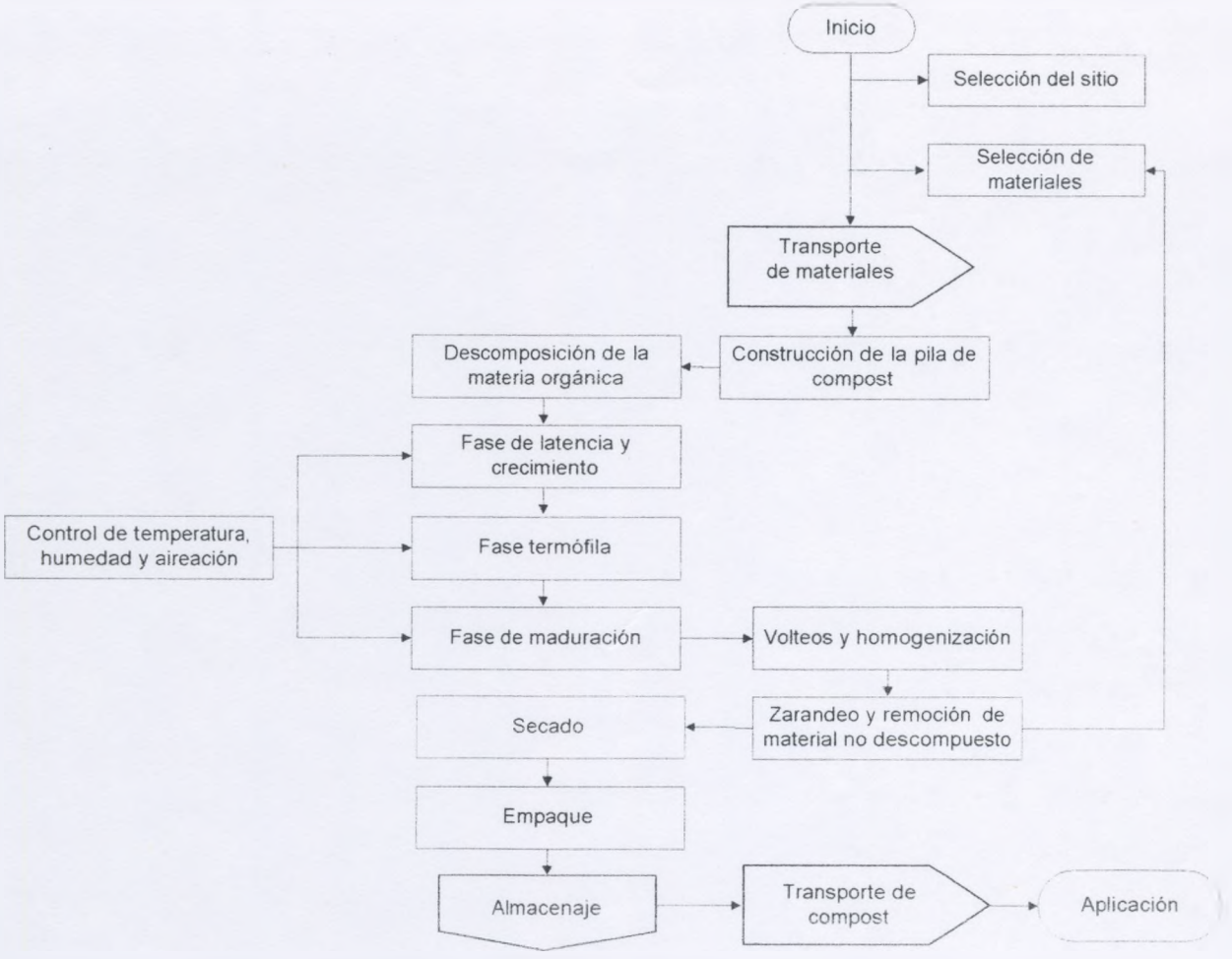

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de producción de compost en pila. Proyecto piloto de producción de compost. E.E.F.H. Liberia. 2011

8.3.6. Parámetros importantes a considerar (Fases de descomposición del compost)

Existen 3 fases de descomposición en el proceso de producción de compost que se pueden determinar a partir de diferentes indicadores según el M.A.R.M. (2009), estas tres fases se dan secuencialmente de la siguiente forma: primero la fase de latencia y crecimiento, luego se da una fase de termófila y finalmente se da la fase de maduración.

A continuación se explica de manera detallada cada una de estas fases según lo establecido en manual de compostaje de M.A.R.M. (2009):

Fase de latencia y crecimiento: *"Es la fase en donde se da una aclimatación de los microorganismos a su nuevo medio (la pila de compost), con esta aclimatación se da también el inicio de la multiplicación y colonización de los materiales tratados. Esta fase tarda de dos a cuatro días y, se inicia con la degradación por parte de las bacterias de los elementos más biodegradables. Como consecuencia de la acción de estas primeras bacterias mesófilas (Actúan a baja temperatura aproximadamente 50º C) se comienza a calentar la pila de residuo y se observa la emanación de vapor de agua en la parte superior de la materia vegetal".* (M.A.R.M., 2009).

Fase termófila: *"Dependiendo del material de utilizado y de las condiciones ambientales, el proceso puede durar entre una semana y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta. Como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura alcanzado en la pila de residuos, provoca la aparición de organismos termófilos (bacterias y hongos). Estos organismos actúan a temperaturas mayores (entre 60 y 70º C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y*

eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas. Pasado este tiempo disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio." (M.A.R.M., 2009).

Fase de maduración: *"Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente (inferior a los 40°C) al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un conjunto de organismos y microorganismos que ayudan a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo."* (M.A.R.M., 2009).

8.3.7. Resultados en del proceso de producción de compost en pila

En cuanto a los resultados del proceso de producción de compost obtenidos en la prueba experimental (Cuadro 14) tenemos la variación de las temperaturas según las diferentes fases de la descomposición de los materiales, se identificó la fase termófila a los 15 días de iniciado el proceso, la fase de maduración a los 22 días de iniciado el proceso, también se observó el cambio progresivo en la composición física de los materiales, y la ausencia de malos olores conforme avanza el proceso, hasta la fecha se ha realizado tres volteos de la pila y el tiempo transcurrido en el proceso es de 2 meses.

Cuadro 14. Resultados en el proceso de producción de compost en pila. E.E.F.H. Liberia. 2011

Fecha	Temperatura	Humedad	Riego	Volteo	Observaciones
28/8/2011	Similar a la temperatura ambiente	Mayor al 60% luego del riego	Se realizó el primer riego.	No se realizó	Construcción de la pila de compost
9/9/2011	Temperatura ambiente al exterior de la pila y en el núcleo de la pila con temperaturas cercanas 70°C	Cercana al 40% antes del riego.	Se efectuó un riego para estabilizar la temperatura de la pila	Se efectuó un volteo y homogenización mecánicos	Emanaciones de vapores en el núcleo de la pila, cambios físicos en los materiales, presencia de moscas y malos olores
24/9/2011	Las temperaturas al interior y el exterior del núcleo similares a la temperatura ambiente, relativamente más altas en el núcleo de la pila.	Cercana al 40% antes del riego.	Se efectuó un riego para aumentar el porcentaje de humedad de la pila	No se realizó	Ausencia de malos olores, ausencia de emanación de vapores, ausencia de moscas. Construcción del toldo plástico para proteger el compost del sol y la lluvia
1/10/2011	Temperaturas ambiente tanto en el exterior como en el núcleo de la pila	Menor al 20%	Se efectuó un riego abundante para aumentar el porcentaje de humedad de la pila	No se realizó	El compost presenta cambios físicos como el color (color marrón oscuro), presenta un olor fresco, similar al de la tierra, o al mantillo del bosque, como lo indican los manuales.
8/10/2011	Temperaturas ambiente tanto en el exterior como en el núcleo de la pila	Mayor al 40%	No se realizó el riego sobre la pila	Segundo volteo y homogenización mecánica del material	Cambios físicos del material, es menos visible la composición original de los material originales, la pila presenta un olor fresco.
21/10/2011	Temperaturas ambiente tanto en el exterior como en el núcleo de la pila	Cercana al 40% antes del riego.	Se efectuó un riego para aumentar el porcentaje de humedad de la pila	Tercer volteo y homogenización mecánica del material	Olor fresco en los materiales, la cantidad de materiales que no han sido descompuestos en su totalidad como ramas y algunas hojas es menor, el material está más homogenizado.

