

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO
DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE
HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL, CENTRO DE VENTAS, DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA)
FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.**

JOB ELIAS INGLÉS ROMERO

GUATEMALA MAYO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL
DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JOB ELIAS INGLÉS ROMERO

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO**

EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA MAYO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR EN FUNCIONES
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL V	Br. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Aroldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, MAYO DE 2021

Guatemala mayo de 2021

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

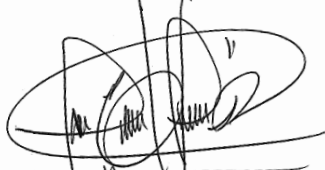
Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Caracterización, cuantificación y propuesta de un plan de manejo de residuos y desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal, centro de ventas, diagnóstico y servicios en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) finca Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'J' and 'R' with a horizontal line through the middle, and a vertical line extending upwards from the 'J'.

JOB ELIAS INGLÉS ROMERO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por iluminar mis pasos y no dejarme caer a pesar de las dificultades.

A MI MADRE

Sonia Dinora Romero García, por creer en mí, por su apoyo incondicional, sacrificio y su amor infinito.

A MI PADRE

Antonio Juan de Dios Cabrera Valverde y a su memoria, porque “padre no es el que engendra si no el que cría” gracias por heredarme tanta sabiduría.

A MI HERMANA Y SOBRINOS

Dinora, Génesis y Nico.

A MIS AMIGOS

Por acompañarme en el camino y convertirse en mi familia.

A LOS QUE SE FUERON

Por dejarme parte de su alma, dedicarme tiempo y enseñanzas a pesar de su partida.

AGRADECIMIENTOS

A:

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA: Por convertirse en mi hogar, por formarme y enseñarme a no rendirme y superarme a mí mismo cada día.

MI ASESOR Ing. Agr. JOSÉ RICARDO CATALÁN: Por su amistad, paciencia y apoyo proporcionados durante la elaboración de esta investigación.

MI SUPERVISOR Ing. Agr. CARLOS LÓPEZ BÚCARO: Por su amistad y todo el apoyo brindado durante el proceso de EPS y durante el tiempo en que se elaboró esta investigación.

A LA ENCA: Por abrirme las puertas de este centro de estudios y permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en especial al equipo de la sección administrativa y la sección de planificación por el apoyo proporcionado.

MI JEFE INMEDIATO: Arquitecto Sélvin Bámaca, por compartir conmigo su conocimiento y amistad durante la realización de la investigación.

LA ESTUDIANтина DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA: La música es vida y la vida es música, no habría llegado hasta aquí sin ella, gracias por el apoyo, el cariño y la pasión por la vida. Aupa Tuna!

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.2. MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1. Ubicación geográfica y vías de acceso	4
1.2.2. Zonas de vida.....	5
1.2.3. Precipitación pluvial.....	5
1.2.4. Temperatura promedio anual	5
1.2.5. Altitud	5
1.2.6. Geología del suelo	6
1.2.7. Fisiografía	6
1.2.8. Agua.....	6
1.2.9. Flora y fauna	7
1.2.10. Fauna	9
1.2.11. Bases legales de la institución	10
1.2.12. Estructura organizacional de la institución	11
1.2.13. Objetivo institucional	13
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. METODOLOGÍA	16
1.4.1. Fase de gabinete inicial.....	16
1.4.2. Fase de campo.....	20
A. Recorrido de las áreas de interés	20
1.4.3. Fase de post gabinete.....	20
1.5. RESULTADOS	21

TÍTULO	PÁGINA
1.5.1. Fase de gabinete inicial información recopilada de fuentes primarias	21
1.5.2. Fase de visitas de campo y aplicación de formularios de evaluación ambiental inicial EAI.....	23
1.5.3. Fase de post gabinete, análisis FODA y propuesta de la investigación.....	34
1.5.4. Propuesta de investigación para la ENCA	38
1.6. CONCLUSIONES.....	39
1.7. RECOMENDACIONES	40
1.8. BIBLIOGRAFÍA.....	41
.....	42
1.9. ANEXOS	43
1.9.1. Fotografías del área de producción de hortalizas.....	43
1.9.2. Fotografías del área del vivero forestal	47
CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL Y CENTRO DE VENTAS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.	49
2.1. PRESENTACIÓN	51
2.2. MARCO TEÓRICO.....	55
2.2.1. Marco conceptual.....	55
2.2.2. Marco referencial	73
2.2.3. Actividades económicas, productivas e industriales	77
2.3. OBJETIVOS	82
2.3.1. Objetivo general.....	82
2.3.2. Objetivo específicos.....	82
2.4. METODOLOGÍA.....	83
2.4.1. Primera fase de la investigación (fase cualitativa)	83

TÍTULO	PÁGINA
2.4.2. Segunda fase de la investigación (fase cuantitativa).....	90
2.4.3. Tercera fase de la investigación.....	95
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	98
2.5.1. Primera fase de la investigación	98
2.5.2. Segunda fase de la investigación.....	113
2.5.3. Tercera fase de la investigación.....	122
2.6. CONCLUSIONES	148
2.7. RECOMENDACIONES.....	149
2.8. BIBLIOGRAFÍA.....	150
2.9. ANEXOS.....	154
2.9.1. Formularios “A” y “B” de las áreas de investigación.....	154
2.9.2. Zonas de disposición de los residuos y desechos sólidos en las áreas de investigación	157
CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA SECCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.	165
3.1. PRESENTACIÓN	167
3.2. Servicio 1: ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES, ANTROPOGENICAS Y AMBIENTALES DENTRO DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA ENCA	168
3.2.1. Objetivos	168
3.2.2. Metas del análisis de riesgo de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales.....	169
3.2.3. Metodología	169
3.3.4. Resultados del análisis de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales de la ENCA	173
3.3. Servicio 2: Servicio de cálculo teórico de volumen y peso de los materiales de desecho ENCA.	187

TÍTULO	PÁGINA
3.3.1 OBJETIVOS.....	187
3.3.2. Metas	188
3.3.3. Metodología para el cálculo teórico de volumen y peso de los materiales de desecho ENCA	188
3.3.4. Resultados	190
3.3.5. Anexos	200

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura1. Mapa de Ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura.....	4
Figura 2. Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.....	12
Figura 3. Formulario EIA, aplicado en las áreas de trabajo de la ENCA.	18
Figura 4. Continuación del formulario EIA, aplicado en las áreas de trabajo de la ENCA.....	19
Figura 5. Zona de disposición temporal de residuos y desechos sólidos.	22
Figura 6. Área de disposición temporal de residuos aledaña a edificio central	24
Figura 7. Área de disposición temporal del área de residencias.	26
Figura 8. Material de desecho del centro de ventas.	27
Figura 9. Área de disposición temporal de desechos sólidos de producción animal.	29
Figura 10. Área de disposición final para la degradación de materia orgánica.	31
Figura 11. Pileta de compostaje.	32
Figura 12. Disposición temporal de residuos del área de aserradero.	33
Figura 13A. Mangueras agrícolas residuales desechadas a campo abierto.	43
Figura 14A. Segunda ubicación de mangueras agrícolas residuales desechadas.....	44
Figura 15A. Área de disposición temporal para la degradación de materia orgánica.....	45
Figura 16A. Jaula contenedora de envases de agroquímicos.	46
Figura 17A. Disposición temporal de materia orgánica degradada.	47
Figura 18. Localización Geográfica de la Escuela Nacional Central de Agricultura.	74
Figura 19. Mapa conceptual, resumen de la metodología.	97
Figura 20. Zonas de disposición de desechos sólidos de la ENCA.....	107
Figura 21. Ejemplo de infraestructura especializada para la disposición de los desechos sólidos basados en la cultura del reciclaje	135
Figura 22A. Formularios de producción de hortalizas.	154
Figura 23A. Formularios del vivero forestal.	155
Figura 24A. Formularios del centro de ventas.....	156
Figura 25A. Desechos municipales, área de producción de hortalizas.	157
Figura 26A. Zona de descarga de desechos orgánicos, producción de hortalizas.....	158

FIGURA	PÁGINA
Figura 27A. Depósitos de residuos y desechos sólidos de la bodega principal, producción de hortalizas.	159
Figura 28A. Caseta de contenedores para la disposición temporal de residuos y desechos sólidos, Producción de hortalizas.....	160
Figura 29A. Área de disposición temporal de residuos y desechos sólidos, vivero forestal.....	161
Figura 30A. Pila de compostaje en malas condiciones, vivero forestal.....	162
Figura 31A. Zona de disposición temporal de residuos y desechos sólidos de la entrada principal, centro de ventas.	163
Figura 32. Matriz SEGEPLAN para el análisis de amenazas.....	170
Figura 33. Instrucciones de llenado de matrices.....	171
Figura 34. Instrucciones de llenado según criterios AGRIP.....	171
Figura 35. Matriz aplicada al área de residencias estudiantiles.	177
Figura 36. Matriz aplicada al área del centro de ventas.....	178
Figura 37. Matriz aplicada al área de vivero forestal.....	179
Figura 38. Matriz aplicada al área de producción de hortalizas.	180
Figura 39. Matriz aplicada al área de producción animal.....	181
Figura 40. Matriz aplicada al área del aserradero.....	182
Figura 41. Matriz aplicada al área talleres.	183
Figura 42. Mapa de ubicación de las áreas de disposición de residuos sólidos.	184
Figura 43. Mapa de zonas de descarga de aguas residuales ENCA.....	185
Figura 44. Mapa de zonas de riesgo de incendios ENCA.....	186
Figura 45. Disposición de residuos sólidos de las residencias estudiantiles.....	192
Figura 46. Disposición de residuos sólidos del archivo muerto.....	193
Figura 47. Disposición temporal de los residuos de la cocina y comedor.....	194
Figura 48A. Infraestructura del área de producción animal.....	200

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Plantas del área de producción de hortalizas.	7
Cuadro 2. Árboles del área de frutales.	7
Cuadro 3. Árboles del área forestal.	8
Cuadro 4. Plantas del área ornamental.	8
Cuadro 5. Pastos o hierbas comunes.	9
Cuadro 6. Animales Domésticos.	9
Cuadro 7. Animales Silvestres.	10
Cuadro 8. Análisis FODA sobre la gestión de residuos y desechos sólidos ENCA.	29
Cuadro 9. Ejemplo del cálculo del método de cuarteo, área “X” aforo los días domingo, martes y jueves (D, M, J) en kilogramos (kg).	90
Cuadro 10. Levantamiento de coordenadas de las áreas de trabajo.	101
Cuadro 11. Presencia de materiales según sus características físicas.	107
Cuadro 12. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados en producción de hortalizas.	112
Cuadro 13. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados en el vivero forestal.	113
Cuadro 14. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados por el centro de acopio en los días de muestreo lunes, miércoles y viernes (D, M, V).	115
Cuadro 15. Cantidades de materiales de desecho mensual y anual.	117
Cuadro 16. Costos de etiquetado de contenedores.	128
Cuadro 17. Costos de materiales para una estación modular para reciclaje.	130
Cuadro 18. Precios de materiales reciclables.	141
Cuadro 19. Margen de ganancias generadas.	143
Cuadro 20. Posición de puntos colectados dentro de la ENCA.	170
Cuadro 21. Resultados del día de muestreo, semanal y anual de los materiales de desecho.	194

CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL, CENTRO DE VENTAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A .

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el apoyo de la sección administrativa de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” ubicada en la finca Bárcena, municipio de Villa Nueva, Guatemala. En su contenido integra los resultados obtenidos de las fases de diagnóstico, investigación y servicios realizados sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos dentro de tres de sus áreas de trabajo, esto se llevó a cabo durante el Ejercicio Profesional Supervisado EPS comprendido en los meses de Agosto del año 2018 a mayo del año 2019.

El Capítulo I corresponde al diagnóstico, el cual consistió en un reconocimiento y acercamiento sobre las responsabilidades ambientales de la institución y su interés por trabajar con el manejo de sus residuos y desechos sólidos generados por sus áreas de trabajo, lo que llevó a realizar un levantamiento de información primaria que establecería las bases para la detección de las áreas de trabajo más vulnerables propensas a generar algún tipo problema con la generación de residuos sólidos que puedan poner en riesgo la salud de las personas o causar impactos negativos para el medio ambiente, las tres candidatas a beneficiarse para realizar una investigación sobre los tipos de residuos y las cantidades que se generan y poder establecer su correspondiente plan de manejo de sus residuos sólidos fueron las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y el centro de ventas.

En el capítulo II, se presenta la investigación correspondiente para el establecimiento de una propuesta del plan de manejo de residuos y desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas de la ENCA, para ello se dividió en tres fases, la primera que se centraría en la clasificación física (cualitativa) de

los materiales de desechos generados en cada una de las áreas que permitirían establecer la correcta segregación basado en la política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, Acuerdo Gubernativo 281-2015.

La segunda fase fue la de cuantificación de materiales de desecho (fase cuantitativa) se llevó a cabo realizando muestreos durante un mes los días previos a la recolección de desechos sólidos por parte del tren de aseo municipal, esto con la finalidad de tener una muestra representativa de las cantidades generadas, se estableció que aproximadamente de manera mensual se generan cerca de 1,771.77 kg de materiales de desecho sin clasificar lo que anualmente representa cerca de 21,261.24 kg de desechos sólidos enviados a vertederos municipales.

La tercera fase de la investigación consistió en proponer que hacer y cómo hacerlo, según el tipo de materiales de desecho encontrados en cada una de las áreas, gracias a esto fue posible establecer lineamientos para las medidas, acciones, o tratamientos recomendados por la legislación guatemalteca que favorezcan la reducción de volúmenes de materiales de desechos liberados al medio ambiente por parte de la ENCA.

El capítulo III presenta los servicios realizados, como parte del ejercicio profesional supervisado “EPS” se realizaron los servicios de “análisis de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales” y el “calculo teórico de volumen y peso” generados por las diferentes áreas de trabajo de la ENCA, estas actividades se llevaron a cabo con la finalidad de levantar información inicial sobre los temas correspondientes a monitoreo ambiental, para descubrir cualquier situación dentro de las áreas de trabajo de la ENCA que pudieran poner en riesgo a los estudiantes, personal o tener impactos de algún tipo al medio ambiente y establecer las bases para futuras investigaciones sobre el tema de residuos y desechos sólidos dentro de las áreas que no fueron evaluadas en la investigación.



CAPITULO I: DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA.

1.1. INTRODUCCIÓN

Como parte del ejercicio profesional supervisado se llevó a cabo el diagnóstico institucional de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” para profundizar en su funcionamiento, además de describir los aspectos más importantes de la institución como su ubicación, sus características biofísicas, sus bases legales, su estructura organizativa, sus principales actividades y el impacto que estas causan al medio ambiente, así como el establecimiento de los procesos utilizados para el manejo de los residuos y desechos sólidos de esta institución.