8.4. Lombricompost

El lombricompost, lumbricompost o vermicompost es un producto generado a partir del proceso biológico que acelera la transformación y la estabilización del sustrato orgánico mediante la cría de lombrices de tierra dentro del mismo. Las lombrices a través de su metabolismo transformarlas sustancias orgánicas en sustancias fertilizantes y productoras de humus de un gran valor en términos de las propiedades que ayudan al crecimiento de las plantas (Neubawger, *et al*, 1980 citado por Elizondo, 2003).

El lombricompost es sencillamente el conjunto de las excretas o heces fecales de las lombrices; tiene la misma apariencia y olor de la tierra negra y fresca, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad.

De acuerdo con Álvares *et al* (1998) de las aproximadamente 100 especies del grupo a las que pertenecen las lombrices de tierra, solamente algunas cumplen con los requisitos para utilizarlas en la lombricultura, algunas de estas características que hacen que estas lombrices sean aptas para utilizarlas para elaborar lombricompost son:

- Atas tasas de crecimiento y reproducción.
- Tolerancia a soportar un rango de pH amplio.
- Posibilidad de vivir en densidades altas de población.
- Adaptables a la manipulación o al manejo.
- Altas tasas de consumo de materia orgánica.
- Capullos resistentes a la desecación y a la acción mecánica externa.
- Deban ser lombrices epígeas o sea que viven en la superficie del suelo, asociadas a restos de materia orgánica en descomposición

8.4.1. Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida)

Según Elizondo (2003) esta especie de lombriz es una de las más conocidas en el mundo, además (Bollo, 1999) citado por Soto, (2003) asegura que la *Eisenia foetida*, posee

ciertas características que hacen que esta especie sea ampliamente utilizada para la producción de lombricompost como las siguientes: una alta capacidad de reproducción, la capacidad de vivir en altas densidades, el amplio rango de residuos orgánicos de los que se alimenta, la adaptación a diferentes condiciones climáticas por alto grado de uso en residuos orgánicos, y alta capacidad reproductiva

Algunas características que hacen que la *Eisenia foetida* presente mayores ventajas con respecto a su utilización para la producción de lombricompost en comparación con otras especies de lombrices de tierra son su longevidad, el periodo de adaptación al medio, y el número de lombrices por cápsula, también llamada huevo o cocón (cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de características de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con un promedio de lombrices de tierra de otros géneros en la producción de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Especie	Longevidad (en años)	Periodo de adaptabilidad (en días)	Número de lombrices por cápsula
Eisenia foetida	16	7	De 2 a 21
Otras	4	45	De 1 a 4

Fuente: Soto, 2003 (Tomado de Ferruzi, 1994)

A continuación se muestra la clasificación de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) utilizada en la preparación del lombricompost según Domínguez (1992), citado por Elizondo 2003.

- Reino: Animal.
- Subreino: Metazoos.
- Phylum: Prostonia.
- Grupo: Annelida.
- Orden: Oligochaeta.
- Familia: Lumbricidae.
- Especie: *Eisenia Foetida.*

8.4.1.1. Ciclo de reproducción de la lombriz Eisenia foetida

Otro aspecto de importante consideración en la producción de lombricompost es el comprender de manera detallada el ciclo de reproducción de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) (Figura 14). Esta lombriz es una de las especies con mayores facilidades para desarrollar en cautiverio, ya que llega a la madurez sexual (aparición del clitelio, que es el órgano que contiene las glándulas que producen la cápsula de donde emergen los embriones, después de un período de) después de 40 a 50 días de haber eclosionado, que es el momento en que las lombrices salen del huevo o cocón. (Satchell, 1971 citado por PITTA, 2001).

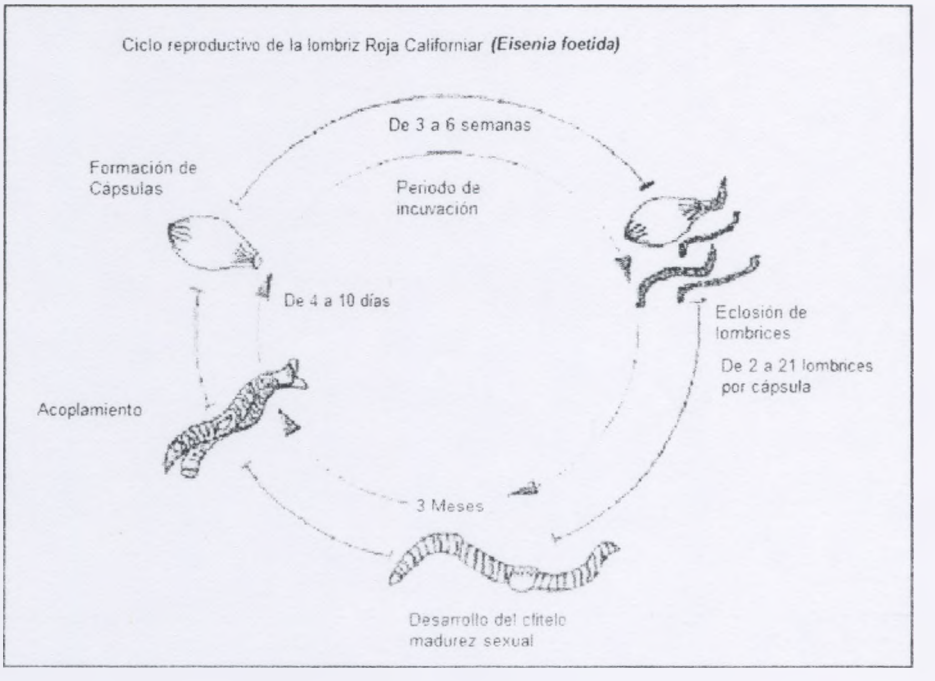

Figura 14. Ciclo reproductivo de la lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida*)

Fuente: Tomado de PITTA, 2001.

8.5. Proceso de producción de lombricompost

8.5.1. Diseño de la cama de lombricompost.

Para el proceso productivo de lombricompost en esta prueba experimental se requiere de una cama de madera de 1,00 m de ancho por 2,00 m de largo y con una altura de 0,25

m, la cual está colocada sobre seis blocks de concreto, además se encuentra cubierta de plástico negro y cuenta con un sistema de desagüe que le permite evacuar los lixiviados producidos en el proceso de lombricompost (figura 15 y 16), los cuales podrán ser almacenados y utilizados como fertilizantes foliares en los diferentes árboles del vivero de la E.E.F.H.

Figura 15. Fotografía de la cama de lombricompost utilizada en el proyecto piloto de producción de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

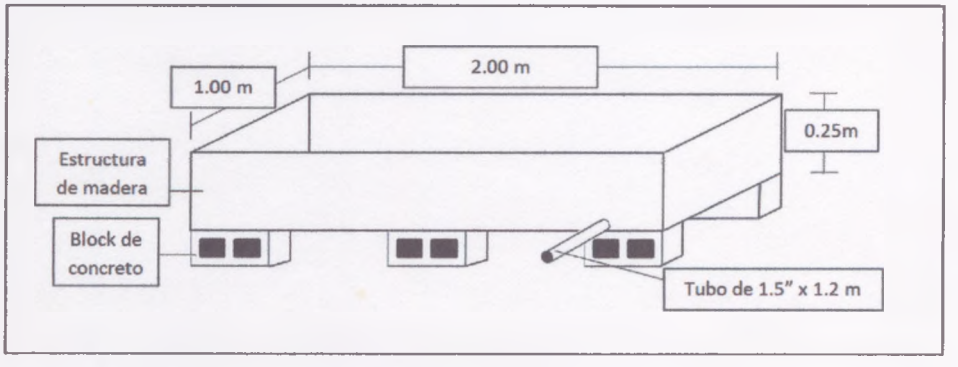

Figura 16. Diseño de la cama de lombricompost utilizada en el proyecto piloto de producción de lombricompost. E.E.F.H. Liberia, 2011.

8.5.2 Equipo, materiales y recursos requeridos para la producción de lombricompost.

En esta prueba experimental de producción de lombricompost se utilizaron diferentes materiales y equipo presentes en la E.E.F.H. (cuadro 16), además se requirió de la compra de un kg de lombrices (*Eisenia foetida*), y de la misma forma como se trabajó en el proceso de compost anteriormente descrito en el punto **8.3.1** la inversión inicial fue mínima para este proceso de producción de lombricompost ya que no hubo necesidad de comprar e equipo y materiales, ya que el equipo y herramientas necesarias para el diseño y ejecución del proceso de lombricompost estaban presentes en la E.E.F.H., así como la materia prima procesada (estiércol de vaca).

Cuadro 16. Equipo, materiales y recursos a utilizar en el proceso de producción de lombricompost, E.E.F.H. Liberia. 2011.

Equipo	**jescripción**	**Observación**
Cinta métrica	1 unidad por pila	Se utilizó el equipo del vivero de la E.E.F.H.
Serrucho	1 unidad por pila	
Escuadra	1 unidad por pila	
Martillo	1 unidad por pila	
Pala	1 unidad por pila	
Clavos	0,25 kg de 1,5'	
Material	**Descripción**	**Observación**
Madera	2 tablas de de 2mx20cmx1' 10 tablas de 1mx20cmx1´	Se reutilizó toda la madera
Plástico negro	1 de 2mx4m	Costo de 785 3l m^2
Tubo de polietileno	un tubo de 1' x1,2m	Material reutilizado
Block de concreto	6 unidades	Material reutilizado
Sarán	2,2x1,2m	Material reutilizado
Estiércol de vaca	Aproximadamente 0,8 m^3	Proveniente del corral
Lombriz *Eisenia foetida*	Un kg aproximadamente	Costo de 8000 colones
Recurso	**Descripción**	**Observación**
Agua	De 1 a 2 l x riego	El riego depende de las condiciones de humedad y temperatura la cama de compost
Recurso humano	Construcción de la cama (2h/persona) Riego 5 min /día) Aplicación de estiércol (2h/mes)	El riego y la aplicación de estiércol en la cama dependerán de las condiciones ambientales y la velocidad con que las lombrices procesen el alimento respectivamente.

8.5.3 Operaciones requeridas para la producción de lombricompost.

Para este proyecto piloto se seleccionaron 12 operaciones ordenadas de manera secuencial para lograr el procesamiento y aplicación final del lombricompost producido. Estas operaciones corresponden a.

- Construcción de la cama de lombricompost
- Transporte del estiércol de vaca hasta la cama de lombricompost
- Reposo y aireación de del estiércol (15 días) para eliminar gases y sustancias tóxicas para la lombriz
- Aplicación de 1kilogramo de Lombriz Roja Californiana (*Esenia Foetida*)
- Periodo de alimentación de la lombriz del estiércol
- Transporte y aplicación de estiércol fresco
- Traslado de las lombrices hacia una nueva cama de lombricompost
- Extracción del material procesado por las lombrices
- Zarandeado y secado del lombricompost
- Empaque del lombricompost en sacos
- Almacenaje del lombricompost
- Aplicación del lombricompost en los diferentes proyectos de restauración y reforestación.

A) Construcción de la cama de lombricompost: Esta operación se desarrolló de acuerdo al diseño de la pila de compost explicado en el punto **8.5.1**, para lo cual fue necesario herramientas y equipo propio de la E.E.F.H., además todos los material para la construcción fueron reutilizados, con excepción del plástico y las lombrices, en donde se dio la compra de los mismos. El tiempo requerido en la construcción de la cama de compost fue de 2 h aproximadamente.

B) Transporte hasta la cama de lombricompost: El transporte del estiércol de ganado se dio desde el corral hasta la cama de lombricompost, en donde hay una distancia aproximada de 50 m, para el transporte del estiércol se utilizó un carretillo y una pala. El estiércol se debe transportar gradualmente una vez que se tiene suficiente material para

que lo procesen las lombrices, con el propósito de mecanizar el proceso y que en la cama el estiércol sea procesado uniformemente.

C) Reposo y aireación de del estiércol: El estiércol transportado por primera vez se dejó reposar por 15 días para eliminar gases y sustancias tóxicas para la lombriz presentes en la boñiga.

D) Inoculación de la lombriz: Esta operación consiste en introducir las lombrices dentro del material que se desea procesar. Al material presente en la cama se le aplicó un kg de Lombriz Roja Californiana (*Esenia foetida*).

E) Periodo de alimentación de la lombriz del estiércol: Durante el periodo de alimentación se controlaron factores como la humedad y la temperatura del material dentro de la cama. El método desarrollado para controlar la humedad corresponde a observaciones directas en el funcionamiento de la tubería de desagüe, además los riegos a la cama efectuados en ninguno de los casos provocó encharcamientos, estos controles se dan para evitar la saturación de agua en el material, que pueden provocar que las lombrices se escapen de la cama de lombricompost o la muerte de lombrices por falta de oxigeno. Por otra parte la temperatura se controló mediante la instalación de una tapa en la parte superior de la cama compuesta por tablas de madera y un sarán negro que impide la entrada de los rayos del sol al material procesado y permite la entrada y salida de aire, además este sarán tiene la función de impedir la entrada de algunos depredadores de la lombriz, como aves e insectos.

F) Transporte y aplicación de estiércol fresco: Esta operación corresponde a nuevas aplicaciones de estiércol fresco directamente en el material ya procesado, pero en cantidades menores a la inicial (un carretillo de material cada 15 d aproximadamente), conforme avanza el procesamiento del estiércol viejo presente en la cama, esto para controlar que no se acabe la materia orgánica que necesitan las lombrices para su desarrollo normal.

G) Traslado de las lombrices hacia una nueva cama de lombricompost: Una vez que el material está procesado y se desea extraer el lombricompost de la cama, se suspenden o disminuye la aplicaciones de estiércol fresco; posteriormente se aplica una cantidad menor de estiércol fresco en un extremo de la cama para lograr que la mayoría de la lombrices se concentren en ese lugar donde se colocó el material fresco y facilitar la extracción de las lombrices de la cama.

H) Extracción del lombricompost: la extracción del lombricompost se debe realizar con ayuda de una horquilla de 15 dientes con puntas redondeadas, para evitar que al extraer el material se lastimen las lombrices, por lo que no es recomendado utilizar palas en esta operación.

I) Zarandeado y secado del lombricompost: el zarandeo es una operación similar a la operación de zarandeo en el proceso de compost, consiste en lograr un menor tamaño de partícula logrando una textura esponjosa, homogénea y de granulometría apropiada para la aplicación, además se da reincorporación de materiales que no llegaron a ser procesados por las lombrices en un nuevo proceso y también reincorporando en el proceso lombrices y huevecillos o cocones presentes en el sarán. El material una vez que está refinado se puede extender en un manteado y exponerlo al sol para eliminar excesos de humedad.

J) Almacenaje: El almacenaje del lombricompost se debe de hacer en un lugar bajo techo, fresco y libre de humedad.

K) Aplicación: La aplicación del lombricompost en los diferentes proyectos de restauración y reforestación es la última actividad del proceso, en donde se aplica en los hoyos del suelo donde se sembrarán las plantas aproximadamente 250g por planta.

8.5.4. Diagrama de flujo del proceso de producción de lombricompost

El proceso de productivo de lombricompost efectuado en la prueba experimental, consta de doce operaciones secuenciales, este proceso se puede apreciar gráficamente en el diagrama de flujo (figura 17).

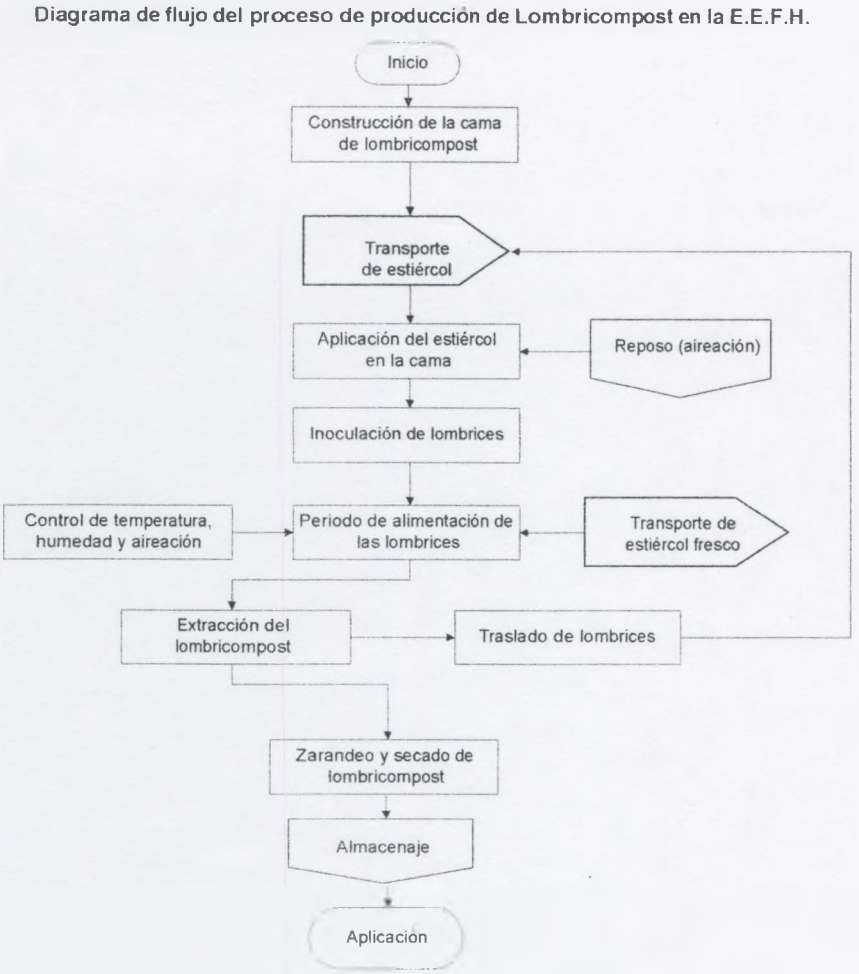

Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de producción lombricompost. Proyecto piloto de producción de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011