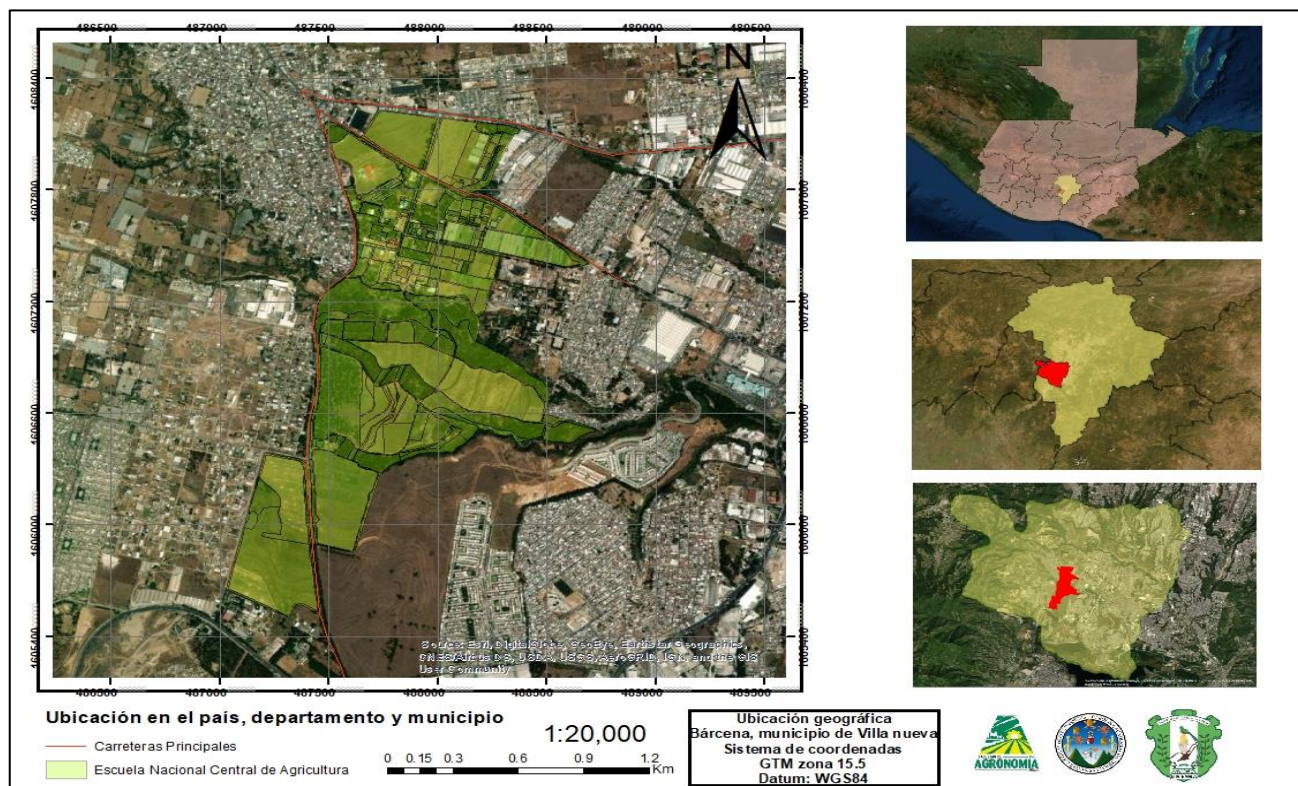
Para cumplir con el objetivo de generar información para observar las condiciones actuales de la ENCA, se llevó a cabo un levantamiento de información gracias a un formulario ambiental elaborado por el técnico e pesista bajo los lineamientos que presenta el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables MARN, sobre la temática de evaluación ambiental inicial “EAI”, con la finalidad de identificar los factores generadores de desechos y el impacto producidos por las actividades diarias dentro de cada una de las áreas de trabajo que forman parte de la estructura de la ENCA además de establecer el manejo utilizado en cada una de las áreas para el manejo de los diferentes materiales de desecho generados por cada una de ellas.

En total se verificaron 8 áreas de trabajo de las que componen a la ENCA, estas áreas de trabajo fueron las siguientes: área de edificios centrales, residencias estudiantiles, centro de ventas, producción de hortalizas, vivero forestal, producción animal, aserradero y talleres, esta inspección diagnóstica favoreció a la construcción de un panorama personalizado. La información primaria levantada fue analizada por el método matricial FODA para el análisis de las características internas de las áreas de trabajo, presentando como resultado las áreas más vulnerables en la gestión de sus materiales de desecho permitiendo así emitir propuestas de las posibles medidas, mejoras, mitigación y eliminación para la corrección de los problemas ambientales detectados, que puedan derivar del manejo que se realizan actualmente dentro de estas áreas de trabajo.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Ubicación geográfica y vías de acceso

La ubicación geográfica de la Escuela Nacional Central de agricultura (ENCA) se encuentra a una latitud y longitud de: $14^{\circ}31'15''$ L N. a $90^{\circ}38'18''$ L W. y $14^{\circ}32'30''$ L N. a $90^{\circ}38'35''$ LW. A una altura de 1440 m s.n.m. La figura 1 la ubica al sur del departamento de Guatemala, en la finca Bárcena, Municipio de Villa Nueva su principal ruta de acceso es a través de la carretera RD-16 la cual se dirige a la aldea Bárcena la cual se encuentra conectada con la carretera principal CA-9 en dirección al pacifico sur. Colinda al norte la carretera RD-16, al noreste con San José Villa Nueva y con la finca Bárcena, al sureste con la colonia Ulises Rojas y al sur con la finca Santa Clara. (Herrera Herrera, 2009)



Fuente: elaborado en base a Google Earth, 2018.

Figura1. Mapa de Ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

1.2.2. Zonas de vida

Según la clasificación presentado por IARNA 2018 para la zona de Guatemala, La Escuela Nacional de Agricultura se encuentra ubicada dentro del bosque subtropical templado, con bosques de vegetación latifoliada, de una pluviosidad similar a la de los bosques tropicales.

1.2.3. Precipitación pluvial

Según datos Del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, la cantidad en milímetros de precipitación promedia anual va de 760 mm a 1130 mm por año. (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH), 2018)

1.2.4. Temperatura promedio anual

La temperatura media anual en las inmediaciones de la finca Bárcena, Oscila entre 14° y 16° anualmente (INSIVUMEH, 2018)

1.2.5. Altitud

La finca Bárcena ubicada en el municipio de Villa Nueva se encuentra a una altitud de: 1,406 metros sobre el nivel del mar, colindando con el río platanitos el cual se encuentra hasta 1,485 m s.n.m Oeste, mientras que en las instalaciones administrativas de la escuela se encuentra a 1,445 m s.n.m. (Herrera Herrera, 2009)

1.2.6. Geología del suelo

La Escuela Nacional Central de Agricultura se encuentra ubicada sobre suelos del subgrupo B en la altiplanicie central de Guatemala conformados por suelos volcánicos característicos por poseer profundidad y texturas arenosas, arenosas-francas, franco arcillo-arenosas, según el mapa geológico son suelos desarrollados en la era cuaternaria de cubiertas de pómez. (Herrera Herrera, 2009)

1.2.7. Fisiografía

Según datos obtenidos con base a la clasificación fisiográfica-geomorfológica, la ENCA se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Tierras Altas Volcánicas, influenciado por el talud del cauce del río Platanitos donde se pueden encontrar áreas como pie de monte y terrazas aluviales.

Según Herrera (2009), la Escuela Nacional Central de Agricultura está ubicada en la región fisiográfica de las Tierras Altas delimitada por la pendiente volcánica reciente y las tierras

altas cristalinas, caracterizada por sus montañas y volcanes considerados los más altos del país, conformados por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, compuestas por materiales como el basalto y riodacita. Se le conoce al área como región del altiplano. (Herrera, 2009)

1.2.8. Agua

La Escuela Nacional Central de Agricultura abastece sus instalaciones con agua proveniente de pozos de la institución la cual es utilizada en los servicios internos de la institución en servicios sanitarios, la piscina, comedor, talleres, laboratorios y áreas de cultivos. (Herrera Herrera, 2009)

1.2.9. Flora y fauna

La flora presente en la escuela nacional de agricultura tiene una gran variedad, estas se encuentran distribuidas según el uso y manejo que tienen, su clasificación es la siguiente: producción de hortalizas, árboles frutales, árboles forestales, ornamentales y pastos considerados como malas hierbas o hierbas comunes. (Herrera Herrera, 2009)

A continuación, en el cuadro 1 al cuadro 5, se presentan los listados de algunas de las especies vegetales más importantes producidas para el aprovechamiento, especies presentes en las distintas áreas de trabajo dentro de la ENCA.

Cuadro 1. Plantas del área de producción de hortalizas.

Nombre común	Especie
Acelga	<i>Beta vulgaris var. cicla</i>
Repollo	<i>Brassica ssp.</i>
Tomate	<i>Solanun lycopersicum</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
Chile pimiento	<i>Capsicum annum</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>
Maíz	<i>Zea maíz</i>

Fuente: elaboración Propia.

Cuadro 2. Árboles del área de frutales.

Nombre común	Especie
Melocotón	<i>Prunus sp</i>
Higo	<i>Ficus carica</i>

Continuación cuadro 2.

Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Limón	<i>Citrus vulgaris</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>

Fuente: elaboración Propia.

Cuadro 3. Árboles del área forestal.

Nombre común	Especie
Pino Ocote	<i>Pinus oocarpa</i>
Cedro	<i>Cedrella</i> sp.
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>
Llama del bosque	<i>Spathodea campanulata</i>

Fuente: elaboración Propia.

Cuadro 4. Plantas del área ornamental.

Nombre común	Especie
Rosa común	<i>Rosa</i> spp.
Bougainvillea	<i>Bougainvillea</i> spp.
Crotos	<i>Codiaeum variegatum</i>
Ave del paraíso	<i>Strelitzia reginae</i>
Pony	<i>Beaucarnea guatemalensis</i>

Fuente: elaboración Propia.