8.5.5. Resultados en del proceso de producción de lombricompost

En cuanto a los resultados del proceso de producción de lombricompost obtenidos en la prueba experimental (Cuadro 17) tenemos la aparición de hormigas que son depredadores naturales de la lombriz en dos ocasiones que se relacionan a las condiciones ambientales de la pila correspondidas a bajos porcentajes de humedad en el material, en ambas oportunidades se eliminaron las lombrices con riegos abundante y extracción mecánica del hormiguero con pala, también fue evidente la eliminación de malos olores por acción de las lombrices.

Cuadro 17. Principales resultados en el proceso de producción de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Fecha	Temperatura	Humedad	Riego	Observaciones
28/8/2011	Temperatura ambiente	Mayor al 40% después del riego	Se realizó un riego para eliminar líquidos de presentes en el excremento	Construcción de la cama de lombricompost y se realizó la primera carga de estiércol en la cama de lombricompost. Fuerte olor a boñiga.
9/9/2011	Temperaturas más frescas que la temperatura ambiente.	Menor al 20%	Se realizó un riego abundante	Eliminación de malos olores. Se encontró un hormiguero, se eliminó con agua y se aplico aceite quemado de motor en la parte externa de la cama. Inoculación de las lombrices (un kg) Se colocó una tapa y sarán sobre la cama.
24/9/2011	Temperaturas más frescas que la temperatura ambiente.	Cercana al 40% antes del riego.	Se efectuó un riego	Ausencia de malos olores. Ausencia de hormigas. Cambios físicos en el material que muestran que las lombrices están procesando de manera normal el estiércol. Se recolectó ½ galón de lixiviados. Se cargó un carretillo de estiércol.
1/10/2011	Temperaturas más frescas que la temperatura ambiente.	Cercana al 40% antes del riego	Se efectuó un riego	Ausencia de malos olores. Ausencia de hormigas. Cambios físicos en el material. Se recolectó ½ galón de lixiviados. Se cargó un carretillo de estiércol.
8/10/2011	Temperaturas más frescas que la temperatura ambiente.	Cercana al 40% antes del riego	Se efectuó un riego	Ausencia de malos olores. Ausencia de hormigas. Cambios físicos en el material. Se recolectó ½ galón de lixiviados. Se cargó un carretillo de estiércol.
21/10/2011	Temperaturas más frescas que la temperatura ambiente.	Menor al 40%	Se efectuó un riego abundante para eliminar hormigas	Presencia de hormigas que se eliminaron mecánicamente con pala y con abundante agua. Aplicación de aceite quemado en el exterior de la cama. Ausencia de malos olores. Cambios físicos en el material. Se recolectó 2 galones de lixiviados. Se cargó un carretillo de estiércol.

8.6. Estimación de producción de materias primas dentro de la estación

Las materias primas necesarias en los dos procesos productivos desarrollados mediante este proyecto piloto, se encuentran presentes dentro de la E.E.F.H. y en la actualidad son consideradas como residuos de otras actividades, como se mencionó en el capítulo anterior, es por esto que es necesario estimar las cantidades de material que pueden generarse dentro de la estación mediante tazas de generación de estos residuos.

8.6.1 Taza de generación de residuos orgánicos provenientes de la cocina de la E.E.F.H.

La taza de generación de residuos sólidos orgánicos producidos en la cocina de la E.E.F.H. (Cuadro 18) se calculó tomando en cuenta únicamente los residuos de cocina que pueden ser tratados mediante el proceso de compost (restos de frutas y verduras crudas y cocidas, arroz y pastas cocidas, broza de café, cascaras de huevos, etc.), por lo que otros residuos no se consideraron y se separaron como huesos, cajas de cartón, haciendo una preselección de los mismos durante los día que se realizó el muestreo.

Cuadro 18. Tasa de generación de residuos orgánicos producidas en la cocina de la E.E.F.H. Liberia 2011.

Fecha	Peso de la muestra	Personas en la E.E.F.H.	Tasa de generación de residuos orgánicos
5 /10/2011	1,16 kg	4	0,29kg /d/persona
6 /10/2011	1,09 kg	4	0,27kg /d/persona
7 /10/2011	2,36 kg	5	0,47 kg /d/persona
8 /10/2011	2,56 kg	7	0,36 kg /d/persona
21/10/2011	2,06 kg	5	0,41kg /d/persona
22/10/2011	1,92 kg	5	0,38kg /d/persona
Tasa de generación promedio en kg/d/persona			**0,35 kg/d/persona**

Partiendo del hecho que en la E.E.F.H. diariamente hay un promedio diario de cuatro funcionarios y considerando que la visita de turistas se calculó en el capítulo anterior en seis turistas diarios, y que la tasa de producción de residuos orgánicos se calculó en 0.35 kg/d/persona, se puede estimar que la E.E.F.H. puede llegar a producir en un año un total de 1 277, 5 kg de residuos orgánicos que pueden ser reutilizados o procesados como materia prima en la producción de compost.

8.6.2 Generación de estiércol de ganado.

La Generación de estiércol de ganado en el corral ubicado dentro de la E.E.F.H. se estimó en 21, 8 kg/d, producidos a partir de la concentración entre 11 a 30 vacas en el corral que se ordeñan diariamente. Tomando en cuenta esta generación de estiércol se puede estimar que en un año se puede llegar a producir 7 957 kg de estiércol que puede ser procesado tanto en camas de lombricompost como en pilas de compost.

8.6.3. Generación de material vegetativo (residuos de jardín)

Para la estimación de generación de residuos de jardín se tomó en cuenta sólo el material que se genera a partir del mantenimiento de la cancha de futbol de la E.E.F.H. y se obtuvo un peso de 225 kg aproximadamente. Considerando que las mediciones del peso material se efectuó durante la temporada lluviosa, en donde las condiciones climáticas determinan la cantidad de material que se llega a producir, siendo mayor los volúmenes de material durante la temporada lluviosa, en comparación con la temporada seca según lo afirman los funcionarios de la E.E.F.H. encargados de las labores de mantenimiento de jardín. Entonces se puede estimar una generación de residuos de jardín de aproximadamente 1 350 kg (para la temporada lluviosa, que corresponde a solo seis meses en un año) que pueden tratarse mediante el proceso de producción de compost en pilas.

8.7. Propuestas de producción de compost y lombricompost.

8.7.1 Propuesta de Producción de compost

La propuesta de producción de compost consiste en utilizar un área plana de 14 m por 12 m (168 m2) en donde se construirán 4 pilas de compost de 1,6 m3 de compost equivalente a 768 kg de material (figura 18), en donde se puede producir 3 072 kg de compost maduro que equivale a una producción de aproximadamente 77 sacos de compost de 40 kg por cosecha. El diseño de cada una de las pilas de compost y el proceso productivo necesario en cada pila serán los mismos que se utilizaron en la prueba experimental, en donde pueden presentar variaciones en las proporciones de los materiales utilizados y el tipos de materiales que las conforman

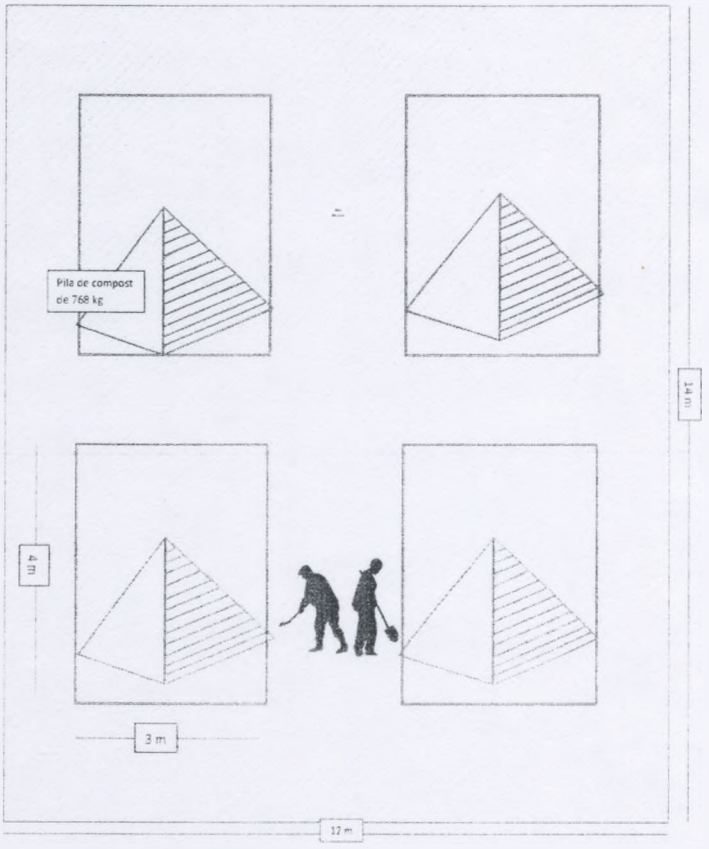

Figura 18. Propuesta de diseño para el área dedicada al proceso de producción de compost en pilas. E.E.F.H. Liberia. 2011.