Cuadro 5. Pastos o hierbas comunes.

Nombre común	Especie
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>
Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>
Bledo	<i>Amaranthus palmeri</i>

Fuente: elaboración Propia.

1.2.10. Fauna

Dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura habitan varias especies animales vertebradas e invertebradas que pueden agruparse en dos grupos para diferenciarse como domésticos y silvestres, a continuación en el cuadro 6 se presentan los animales domésticos criados dentro de producción animal de la ENCA. (Quill, 2018)

Cuadro 6. Animales Domésticos.

Nombre Común	Nombre científico
Vacas	Bos primigenius taurus
Cerdos	<i>Sus scrofa domesticus</i>
Peli bueyes	<i>Ovis aries</i>
Conejos	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Caballos	<i>Equus caballus</i>
Gatos	<i>Felis catus</i>
Perros	<i>Canis lupus familiaris</i>
Gallinas	<i>Gallus gallus domesticus</i>

Fuente: elaboración Propia.

En el cuadro 7 se aprecia el listado de animales silvestres comunes encontrados dentro del territorio de la ENCA. (Quill, 2018)

Cuadro 7. Animales Silvestres.

Nombre Común	Nombre científico
Zanates	<i>Quiscalus</i>
Zopilotes	<i>Coragyps atratus</i>
Lechuzas	<i>Tyto alba</i>
Lagartijas	<i>Gekkonidae</i>
Tacuazines	<i>Didelphis marsupialis</i>
Ratones	<i>Mus musculus</i>

Fuente: elaboración Propia.

1.2.11. Bases legales de la institución

Las principales bases legales en que se fundamenta la estructura organizacional de la Escuela Nacional Central de Agricultura se encuentran reguladas en el Manual de Organización y Funciones –ENCA– las cuales son las siguientes:

- ✓ Constitución Política de la República de Guatemala (reformada por Acuerdo Legislativo No. 18-93 del 17 de noviembre de 1,993)-.
- ✓ Ley Orgánica Escuela Nacional Central de Agricultura, Decreto 51-86 del Congreso de la República.
- ✓ Ley General de Relaciones Laborales de la Escuela Nacional Central de Agricultura y su Personal, Decreto 71-96 del Congreso de la República de Guatemala.

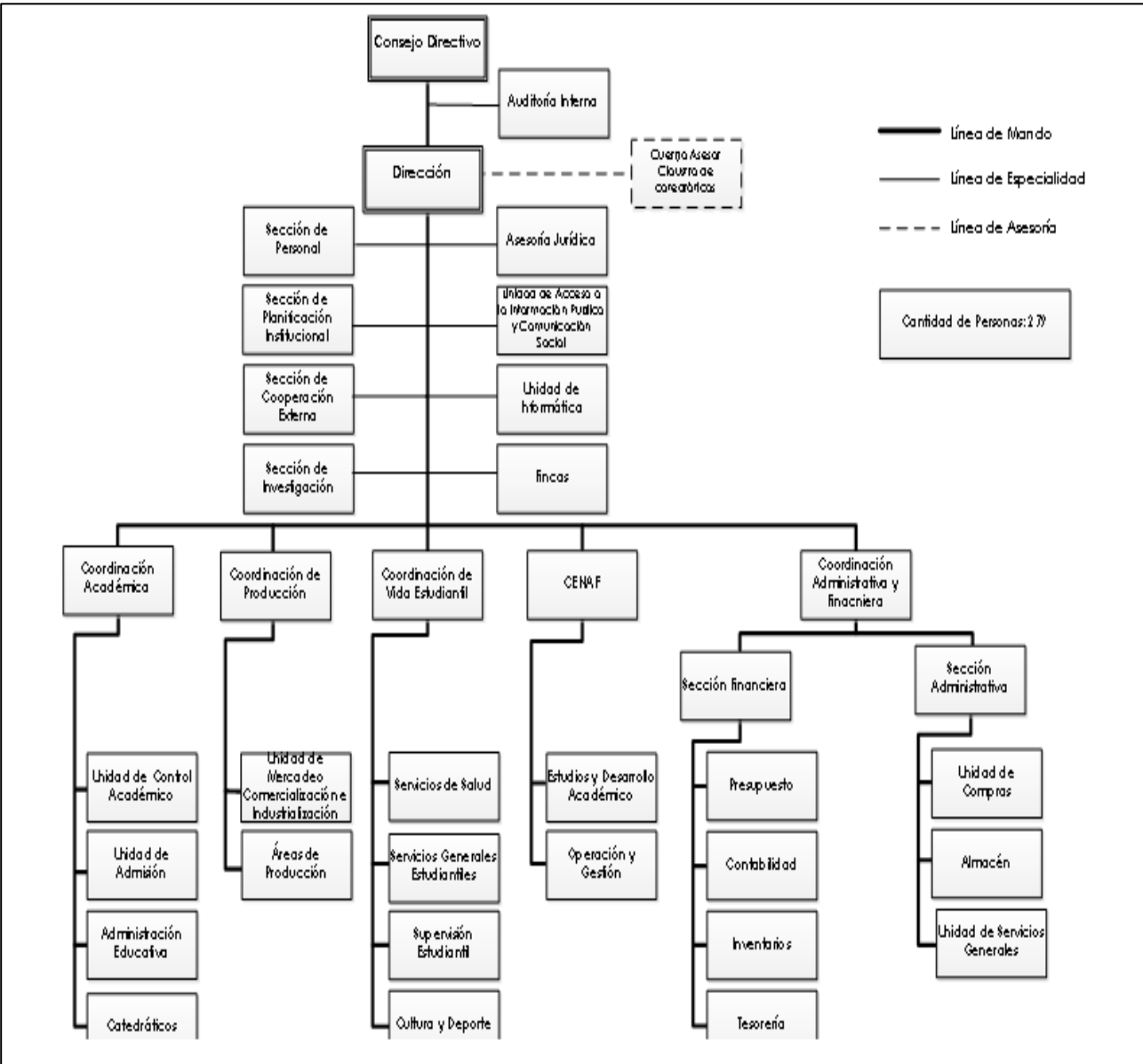
- ✓ Pacto Colectivo de Condiciones de Trabajo suscrito entre la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” y el Sindicato de Trabajadores de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” suscrito en la Ciudad de Guatemala, en el mes de noviembre de 2017 por las comisiones Negociadoras del Pacto colectivo de Condiciones de Trabajo por parte de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” y por el Sindicato de Trabajadores de la Escuela Nacional Central de Agricultura “STENCA”. (ENCA, 2018)

1.2.12. Estructura organizacional de la institución

La Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” posee como principal visión institucional, “Ser la institución educativa agrícola, donde la creatividad, el uso de la ciencia y la tecnología, constituyan la base que rija la formación de líderes, para el desarrollo de Guatemala.” ENCA (2018). Esta institución está compuesta por 38 secciones y 279 personas encargadas de las funciones administrativas, docentes y de producción que permite el funcionamiento de la ENCA como institución educativa en ciencias agrícolas. Las funciones se establecen en una cadena de mando dirigida por un consejo directivo el cual se reúne para tomar las decisiones del rumbo que tomará la institución, seguido por las secciones de auditoría interna y la dirección. (ENCA, 2018)

Las demás secciones se dividen las diferentes tareas que se necesitan para echar a andar la escuela a diario, para esto se dividen en secciones administrativas, financieras, jurídicas, de informática, de investigación, docentes, de personal, de producción, académicos, de almacén, entre otros, además de las que se encargan de coordinar el funcionamiento de las diferentes fincas a cargo de la institución, esta estructura organizacional permite a la ENCA funcionar como un reloj y cada una de estas secciones trabaja como un engranaje indispensable, el cual permiten a la institución llevar a cabo sus labores cotidianas. (ENCA, 2018)

En la figura 2 se puede apreciar el organigrama o la estructura en la que se organizan estas secciones y bajo el mando de quién se encuentra cada una de ellas, estas señaladas por líneas de mando.



Fuente: sección administrativa, ENCA (2018)

Figura 2. Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.

La Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, como institución autónoma del estado tiene como función la formación educativa en temas agrícolas y forestales, se creó en 1921 y desde entonces ha contribuido con la formación de técnicos con conocimientos prácticos en ciencias agrícolas, agropecuarias y forestales esto con el fin de promover el desarrollo agrícola en Guatemala. Como Institución focaliza sus esfuerzos a la formación tecnológica y humana para obtener un desarrollo integral en sus programas educativos. (ENCA, 2018)

1.2.13. Objetivo institucional

Formación de técnicos en las ciencias agrícolas y forestales, a nivel de enseñanza media; así como planificar, dirigir, coordinar, supervisar y realizar estudios que coadyuven a la investigación y desarrollo agropecuario y forestal del país. (ENCA, 2018)

A. Principales funciones

- ✓ Desarrollar los planes de estudio, a nivel de enseñanza media, otorgando títulos correspondientes a las carreras y especialidades que, de acuerdo a las necesidades del país, sean creadas por el Consejo Directivo del Establecimiento.
- ✓ Promover, organizar, dirigir y ejecutar los planes de enseñanza agropecuaria y forestal, a nivel de enseñanza media, en sus diferentes ciclos de estudio, aplicando la ciencia y tecnología más avanzada.
- ✓ Servir de órgano asesor y consultivo para el sector público y privado, agropecuario y forestal del país.
- ✓ Decidir sobre la creación y funcionamiento de establecimientos de enseñanza media, con orientación y formación agrícola y forestal.

- ✓ La ENCA queda obligada a crear extensiones regionales en el país, de acuerdo a las necesidades debidamente justificadas. (ENCA, 2018)

B. Sección administrativa

La sección Administrativa se encuentra bajo el mando de la Coordinación Administrativa Financiera, y es la encargada de la supervisión, gestión, y procesos concernientes a las actividades en las áreas de almacén, servicios generales y el área de compras, el equipo está conformado por 55 personas, entre sus principales funciones se encuentran las de supervisar a los encargados de talleres, mantenimiento, pilotos de vehículos pesados y secretarías y sus principales objetivos son los de planificar, organizar, dirigir y controlar el funcionamiento correcto de las unidades a su cargo. (ENCA, 2018)

Esta sección se encuentra bajo el cargo del arquitecto Selvin Bámaca, él también será el encargado de la supervisión del técnico epesista, además de ser el encargado de establecer la principal problemática que aqueja a la ENCA, él ha manifestado que la ENCA tiene un profundo interés por abordar el tema sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos generados por las diferentes áreas de la ENCA por lo cual se le asignará al epesista este tema para elaborar un diagnóstico, deberá investigar sobre el manejo actual que se le está dando a los diferentes materiales de desecho dentro de las diferentes áreas de trabajo de la institución, además de señalar cuales son más vulnerables y requieren de acciones que permitan mejorar, eliminar o mitigar cualquier efecto negativo generado por ellas. (Bámaca, 2018)

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Establecer el manejo actual de los residuos y desechos sólidos que se generan dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) finca Bárcena, municipio de Villa Nueva.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Recabar información sobre los tipos de manejo de residuos y desechos sólidos existentes dentro de las diferentes áreas generadoras de desechos de la ENCA utilizando información de fuentes primarias y secundarias.
2. Identificar el manejo de residuos y desechos sólidos utilizados dentro de las áreas de trabajo de la ENCA mediante visitas de campo y formularios ambientales basados en evaluaciones ambientales iniciales EAI propuestos por el MARN .
3. Proponer una investigación que ayude a mejorar las condiciones en el manejo de residuos y desechos sólidos de las áreas más vulnerables de la ENC luego de analizar la información dentro de una matriz FODA.

1.4. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el diagnóstico enfocado a las problemáticas que preocupan a la ENCA, se planearon tres fases las cuales se presentan a continuación: la fase de gabinete inicial, la fase de campo y la fase de post gabinete, estas pensadas específicamente para la colecta de información de fuentes primarias, investigación de fuentes secundarias, establecimiento del panorama actual mediante investigación y visitas de campo además del análisis de la información obtenida esto con la finalidad de proponer, recomendar y ofrecer soluciones, así como realizar una propuesta de investigación que ayude a mitigar, eliminar o reducir las problemáticas encontradas.

1.4.1. Fase de gabinete inicial

A. Recopilación de información secundaria

- ✓ Se recopiló documentación informativa para establecer un mejor panorama de la institución, así como definir su estructura organizacional y la manera en que esta funciona a través del portal en línea de la institución.
- ✓ Se realizó una investigación en busca de información relacionada a la ENCA a través del portal en línea de la biblioteca de la universidad de San Carlos de Guatemala en el cual se encontró diferente documentación en tesis realizadas del lugar.
- ✓ Recopilación de información en la biblioteca de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, en el cual se encontraron tesis realizadas en años anteriores.

B. Recopilación de información primaria

- ✓ Se realizaron visitas de campo a las diferentes áreas de trabajo de la ENCA con la finalidad de reconocimiento del área, esto para llevar a cabo el primer acercamiento para conocer el funcionamiento y la disposición de las distintas áreas dentro de la –ENCA–.
- ✓ Entrevistas con los encargados de las áreas de producción, para establecer el manejo de desechos sólidos actual en cada una de sus áreas de trabajo.
- ✓ Observación del funcionamiento general de la entidad con la finalidad de formar un panorama sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos y de las actividades generadoras de estos dentro de estas áreas.
- ✓ Se estableció un método de levantamiento de información sobre los desechos sólidos dentro de la –ENCA–, basado en la metodología de evaluación ambiental inicial del ministerio de recursos naturales y ambiente.
- ✓ Se evaluaron los factores de vulnerabilidad a desastres naturales, agua, aire y entorno y desechos sólidos, únicamente se tomará en cuenta la parte de desechos sólidos debido al interés de la institución sobre este tema.
- ✓ Se tomaron fotografías de las áreas de disposición de residuos y desechos sólidos utilizados en la actualidad para contener de forma temporal o permanente los materiales de desecho.
- ✓ Se llevó a cabo una entrevista con cada uno de los encargados de área con la finalidad de establecer el tipo de manejo de residuos y desechos sólidos que ellos utilizan para mantener el control sobre estos al momento de generarlos.

- ✓ Se completaron los formularios ambientales establecidos para el levantamiento de información de fuentes primarias confiables sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos de las áreas de interés.
- ✓ Los formularios para la evaluación ambiental inicial (EAI) utilizados se presentan en las figuras 3 y figura 4.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía
Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA–
Job Elías Inglés Romero





Formulario de actividades que generan impacto ambiental dentro de las instalaciones de la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA–

INSTRUCCIONES: el fin del siguiente formulario es el de establecer los impactos ambientales producidos por distintas actividades en áreas específicas de interés, para lo cual se realizarán preguntas directas y de selección múltiple.

Zonas de Riesgo (vulnerabilidad):

1) ¿El área en la que trabaja se encuentra expuesta a los siguientes acontecimientos?
Subraye su respuesta.

a) Incendios	d) derrames de combustible
b) Inundaciones	e) Explosiones
c) Deslizamientos	f) Otro /Cuales?:

Uso del Agua:

2) ¿De dónde proviene el servicio de agua potable?

3) ¿Manejan algún tipo de refrigerantes o lubricantes? (Gasolina, aceite de motor, diésel etc...)

4) ¿Cuáles son los principales usos del agua en las instalaciones? Especifique

5) ¿Existe algún tratamiento para el agua que ya utilizó?

6) ¿Existen sistemas de captación de agua de lluvia?

Fuente: basado en EIA, MARN (2018)

Figura 3. Formulario EIA, aplicado en las áreas de trabajo de la ENCA.

7) ¿Sabe a dónde se dirige el agua ya utilizada?
 NO SI / especifique

Aire y entorno:

8) ¿Producen algún ruido o sonido fuerte?

9) ¿Las actividades producen gases, emisiones o sonidos fuertes?
 NO SI/ cuáles?

10) ¿Existe alguna medida que lo elimine, reduzca o evite?

Desechos:

11) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?
 NO SI/especifique

12) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?

Papel	cartón	Vidrio	Orgánico	plástico
-------	--------	--------	----------	----------

13) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?

14) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?

15) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?

Fuente: basado en EIA, MARN (2018)

Figura 4. Continuación del formulario EIA, aplicado en las áreas de trabajo de la ENCA.