8.7.2. Costos por compra de material y equipo en el proceso de producción de compost en pilas

Con respecto a las materias primas, equipo y herramientas requeridas para el proceso de compost en pila no es necesaria la compra de materias primas ni herramientas, ya que la E.E.F.H. cuenta con las materias primas y las herramientas necesarias para desarrollar el proceso de producción, la única compra que se debe realizar es la de 64 m2 de plástico negro para proteger las cuatro pilas de compost de condiciones extremas de temperatura y precipitaciones de lluvia (Cuadro 19) que significa una inversión de □ 15 700.

Cuadro 19. Compra de material para el proceso de producción de compost en pilas. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Material	Cantidad	Costo	Total
Plástico negro	16 m^2 por pila	□ 3925	□ 15 700

8.7.3. Comparación entre residuos producidos y la capacidad de producción de compost en pila.

Con base en los resultados de la producción residuos de cocina y de jardín dentro de la E.E.F.H. y la capacidad instalada de de producción de compost según el diseño de producción propuesto el cual corresponde a 3 072 kg de compost que se puede generar a partir de los residuos de jardín y del comedor de la Estación se puede comparar la relación de residuos producidos contra, la capacidad de tratamiento de estos residuos (Cuadro 20) mediante el sistema de tratamiento (proceso de producción de compost)

Cuadro 20. Relación entre los residuos producidos y el material tratado mediante el proceso de producción de compost. E.E.F.H. Liberia.2011.

Tipo de residuo	Total producidos en un año
Residuos de cocina	1 277, 5 kg
Residuos de jardín	1 800 kg
Total	**3 077, 5 kg**
Material tratado mediante el proceso de producción de compost	**3 072 kg**

8.8. Propuesta de Producción de lombricompost

La propuesta de producción de lombricompost consiste en utilizar el área ocupada por la estructura dentro del vivero de la E.E.F.H. que anteriormente era utilizada para la germinación de de semillas y que en la actualidad se encuentra ocupada únicamente por la cama de lombricompost utilizada en la prueba experimental(figura 19).

Figura 19. Estructura propuesta para ocupar el área de producción del proceso de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

La idea es utilizar este espacio y adecuarlo con las condiciones básicas para la producción de lombricompost. Lo cual implica una inversión de □ 162 983 (Cuadro 21),

que sería el costo total de la compra de materiales necesarios para cementar el piso (57, 04 m^2) y construir tres pilas de 7m x 1m x 0,80 m (Figura 20), con una capacidad para tratar un volumen de 5,6 m^3 de material por pila lo que equivale a 2 688 kg. La capacidad de esta estructura para almacenar material que puede ser tratado mediante el proceso de lombricompost es de 8 064 kg de lombricompost, lo cual equivale a aproximadamente 201, 6 sacos de lombricompost de 40 kg.

Cuadro 21. Costos por compra de materiales requeridos en el acondicionamiento del área utilizada para el proceso productivo de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Materiales para la chorrea		
Cantidad	**Material**	**Precio en colones**
2 m^3	Arena	□ 33000
1 m^3	Piedra	□ 16500
5	Saco de cemento	□ 22950
2	Malla electro-soldada	□ 29600
2 m^2	Cedazo fino	□ 2596
5	Reglas de 1x2x3	□ 7180
Sub Total		**□ 111 826**
Material para las pilas		
Cantidad	**Material**	**Precio en colones**
55	Block de concreto	□ 16 445
7	Varilla 3/8	□ 13 622
1 m^3	Arena	□ 16500
1	Saco de cemento	□ 4590
Sub Total		**□ 51 157**
Total		**□ 162 983**

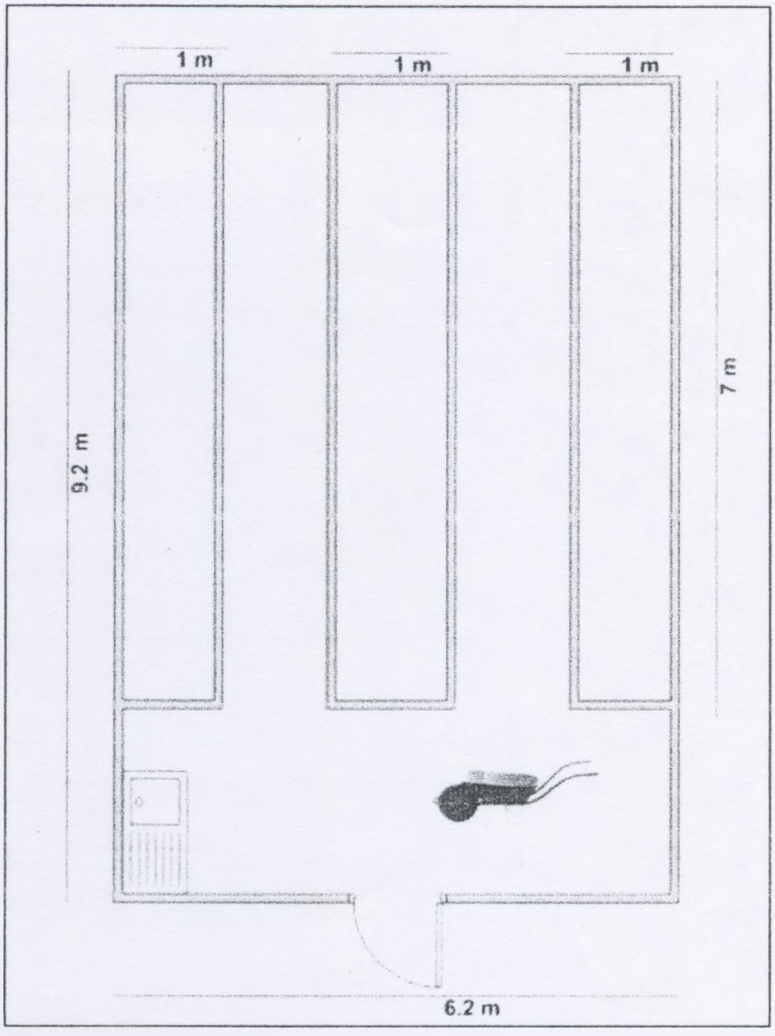

Figura 20. Diseño propuesto para el área ocupada para el proceso productivo de lombricompost. E.E.F.H. Liberia. 2011.

8.8.1. Relación entre Residuos producidos y la capacidad de producción de lombricompost.

Cuadro 22. Material procesado en relación a la generación de estiércol anualmente. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Tipo de residuo	Total de kg producidos en un año
Estiércol de ganado	7 957 kg
Capacidad para tratar mediante el proceso de producción de lombricompost	8 064 kg

9. CAPÍTULO III: PROPUESTA DEL PLAN DE TRABAJO U.I.P. / E.E.F.H.

9.1 Plan de trabajo

El plan de trabajo propuesto para el 2012 (Cuadro 23) incluye las actividades requeridas en cada una de las operaciones de los procesos productivos de lombricompost y compost y además se incluye actividades regulares que comúnmente se han venido trabajando dentro de la E.E.F.H. para las temporadas seca y lluviosa durante el año. Este plan de trabajo comprende 12 giras de trabajo mensuales en donde se dará un aporte de 48 h de trabajo totales por gira con cuatro miembros de la U.I.P. Estas giras de trabajo se organizarán para los fines de semana saliendo los días viernes y ejecutando las labores de voluntariado los días sábado y domingo hasta el medio día dando un aporte de 12 h de trabajo por cada voluntario. Para el mes de abril el aporte de trabajo voluntario se extiende a 288 h coincidiendo con una gira de 6 días durante Semana Santa y un aporte de al menos 6 voluntarios.