1.4.2. Fase de campo

A. Recorrido de las áreas de interés

- ✓ Recorrido dentro de las áreas que conforman la –ENCA– las cuales son las siguientes: edificio central, residencias estudiantiles, cocina, centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas, producción animal, aserradero y el área de talleres.

1.4.3. Fase de post gabinete

A. Análisis de la información

- ✓ Sistematización: la información obtenida se sistematizo para su posterior análisis.
- ✓ Establecer con los resultados obtenidos por área, el panorama actual del manejo de los desechos sólidos.
- ✓ Análisis FODA institucional para conocer las debilidades de la escuela en el manejo de los desechos sólidos.
- ✓ Se realizaron recomendaciones sobre mejoras, eliminación y mitigación sobre las problemáticas encontradas.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Fase de gabinete inicial información recopilada de fuentes primarias sobre el manejo de los residuos y desechos sólidos

Durante las visitas de campo se descubrió que el panorama en el manejo de residuos y desechos sólidos dentro de las áreas de la ENCA (Edificio Central, Cocina, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y área de Talleres) es el siguiente:

A. Recopilación de información secundaria

El manejo general de los desechos sólidos se encuentra a cargo de los equipos de limpieza asignados a cada una de las áreas de trabajo en coordinación con los sus encargados de área, la escuela cuenta con un total de 35 trabajadores los cuales se encargan del ornato, mantenimiento y limpieza dentro de las instalaciones.

Se identificó que la escuela cuenta con servicio municipal para la extracción de los desechos y residuos sólidos, el cual se encarga de recolectar los desechos domiciliarios generados dentro de la ENCA, Este realiza un recorrido por las instalaciones para llevar a cabo la recolección de los desechos sólidos depositados en todos los vertederos destinados para la disposición temporal de estos, los días de recolección se llevan a cabo los Lunes, Miércoles y Viernes. Los días miércoles y viernes se suman los desechos del área de producción animal y producción de hortalizas.

La figura 5 es un ejemplo de las áreas de disposición temporal destinada para los residuos y desechos sólidos, esta es del área de vivero forestal de la que el tren de aseo municipal realiza las extracciones.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 5. Zona de disposición temporal de residuos y desechos sólidos.

B. Recopilación de información primaria

Se estableció que cada área de trabajo se encuentra a cargo de un ingeniero el cual se encarga de velar por las diferentes funciones realizadas en el área bajo su responsabilidad. Para el caso de la ENCA, los desechos sólidos son una problemática latente debido a la naturaleza de las actividades que se realizan a diario dentro de la ENCA, estas actividades generan diferentes tipos de desechos y residuos sólidos, estos son variados y van ligados al tipo de actividad y del lugar en el que son generados.

1.5.2. Fase de visitas de campo y aplicación de formularios de evaluación ambiental inicial EAI

En esta fase se estableció el funcionamiento de la institución, se observó en cada una de las áreas los distintos procesos que tienen y el papel que ocupan dentro de la ENCA, las principales funciones encontradas fueron las siguientes: las que funcionan para producir alimentos como el área de producción de hortalizas, frutales además de animales de granja utilizados para alimentar a la población estudiantil, luego existen otras que son las encargadas de tareas de mantenimiento, que permiten el funcionamiento correcto de las instalaciones, también existen áreas dedicadas a la parte experimental/docente para la formación de los estudiantes, un área enfocada a la parte administrativa y un área dedicada a la parte estudiantil, todas con distintos procesos para manejar sus residuos y desechos sólidos, por lo que se describirán a continuación en función a cada área generadora:

A. Área de edificios centrales

En esta área se llevan a cabo todas las actividades administrativas, aquí se pueden encontrar las principales oficinas como Dirección, la sección de personal, asesoría jurídica,

acceso a la información pública y comunicación social, sección de planificación institucional, sección de investigación, coordinación de vida estudiantil, coordinación de producción, coordinación académica, además de salones destinados a la docencia, salones de profesores, el centro de computación, las clínicas médicas y la biblioteca. Esta área cuenta con personal encargado de la limpieza, las personas encargadas de esta tarea son 13 que llevan a cabo las tareas de mantenimiento diario; los desechos sólidos son extraídos los días lunes, miércoles y viernes por el tren de aseo municipal además de que una empresa se encarga de llevarse el papel generado en las distintas oficinas para reciclaje, a cambio entrega rollos de papel sanitario reciclado para el uso cotidiano en los servicios sanitarios. La figura 6 nos muestra la manera en que se disponen “basureros” dentro y en zonas aledañas a los edificios centrales.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 6. Área de disposición temporal de residuos aledaña a edificio central.

B. Área de residencias estudiantiles

Dentro del área de residencia, existe 1 persona a cargo de la limpieza general por cada uno de los módulos, cada módulo cuenta con dos niveles y se divide en dos alas, el total de módulos destinados para residencias estudiantiles son cinco, además de uno destinado para profesores o trabajadores de la –ENCA– , en cuanto al manejo de desechos, el personal de limpieza y los estudiantes se encargan de sacar los desechos que generan de las habitaciones, estos desechos son depositados en una zona específica en la que se encuentran 11 toneles que cumplen con la función de contenedores en una caseta de lámina la cual es el área de disposición temporal de los desechos, esta se encuentra ubicada en la parte trasera de la residencia número 2.

Los desechos que se generan son de carácter domiciliar, en algunos casos los alumnos dejan recipientes de agroquímicos utilizados en el campo los cuales requieren de especial atención y de un adecuado manejo el cual no es proporcionado en ese lugar, no se tienen medidas para la reducción, reciclaje o aprovechamiento de desechos. Como parte del área de residencias también se encuentra la cocina la que al igual que la anterior genera desechos de carácter domiciliar con la diferencia que en el caso de los desechos orgánicos son aprovechados en las áreas de producción animal como alimento para el ganado porcino.

La figura 7 nos muestra el área destinada a la disposición temporal de los residuos y desechos sólidos dentro del área de residencias estudiantiles, ubicada detrás de la residencia número 2, cabe destacar que en el momento de la captura de esa fotografía solo se encontraban disponibles 8 de sus 11 toneles.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 7. Área de disposición temporal de residuos del área de residencias.

C. Área de centro de ventas (centro de acopio)

El manejo de desechos en el área de ventas se encuentra a cargo del grupo de trabajadores que laboran en el lugar, estos se encargan de mantener la limpieza del local abierto al público y de la limpieza, separación de producto perecedero, productos orgánicos que no se venden y residuos orgánicos derivado de productos a la venta. El servicio municipal de extracción de basura se encarga de recolectar los residuos no aprovechables generados en el centro. Diario deben separar el producto fresco del que se encuentra muy maduro, el producto que se encuentra demasiado maduro es aprovechado para ser utilizado como parte de la dieta de los animales del área de producción animal, lo que no es aprovechable es depositado en contenedores para ser recogido tres veces por semana por el tren de aseo municipal como se muestra en la figura 8.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 8. Material de desecho del centro de ventas.

D. Área de producción animal

En el área de producción animal se producen diferentes tipos de desechos sólidos, una parte orgánica producto de los animales de granja y sus excreciones, los restos de animales producidos por el rastro, los desechos generados en las áreas de oficinas, y los desechos generados por los estudiantes, todos estos desechos considerados domiciliarios son recolectados por un camión del tren de aseo municipal, el cual recoge los desechos generados 1 vez por semana, el camión ingresa al área los días viernes, los desechos animales son degradados en pozas de captación conectadas a un biodigestor y en tres patios de secado, además de una separadora de sólidos, en la parte veterinaria se utilizan jeringas y pipetas las cuales carecen de manejo exceptuando su desecho en una fosa común junto a los restos animales provenientes del rastro.

Cabe destacar que estos desechos médicos se utilizan eventualmente dentro de esta área, los desechos del rastro que derivan de restos orgánicos de animales y este tipo de desechos hospitalarios antes mencionados se colocan dentro de fosas comunes abiertas en el suelo, estas fosas al cumplir con su capacidad máxima es sellada y enterrada, el encargado de esta área se preocupa por el tema de los lixiviados debido a que el suelo presente en el lugar posee una textura franco arcillo arenosa lo que representa un problema en el futuro por la infiltración de los estos derivados de la descomposición y que pueda afectar las capas del suelo o el mismo manto freático. El manejo de los desechos de carácter industrial como el mantenimiento de los biodigestores y el trabajo con el gas metano y los sedimentos producidos en este son trabajados por la unidad de proyectos de inversión ENCA.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 9. Área de disposición temporal de desechos sólidos de producción animal.

E. Área de producción de hortalizas

En el área de producción de hortalizas, el principal residuo peligroso que podría generar es el de los envases de agroquímicos que se generan como producto de las actividades agrícolas existentes en el área, los envases se depositan en una jaula de seguridad instalada por una empresa que se encarga de su recolección. Se recomienda realizar un triple lavado a los envases antes de ser depositados en esta, pero no siempre se cumplen estas medidas de seguridad, las cuales son necesarias para prevenir accidentes con desechos químicos, se requiere de un plan de manejo que controle mejor este tipo de productos en el área debido a que los estudiantes tienden a llevarse algunos de estos productos al área de residencia y depositan los envases en zonas inadecuadas para ellos, también se generan desechos domiciliarios en pocas cantidades generadas por los estudiantes y personal encargada del área.

Los residuos y desechos sólidos se disponen en contenedores ubicados en distintos lugares estratégicos para recolectar los desechos sólidos antes mencionados, estos desechos son recogidos por el tren de aseo municipal los días viernes de cada semana, en cuanto a residuos orgánicos generados por actividades productivas los que son considerados no aptos se dejan en el campo para su degradación natural, Esta área dispone de varios invernaderos que generan otros materiales de desecho, el principal producto con el que se tiene problema es con las mangueras dañadas que se han degradado por el uso en los sistemas de riego y los restos de plástico que se utilizan para los surcos en los cultivos, esta área no dispone de un plan para el manejo de residuos y desechos sólidos de manera cotidiana, por lo que existen áreas de disposición de desechos orgánicos y de plásticos a la intemperie como se muestran en la figura 10.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 10. Área de disposición final para la degradación de materia orgánica.

F. Área de vivero forestal

El área de vivero forestal cuenta con el servicio del personal interno de limpieza de la ENCA el cual se encarga del mantenimiento y la recolección de todos los desechos y residuos de esta área, además cuenta con el tren de aseo municipal el cual se encarga de la extracción los desechos y residuos domiciliarios tres veces por semana, producen desechos domiciliarios en las áreas de oficina, bodega y baños, El área de viveros genera plástico derivado de las actividades de germinación de plántulas debido a que se utilizan bolsas para la germinación de semillas y plántulas, los desechos orgánicos producidos se dejan en el campo o si fuese por motivo de enfermedad son removidos y llevados a los laboratorios para ser utilizados como muestras experimentales de estudio. También cuenta con un área para destinada a prácticas de degradación de materia orgánica con potencial para proyectos de compostaje, ejemplo de ello es la pila de compostaje mostrada en la figura 11



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 11. Pileta de compostaje.

G. Área del aserradero

El área de aserradero cuenta con un espacio específico para actividades académicas relacionadas con carpintería, los desechos que se generan en esta área son derivados de la actividad estudiantil, la cual genera desechos y residuos sólidos domiciliarios, y desechos derivados de madera, como aserrín o viruta, los desechos de carácter domiciliar producidos son recogidos por un tren de aseo tres veces a la semana. El manejo que se le da a la viruta y aserrín de madera se puede considerar temporal debido a que el aserrín es vendido en temporadas festivas y se depositan en costales y un contenedor como se muestra en la figura 12.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 12. Disposición temporal de residuos del área de aserradero.

H. Área de talleres

El área de talleres se encuentra dividida en tres partes, el taller de mecánica automotriz, en la cual se encargan de velar por el mantenimiento de vehículos de uso interno de la ENCA, así como con una bomba de combustible con una estructura contenedora subterránea, aquí se generan desechos derivados de los servicios y mantenimientos vehiculares de rutina, como por ejemplo las refacciones que son cambiadas por repuestos nuevos y que salen como chatarra o el aceite que se extrae de los vehículos al momento de realizarle servicios de rutina, este aceite es depositado en toneles de metal que al ser llenados a su máxima capacidad son recolectados por una empresa externa. También se encuentra el área de herrería y carpintería encargada de llevar a cabo cualquier reparación de esta naturaleza, estas tres áreas generan desechos y residuos de carácter domiciliar por las actividades humanas que se dan dentro de ellas, se favorecen del servicio de recolección municipal tres veces por semana al igual que las áreas anteriormente estudiadas.

1.5.3. Fase de post gabinete, análisis FODA y propuesta de la investigación

En esta fase se llevó a cabo el análisis de la información obtenida en cada una de las áreas de trabajo de la ENCA, para ello se utilizó el método de la matriz FODA para establecer las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para la ENCA dentro de sus áreas de trabajo, el cuadro 8 presenta la matriz FODA sobre el manejo de desechos sólidos para las áreas de la ENCA.

Cuadro 8. Análisis FODA sobre la gestión de residuos y desechos sólidos ENCA.

FORTALEZAS: ✓ La ENCA es una entidad autónoma con un consejo encargado de velar por las necesidades medio ambientales de la institución. ✓ El personal cuenta con profesionales en ciencias agrícolas y ambientales además de personal encargado del mantenimiento y limpieza de las instalaciones. ✓ Un tren de aseo municipal encargada de la extracción de los desechos sólidos. ✓ Infraestructura mínima para la disposición temporal y final de los desechos y residuos sólidos generados dentro de las áreas de la ENCA.	OPORTUNIDADES: ✓ Disposición de inversión para proyectos de mejoramiento ambiental para el beneficio de la ENCA. ✓ Interés institucional por mejorar los procesos que generan desechos sólidos para reducir su impacto al medio ambiente. ✓ Reducción en los volúmenes de desechos y residuos sólidos generados por las actividades cotidianas de la ENCA. ✓ Fomentar la cultura de reciclaje y aprovechamiento de los desechos sólidos en la población estudiantil.
DEBILIDADES: ✓ El personal encargado de los desechos y los estudiantes no recibieron capacitación para la separación adecuada de desechos y residuos sólidos dentro de las instalaciones de la ENCA. ✓ La institución cuenta con áreas de disposición temporal no especializadas para los desechos y residuos sólidos generados. ✓ Se utilizan estrategias de manejo de desechos sólidos desactualizadas. ✓ El monitoreo de los desechos sólidos no es constante.	AMENAZAS: ✓ Contaminación del suelo y cuerpos de agua subterráneos por lixiviados sin tratamiento. ✓ Desmejoramiento del paisaje de un centro de educación de ciencias agrícolas y forestales. ✓ Focos de enfermedades causados por la incorrecta implementación de infraestructuras de acopio para la disposición temporal o final de los desechos y residuos sólidos. ✓ Desinterés por parte de aspirantes estudiantiles a ingresar por falta de formación en ciencias medio ambientales y el manejo de los desechos sólidos generados por los mismos estudiantes.

A. Análisis de matriz FODA

a. Fortalezas

La ENCA Es una institución de renombre en la formación de profesionales a nivel medio en ciencias agrícolas y forestales, como tal tiene interés de adaptarse a las exigencias globales para mitigar la contaminación y el impacto ambiental que sus actividades puedan generar, cuentan con personal para llevar a cabo las labores de limpieza y mantenimiento de las distintas áreas dentro de la escuela, además de un servicio de extracción de desechos domiciliarios municipal, convenios con empresas para la extracción de residuos médicos provenientes de la clínica media y la extracción de envases de agroquímicos provenientes de las áreas de producción de hortalizas y vivero forestal.

b. Oportunidades

Se tiene el interés por parte de la ENCA en la inversión de proyectos ambientales ya que al ser una institución educativa desea como tal mejorar sus procesos que generan impactos ambientales e incluir a la población estudiantil en estos para su formación profesional integral, el tema de los desechos sólidos es un tema de vital importancia debido a la complejidad en el manejo de la “basura” y el impacto que esta pueda tener en el medio ambiente, por lo tanto al tratarse con técnicas modernas de aprovechamiento de desechos y residuos, es posible obtener un beneficio económico, didáctico y a su vez mejorar los procesos para la reducción en el volumen de desechos generados.