Cuadro 23. Plan de trabajo de la U.I.P. en la E.E.F.H. dirigido a la producción de compost y lombricompost y a las actividades regulares de voluntariado. E.E.F.H. Liberia. 2011.

Gira de trabajo	Actividad	Descripción	Actividades regulares	Voluntarios	Horas de trabajo
Enero	Construcción de camas de germinación	Construcción de camas de germinación utilizando de sustrato los productos producidos en el proyecto piloto de producción de abonos orgánicos	Recolecta de semillas. Mantenimiento de senderos. Mantenimiento del vivero.	4	48
	Construcción de contenedor de residuos de cocina	Construir cerca del comedor de la E.E.F.H. un contenedor para residuos de cocina en donde puedan tener un pre-tratamiento antes de incorporarlos en el proceso de producción de compost (en la operación de volteos)			

Gira de trabajo	Actividad	Descripción	Actividades regulares	Voluntarios	Horas de trabajo
Febrero	Construcción de pilas de compost	La construcción de la primera pila de compost requiere de la preparación del área de trabajo y limpieza malezas, el transporte de los residuos que se van a procesar y la instalación de la armazón el toldo plástico	Recolecta de semillas. Mantenimiento de senderos. Mantenimiento del vivero.	4	48
	Construcción de las camas de lombricompost	Para la construcción de las camas de lombricompost se requiere realizar la chorrea (cementar el suelo) de la antigua estructura utilizada para la germinación de semillas y la construcción de las tres camas de lombricompost con blocks de cemento.			
	Transporte de estiércol hasta las camas *	Inician las operaciones diarias de transporte de estiércol desde el corral de la E.E.F.H. hasta las camas de lombricompost			
Marzo	Construcción de una nueva pila de compost	Construcción de otras dos pilas de compost, en donde se requiere la limpieza del área donde se colocará la pila y el transporte de los residuos que se van a procesar y la instalación de la armazón el toldo plástico	Vigilancia y control de incendios Torre). Recolección de semillas. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración	4	48
	Volteos de la pila de compost	Se realiza la operación de volteo y homogenización de la primera pila de compost y al mismo tiempo se incorporan los residuos de cocina almacenados en el contenedor donde han recibido un pre-proceso de descomposición			
	Inculcación de lombrices en las camas de lombricompost	Se realiza la introducción de lombrices a la cama de lombricompost (2 kg)			

Gira de trabajo	Actividad	Descripción	Actividades regulares	Voluntarios	Horas de trabajo
Abril	Transporte de residuos de cocina	Volteos de las pilas de compost y trasporte e introducción de los residuos de cocina en el núcleo de las pilas	Patrullajes de control de incendios y control de cacería. Vigilancia y control de incendios (Torre). Mantenimiento de senderos. Mantenimiento del vivero. Mediciones en las diferentes parcelas	6	288
	Volteos y homogenización	Se realiza la operación de volteo y homogenización de las dos pilas de compost y al mismo tiempo se incorporan los residuos de cocina almacenados en el contenedor donde han recibido un pre-proceso de descomposición			
Mayo	Volteos y homogenización	Volteos y homogenización de las pilas de compost, en este volteo no se requiere el transporte ni la introducción de residuos de cocina en la pila de compost, los mismos deberán seguir su pre-procesamiento en el contenedor del comedor, hasta la construcción de una nueva pila de compost	Mantenimiento del vivero. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración	4	48
Junio	Cosecha de compost	Son necesarias las operaciones de zarandeo y remoción de partes gruesas del compost que no han sido procesadas en su totalidad y la reincorporación de las mismas al proceso en una nueva cama de compost. También es necesario secar y empacar en sacos el producto final, y el almacenaje de los sacos.	Siembra de árboles según los proyectos del P.R.S. Reparación de caminos y mantenimiento de senderos. Mantenimiento del vivero.	4	48
	Cosecha de lombricompost	Son requeridas las operaciones de remoción de material procesado, el zarandeo y recuperación de lombrices (se reincorporan en el proceso), También es necesario secar el producto, empacarlo en sacos y almacenarlo.			

Gira de trabajo	Actividad	Descripción	Actividades regulares	Voluntarios	Horas de trabajo
Julio	Construcción de una nueva pila de compost	Construcción de una nueva pila de compost (tercera) en donde se requiere de la preparación del área de trabajo y limpieza malezas, el transporte de los residuos que se van a procesar y la instalación de la armazón el toldo plástico	Siembra de árboles según los proyectos del P.R.S. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración	4	48
Agosto	Construcción de una nueva pila de compost	Construcción de una nueva pila de compost (la cuarta) en donde se requiere de la preparación del área de trabajo y limpieza malezas, el transporte de los residuos que se van a procesar y la instalación de la armazón el toldo plástico	Siembra de árboles según los proyectos del P.R.S.	4	48
	Volteos y homogenización de la pila de compost	Se realiza la operación de volteo y homogenización de la pila de compost más antigua y al mismo tiempo se incorporan los residuos de cocina almacenados en el contenedor donde han recibido un pre-proceso de descomposición			
Septiembre	Volteos y homogenización y homogenización	Se realiza la operación de volteo y homogenización de las dos pilas de compost y al mismo tiempo se incorporan los residuos de cocina almacenados en el contenedor donde han recibido un pre-proceso de descomposición	Siembra de árboles según los proyectos del P.R.S. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración Mediciones en plantaciones.	4	48
	Cosecha de lombricompost	Son requeridas las operaciones de remoción de material procesado, el zarandeo y recuperación de lombrices (se reincorporan en al proceso), También es necesario secar el producto, empacarlo en sacos y almacenarlo.			
Octubre	Volteos y homogenización y homogenización	Se realiza la operación de volteo y homogenización de las dos pilas de compost y al mismo tiempo se incorporan los residuos de cocina almacenados en el contenedor donde han recibido un pre-proceso de descomposición	Siembra de árboles según los proyectos del P.R.S. Mantenimiento de senderos.	4	48

Gira de trabajo	Actividad	Descripción	Actividades regulares	Voluntarios	Horas de trabajo
Noviembre	Volteos y homogenización	Volteos y homogenización de las pilas de compost, en este volteo no se requiere el transporte ni la introducción de residuos de cocina en la pila de compost, los mismos deberán seguir su pre-procesamiento en el contenedor del contenedor del comedor, hasta la construcción de una nueva pila de compost	Mantenimiento del vivero. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración. Mediciones en plantaciones.	4	48
Diciembre	Cosecha de compost	Son necesarias las operaciones de zarandeo y remoción de partes gruesas del compost que no han sido procesadas en su totalidad y la reincorporación de las mismas al proceso en una nueva cama de compost. También es necesario secar y empacar en sacos el producto final, y el almacenaje de los sacos.	Mantenimiento del vivero. Limpieza o "rondas" en los proyectos de reforestación y restauración Mediciones en plantaciones.	4	48
	Cosecha de lombricompost	Son requeridas las operaciones de remoción de material procesado, el zarandeo y recuperación de lombrices (se reincorporan en al proceso), También es necesario secar el producto, empacarlo en sacos y almacenarlo.			

Nota: * La operación de recolecta y transporte del estiércol desde el corral hasta las camas de lombricompost, deberá ser una actividad diaria para agilizar el proceso descomposición de este material con el empleo de lombrices, se considera dentro del plan la primera vez que se realiza la operación una vez construidas las camas de cemento, sin embargo esta operación se debe realizar en todas las giras que se realicen a la E.E.F.H.

9.2 Mecanismos de Revisión

Las actividades contempladas en este plan de trabajo están sujetas a modificaciones según las necesidades presentes en la E.E.F.H. es por ello que se deben considerar acciones que permitan desarrollar el trabajo de la U.I.P. en la E.E.FH. de manera más eficiente. De este modo es necesario que se dé una revisión mensual del plan de trabajo, evaluando las actividades ejecutadas en las giras de trabajo en las reuniones mensuales de la U.I.P. y comunicando los resultados con la E.E.F.H. con el fin de evaluar actividades pendientes y hacer la programación o reprogramación de actividades para las giras de trabajo posteriores. Es importante revisar y avaluar las actividades realizadas en las giras de trabajo utilizando la herramienta las boletas de pre-informes de gira de la U.I.P. (Anexo 1) y llevar un registro de las mismas para hacer revisiones y evaluaciones trimestrales del trabajo realizado en la Estación que permitan lograr mejoras.

10. CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES FINALES

10.1. Conclusiones.

Las condiciones ambientales y climáticas relacionadas a las condiciones extremas de temperatura y precipitaciones de lluvia, no son un impedimento del desarrollo adecuado de los procesos productivos analizados, en cuanto se tomen prevenciones, controles o incorporen técnicas que ayuden al desarrollo de los mismos.

La E.E.F.H. cuenta con los recursos básicos para la producción de abonos orgánicos que pueden llegar a suplir la demanda actual de estos productos, tomando como base los 2 proyectos de reforestación analizados (la Esperanza y El Túnel Verde)

Mediante el desarrollo del proyecto piloto de producción de compost y lombricompost se comprobó la capacidad y alto potencial que posee la E.E.F.H. en cuanto a la producción de estos abonos, en relación a la accesibilidad a las materias primas requeridas en ambos

procesos productivos, en donde el estiércol de ganado proveniente del corral presenta una generación de 7 957 kg que puede incorporarse en el proceso productivo de lombricompost propuesto donde puede llegar a producir más de 200 sacos de lombricompost de 40 kg en un año, logrando que la E.E.F.H. sea autosuficiente de este producto para sus requerimientos en diferentes proyectos de reforestación y restauración. Además mediante el diseño del proceso de producción de compost propuesto la E.E.F.H. puede llegar a producir en un año 77 sacos de lombricompost de 40 kg, esta cantidad de abono también supera la demanda de producto que fue necesaria para los proyectos "El Túnel Verde" y "La Esperanza"

Los costos de producción estimados en ambos procesos son relativamente bajos, considerando que la mayoría de los equipos y herramientas necesarias en ambos procesos se encuentran presentes en la E.E.F.H. y que la adquisición de materias primas no significan un desembolso de dinero; Además considerando el aporte de trabajo voluntario de la U.I.P. de ASVO que reduce los costos por el pago de salarios al personal de producción y cargas sociales.

Las operaciones de ambos procesos productivos contempladas en el plan de trabajo anual son una guía que permitirán la obtención de las producciones de compost y lombricompost estimadas según los diseños de producción propuestos, sin embargo el desarrollo y cumplimiento de las actividades requeridas en esas operaciones y las demás actividades regulares de trabajo voluntario de la U.I.P. en la E.E.F.H. dependen en gran medida de las condiciones y los requerimientos existentes en la E.E.F.H.

10.2. Recomendaciones.

Se recomienda que los productos finales producidos en los dos procesos productivos trabajados mediante el proyecto piloto de producción de compost y lombricompost sean utilizados en el proyecto del vivero de especies nativas de la E.E.F.H. para la confección

de cama de germinación de semillas de diferentes especies y también utilizar estos productos como sustratos en el llenado de las bolsas en donde se siembran las plantas.

Se recomienda que se hagan pruebas de germinación de semillas y crecimiento de plantas en vivero y en crecimiento de plantas en áreas reforestadas utilizando los abonos producidos, para determinar el grado de fertilización y hacer comparaciones con los productos que se usan actualmente para abonar las plantas en los diferentes proyectos de restauración y reforestación del P.R.S.

Que los procesos de producción de compost y lombricompost sean utilizados en los proyectos de educación ambiental como modelos de tecnologías limpias en donde se enseñe a hacer réplicas de dichas tecnologías a escalas menores en los hogares, dándole la opción a estudiantes de escuelas y colegios participantes de dichos proyectos, referentes al manejo alternativo de residuos sólidos orgánicos producidos en el hogar, centros educativos, comunidades, etc.

Que el material vegetativo producto de actividades como el "descuaje" de las plantaciones forestales, el mantenimiento de senderos, limpieza de malezas en proyectos de reforestación y restauración, sean utilizados como materia prima para la confección de las pilas en el proceso productivo de compost.

Se debe confeccionar una estructura de madera u otros materiales que actualmente son sobrantes de otras actividades y que puedan reutilizarse para la construcción de dicha estructura que sirva como recipiente para el almacenaje de los residuos orgánicos de cocina seleccionados como procesables, para que puedan ser trabajados mediante el proceso productivo de elaboración de compost, dicha estructura deberá colocarse cerca del comedor de la E.E.F.H. para facilitar el transporte de los residuos de cocina hasta el contenedor mencionado, en donde los residuos de cocina tendrán un pre-procesamiento o descomposición previa antes de ser incorporados en el proceso de compost en las

operaciones de volteos, procurando que estos nuevos materiales se coloquen en el núcleo de las pilas de compost.

Para el desarrollo del proceso productivo de las pilas de compost se recomienda trabajar además de los materiales utilizados en la prueba experimental (principalmente la gallinaza), otros materiales alternativos que puedan ser procesados mediante este sistema, por ejemplo puede utilizarse el estiércol de caballo, y la tierra del corral de la E.E.F.H. ya que la misma es una mescla de estiércol de vaca que ha sido transformada por diferentes agentes descomponedores como hongos, bacterias y macro invertebrados, etc. Es importante que se considere utilizar este material en la construcción de las pilas ya que pueden acelerar el proceso y acortar los tiempos de cosecha del compost maduro, ya que los mismos son inoculadores de microorganismos que ayudan a que la colonización de estos en las nuevas pilas de compost.

Considerando el desarrollo los procesos productivos propuestos mediante este estudio se recomienda que se lleve un control semestral de los volúmenes de producción de ambos productos y que se lleve un control semestral de los volúmenes de productos necesarios en los proyectos de reforestación y restauración del P.R.S. para poder determinar los excedentes de producto que puedan ser comercializados. Además se debe ejecutar paralelamente a esta actividad un estudio de mercado para determinar si es viable comercializar los abonos producidos.

Se recomienda que en la E.E.F.H. se desarrolle un plan de manejo de residuos sólidos, para dar el tratamiento adecuado a la totalidad de residuos producidos dentro de la Estación, los cuales no son tratables mediante los dos procesos analizados, como por ejemplo materiales como vidrio, plástico, aluminio, entre otros.

Se deben desarrollar canales de comunicación con la Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA) y la E.E.F.H. con el fin de dar apertura a nuevos trabajos de investigaciones generados por estudiantes de ambas carreras (Gestión Ambiental e Ingeniería Forestal)

Que la U.I.P. le de seguimiento el actual estudio, haciendo una revisión mensual del plan de trabajo propuesto, en donde se puedan evaluar las actividades ejecutadas y realizar los cambios y mejoras pertinentes.

Se recomienda organizar una reunión anual entre los responsables de la coordinación de la E.E.F.H. y los coordinadores de la U.I.P. que permitan hacer una evaluación de la participación de la U.I.P. en los diferentes proyectos de la E.E.F.H., en donde se den a conocer logros, actividades pendientes, nuevos proyectos, propuestas de trabajo, que permitan la mejoras en la comunicación entre U.I.P./E.E.F.H. y el trabajo realizado.

Se recomienda a la U.I.P. la participación activa y el desarrollo de de nuevos proyectos investigación dirigidos al P.R.S. dentro de la E.E.F.H.

Se recomienda desarrollar canales de comunicación entre la U.I.P. de ASVO y la EDECA y la ASOEDECA para el trabajo conjunto en diferentes proyectos ambientales en las otras Áreas Silvestres Protegidas para seguir ampliando el alcance de la U.I.P. en cuanto a la investigación y proyección.

11. BIBLIOGRAFÍA.

A.C.G. (Área de Conservación Guanacaste). 1994. Consolidación geográfica del Área de Conservación Guanacaste y el desarrollo de la Estación Experimental Horizontes. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM). Sistema Nacional de Áreas de Conservación (S.I.N.A.C.). Guanacaste. CR. 30p.

A.C.G. (Área de conservación Guanacaste). 1999. Programa del Restauración y Silvicultura del A.C.G. CR. (en línea). Consultado 15 ago. 2011. Disponible en http://www.acguanacaste.ac.cr/1999/rest_silvi/rest_y_silvicultura.html

ACG (Área de conservación Guanacaste). 2011. Mapa del Área de conservación Guanacaste.CR. (en línea). Consultado 2 ago. 2011. Disponible en http://www.acguanacaste.ac.cr/1999/mapaacg.html

Amigos de la Tierra. S.f. Curso de compostaje doméstico. Capítulo 2: El compostaje. (en línea) ES. 37p. Consultado 18 set 2011. Disponible en http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/AdT_Curso-compostaje2.pdf

Álvarez, J. 2007. Manual de compostaje para agricultura ecológica .Consejería de Agricultura y Pesca. Albatana. Andalucía.ES. 47p.

Álvarez, M; Rodríguez, C; Sierra, A; Vásquez, M. 1998. Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo. Edit. Universidad de Quinata Roo. MX. 29p.

ASVO (Asociación de Voluntarios para el Servicio en las Áreas Protegidas). 2011. Asociación de Voluntarios para el Servicio en las Áreas Protegidas (A.S.V.O). (en línea). Consultado 15 ago. 2011. Disponible en: http://www.asvocr.org/index.php

Bogantes, C; Serrano, A; Sojo, V. 2002. "Estudio dasométrico de la especie *Swietenia humilis* (Caoba) en plantaciones mixtas" Estación Experimental Forestal Horizontes. UNA. E.D.E.C.A.

Bollo, E. 1999. Lombricultura. Una alternativa de reciclaje. Soboc, Grafic. EC. 149p.

Boullón, R. 2006. Planificación del espacio turístico. Trillas. México D.F. MX. 245p.

Brenes, G. 1994. Parcelas de muestreo permanente, una herramienta de investigación de nuestros Bosques. Revista Rothschildia. Área de Conservación Guanacaste, Universidad de La Biodiversidad. vol. 1 no. 1. Consultado 14 ago. 2011. Disponible en http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v1n1/textos/16.html

Carrillo, E; Sáenz, J. 2002. Felinos amenazados. Revista Ambientico. no 107: (en línea). Consultado 1 set. 2011. Disponible en: http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/107/carrillo.htm

Carrillo, J. 2000. Análisis de la Estación experimental Forestal Horizontes para su actualización en la actividad turística. Programa de ecoturismo. A.C.G. S.I.N.A.C. M.I.N.A.E. Guanacaste. CR. 37p.

Castillo, R. 1991. Geología de Costa Rica. Editorial de la U.C.R. San José. CR.61p.

Castro, E; Zúñiga, C. 2004. Elaborar la interpretación Ambiental del sendero natural "el saltillo" en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Universidad de Costa Rica. Guanacaste. CR. 28p.

Céspedes, P. 2001. Visitación de turistas a la Estación Experimental Forestal Horizontes para el segundo y tercer Trimestre del 2011. Liberia. CR. 3p.

Díaz, J; Garita, L; Hernández, L. 2007. Desarrollo vial en paz con la naturaleza: Un Túnel verde y vivo de la biodiversidad que mitiga los 13 kilometros de la carretera que divide y fragmenta el Área de Conservación Guanacaste sitio Patrimonio Natural de la

Humanidad. Proyecto para optar por el grado de Bachiller en Administración de Áreas Silvestres Protegidas. Universidad para la Cooperación Internacional. Guanacaste. CR

Durán, L; Henríquez, 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompost producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía costarricense, Revista de ciencias agrícolas. Editorial UCR. Vol31. no1. 41-51.

Elizondo, D. 2003. Evaluación en producción de compost y vermicompost a partir de pulpa de café proveniente del despulpado en seco usando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Tesis Lic. Heredia, CR.81 p.

Elizondo. J. 2003. Lombriz: Aliada a de la agricultura y la naturaleza. Revista Rescatemos al Virilla. Revista de análisis ambiental de de la CNFL. Vol 9. no 22. 44-46

Ferruzzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. ES. 138 p.

Gutiérrez, M. 2010. Restauración de bosques en el Área de Conservación Guanacaste, mediante la ejecución del Plan de Gestión Ambiental de la Empresa Propietaria de la Red S.A. Respecto al desarrollo del Proyecto SIEPAC. Fundación de Parques Nacionales. A.C.G. Guanacaste. CR. 10p.

Hernández, D. 2002. Lombricultura contra la contaminación ambiental. Revista Ambientico. no 106: 20-21.

Hidalgo, M. 1998. Biología reproductiva del árbol quiropterófilo *Bombacopsis quinata* (jacq.) Dugand (Malvales: Bombocaceae) en un huerto semillero clonal en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Guanacaste Costa Rica. Tesis Lic. Heredia. CR. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Escuela de Ciencias Biológicas. 49p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2011. Hoja cartográfica Ahogados. Escala 1: 50 000. San José. CR.

M.A.R.M. (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino). 2009. Manual de compostaje, Memoria Resumen de las experiencias de compostaje año 2004-2008. M.A.R.M. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. ES. 117p.

M.A.G. (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010: Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible. Biofermentos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, C.R. 48p.

Medina, W. 2004. Mapas y Capas SIG. Base de datos. Área de Conservación Guanacaste. (en línea). Consultado 1 ago. 2011. Disponible en: http://investigadoresacg.org/blog/?page_id=98&lang=es#Anchor-General-35882

Morales, D. 1996. El Clima en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Revista Rothschildia. Área de Conservación Guanacaste, Universidad de La Biodiversidad. vol. 3 no. 1. Consultado 2 ago. 2011. Disponible en http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v3n1/textos/horizon.html

PITA (Programa de investigación y transferencia tecnológica agropecuaria).2001. IV Curso de manejo y utilización de remanentes de granjas porcinas. Pococí. CR.

Pravia, M; Sztern, D. 2002. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. O.P.S. (Organización Panamericana de la Salud). Montevideo. UY. 67p.

Quesada, R. 1998.Documento del proyecto No 53 Identificación de especies forestales en bosques secundarios de diferentes estadios sucesionales de la Estación Experimental Forestal horizontes. C.O.S.E.F.O.R.M.A (cooperación en los sectores forestal y maderero), Convenio Costarricense-Alemán. M.I.N.A.E. S.I.N.A.C. San José. CR. 78p.

Röben, E. 2002. Manual de compostaje para municipios. Municipio de Loja. DED. Loja EC. 68p

Ruiz, J. 1997. Tecnologías limpias: efecto solvente en el blanqueo TCF. Universidad de Concepción. Concepción CL.

Satchell, J. 1971. Lumbrícidos. Biología del suelo. Editorial Omega. Barcelona ES. 307-378p.

Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: El proceso de compostaje. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San Jose, CR. 27p.

Sztern, D; Pravia, M. 2002. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Presidencia de la República de Uruguay. Montevideo. UY. 69p. (en línea) Consultado 31 ago. Disponible en: http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf

Taller de abonos orgánicos. 2003. Taller de abonos orgánicos. Eds. Meléndez, G. Soto, G. San José CR. CATIE – CIA. 27 p.

Tosi, J. 1969. Mapa ecológico según clasificación de zonas del mundo de L.R. Holdridge. San José. CR. C.C.T. Esc. 1:750 000.

TT Argos. 2009. Dinámica territorial del desarrollo turístico costero: Unidad Turística Guanacaste Norte. Informe final. San José. CR. 54p.

U.I.P. (Unidad de Investigación y Proyección). 2011. Informes de giras en la Estación Experimental Forestal Horizontes. San José. CR.

U.I.P. (Unidad de Investigación y Proyección). 2011. Proyectos UIP 2011. San José. CR.

Universidad Checa de Agricultura en Praga, Instituto de los trópicos y sub trópicos, 2004. Manual de compostaje. CzechAid. Ministry of foreing affairs. Praga,CZ. 6p.

Villalobos, I. 2002. Aspectos genéticos y eco fisiológicos de la expresión sexual en Simarouba glauca L, un árbol dioico del bosque tropical seco. Informe del proyecto de graduación para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en Biotecnología Cartago. CR. 76p.

12. ANEXOS

12.1 Anexo 1. Boleta: Pre informe de gira U.I.P.

Revisado por	Fecha	Número de registro

1. Información del proyecto.

Nombre del proyecto:	
Ubicación del proyecto:	
Días que se realizara la gira:	

2. Datos del día de salida y regreso.

Día y mes de la salida	
Compra de tiquetes	
Hora y Punto de encuentro:	
Hora de salida del transporte:	
Hora estimada de regreso del proyecto:	

3. Información de voluntarios que asistirán a la gira.

Nombre	1 Apellido	2 Apellido	No Cédula/Tel	Puesto en la Gira

4. Objetivos de la Gira

1	

2	
3	
4	

5. Cronograma de actividades.

6. Materiales que brinda la unidad

Cantidad	Nombre del materia	Estado	Persona encargada

7. Fecha de entrega del informe.

Fecha de entrega el informe	Medio en que se entrego	Persona quien debe recibirlo.

8. Aspectos a considerar y agregar al informe de la GIRA (Esta información se obtiene en la realización de las actividades en la gira)

1. Observaciones y recomendaciones de mejora, del sitio, actividad realizada, instalaciones, etc.

2. Datos para considerar en futuras o investigaciones realizadas.

3. Registro fotográfico de la gira.