C. Debilidades

La ENCA tiene normas de limpieza que ponen en práctica los alumnos para mantener el orden y la limpieza de la escuela, además de contar con personal de limpieza encargado de mantener las diferentes áreas dentro de ella, en ninguno de los casos existe formación específica para la separación (segregación) de desechos y residuos sólidos, en algunas áreas como el caso de las residencias estudiantiles, el vivero forestal, el centro de acopio, cocina, y producción de hortalizas, todos los desechos sólidos mezclados son depositados en zonas específicas en recipientes de basura al aire libre, lo que permite el acceso de vectores que en algún momento podrían exponer a enfermedades al personal, recolectores del tren de aseo municipal o a los mismos estudiantes, y poner en riesgo su salud.

En estas áreas tampoco existe personal especializado en el manejo de desechos sólidos, el manejo se limita a la disposición temporal en los depósitos de “basura” para ser recolectados por el tren de aseo municipal el cual resulta ser la única opción para la extracción de desechos y residuos sólidos de carácter domiciliar lo que resulta una metodología anticuada si los desechos no son previamente separados de los residuos lo que facilitaría el aprovechamiento de los materiales que pueden reciclarse o reutilizarse.

d. Amenazas

Las mayores amenazas que enfrenta la ENCA con el manejo de los desechos sólidos es que posee lineamientos empíricos tradicionales para el manejo de desechos sólidos en algunas de sus áreas como en el caso de las áreas de producción de hortalizas, centro de ventas y el vivero forestal se utilizan toneles al aire libre como depósitos de basura en casetas que no poseen estructuras adecuadas, lo que representa un alto riesgo convertirse en un foco de vectores como ratones, moscas, perros entre otros, puedan transmitir enfermedades que pongan en riesgo la salud humana de estudiantes, trabajadores o visitantes de la ENCA.

El suelo o cuerpos de agua subterráneos como el tema de los lixiviados que se producen en las fosas comunes en el área de producción animal, contaminación visual que deterioran el paisaje de la escuela al mantener al aire libre los desechos domiciliarios lo que puede provocar en que aspirantes de nuevo ingreso desistan de ingresar a la institución por las condiciones incorrectas de los desechos que en ocasiones colapsan los recipientes que los contienen además de emisiones de malos olores.

1.5.4. Propuesta de investigación para la ENCA

La Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, viendo la necesidad de mejorar sus servicios con las futuras generaciones de peritos agrónomos agrícolas y forestales, así como los servicios que presta al público en general, pretende modernizar y mejorar las condiciones ambientales para reducir el impacto generado por sus actividades. Luego de observar las deficiencias en el manejo de desechos sólidos dentro de las áreas que conforman la ENCA y haber realizado un análisis FODA, la institución se encuentra interesada en trabajar para mejorar sus debilidades, principalmente con el manejo que se da en las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y el centro de acopio (centro de ventas) debido a que son áreas de producción y docencia relacionadas entre sí.

Estas son áreas de afluencia diaria de personas, ya que los estudiantes y personal de la ENCA trabajan diariamente dentro de ellas debido a la naturaleza de las actividades de campo y experimentación que se llevan a cabo, también debe tomarse en cuenta el público en general externo que visita el centro de acopio (centro de ventas) para realizar compras de los productos que ofrece la ENCA, según Axel Godínez encargado de esta área, alrededor de entre 70 y 120 personas realizan compras diariamente, esto preocupa a la escuela ya que el mal manejo de desechos sólidos puede poner en riesgo la salud de

las personas dentro de la institución además de dar una imagen negativa para los visitantes.

Basado en estas necesidades se propone la **“CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL Y CENTRO DE VENTAS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.”**

1.6. CONCLUSIONES

1. La principal problemática encontrada dentro de las áreas de trabajo de la ENCA es que tres de sus áreas (el vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas) no cuentan con un plan de manejo de residuos y desechos sólidos acorde a las características de sus actividades.
2. Según la información obtenida por fuentes primarias y secundarias la ENCA depende únicamente del servicio de extracción de desechos municipal como principal manejo de residuos y desechos sólidos, seguido por dos empresas privadas encargadas de los residuos tóxicos generados por agroquímicos y otra encargada de los residuos médicos y el manejo empírico utilizado por cada área para el manejo de desechos orgánicos como el utilizado en producción animal.
3. Los encargados de cada una de las áreas de trabajo decide según su criterio el tipo de manejo que se aplicará a los materiales de desecho, utilizando métodos empíricos y tradicionales convencionales para solventar la generación de residuos, por lo que no

existe evidencia de la presencia de un plan maestro o un plan por área especializado en el manejo de residuos y desechos sólidos.

4. Debido a las condición encontradas dentro de las diferentes áreas de trabajo, las autoridades de la ENCA para solventar futuras problemáticas ambientales debe llevar a cabo una investigación que profundice en los temas de caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos generados dentro de las áreas más vulnerables que fueron localizadas (el vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas) lo que permitirá generar una propuesta de un plan de manejo de residuos y desechos sólidos personalizado para estas tres áreas.

1.7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el mejoramiento de las áreas de disposición temporal y final de los residuos y desechos sólidos generados por la ENCA para la prevención de focos de enfermedades además de evitar la proliferación de vectores que puedan ser transmisores de estas, además de favorecer al paisaje de la institución que representa un modelo de alto nivel en la formación de ciencias agrícolas y forestales.
2. Se recomienda la capacitación y participación de los alumnos residentes, el personal de trabajo, el personal administrativo y autoridades de la ENCA para llevar a cabo jornadas de educación ambiental enfocados en el manejo de residuos y desechos sólidos para entender y aplicar diferentes técnicas para la correcta segregación (separación) de los distintos materiales de desecho que permitan beneficiar a la escuela desde puntos de vista ambientales, ecológicos, económicos y educativos,

dándole un plus y potenciando la imagen de la institución como líder en educación ambientalmente sostenible.

3. Se recomiendan servicios de localización de las zonas de disposición temporal y final de los desechos sólidos mapeados con herramientas de georreferenciación digital, la clasificación cualitativa de los desechos sólidos según su composición y origen, su cuantificación y una propuesta para el manejo para las áreas de interés (producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas).

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Bámaca, S. (22 de agosto 2018). Sección administrativa [Guatemala: Escuela Nacional Central de Agricultura], Sección Administrativa. (J. Inglés, Entrevistador).
2. ENCA, E. N. (2018). *Manual de Organización y Funciones –ENCA–*.(ENCA, Ed.) Ciudad de Guatemala, Capital metropolitana, Guatemala: ENCA.
3. Herrera Herrera, W. G. (2009). *Evaluación de Aspersiones Foliares de Extractos Foliares de (Equinaza y Vermicompost), en el Rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L.) y Servicios Desarrollados en la Escuela Nacional Central de Agricultura – ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10490/1/Trabajo%20de%20graduacion.pdf>
4. IARNA, I. d. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012*. Perfil Ambiental, Universidad Rafael Landivar, Guatemala, Guatemala.
5. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH). (2018). *Archivo: Boletín Diario Vulcanología*. Obtenido de Guatemala: INSIVUMEH: Boletín Diario Vulcanología.
6. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2015). *Acuerdo Gubernativo Número 281-201: Política Nacional para la Gestión Integral de*

Residuos y Desechos Sólidos. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Guatemala: GIZ,.

7. Quill, I. (24 de agosto 2018). Producción animal [Guatemala: Escuela Nacional Central de Agricultura], Área de Producción Animal. (J. Inglés, Entrevistador).

5. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH). (2018). *Archivo: Boletín Diario Vulcanología*. Obtenido de Guatemala: INSIVUMEH: Boletín Diario Vulcanología.

6. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2015). *Acuerdo Gubernativo Número 281-201: Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, Guatemala: GIZ,.

7. Quill, I. (24 de agosto 2018). Producción animal [Guatemala: Escuela Nacional Central de Agricultura], Área de Producción Animal. (J. Inglés, Entrevistador).

 *Rolando Barrios*

1.9. ANEXOS

1.9.1. Fotografías del área de producción de hortalizas



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 13A. Mangueras agrícolas residuales desechadas a campo abierto.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 14A. Segunda ubicación de mangueras agrícolas residuales desechadas.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 15A. Área de disposición temporal para la degradación de materia orgánica.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 16A. Jaula contenedora de envases de agroquímicos.

1.9.2. Fotografías del área del vivero forestal



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 17A. Disposición temporal de materia orgánica degradada.



CAPITULO II: CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL Y CENTRO DE VENTAS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

2.1. PRESENTACIÓN

La sociedad moderna con su rápido estilo de vida y su crecimiento poblacional, genera grandes cantidades de desechos sólidos, esto sumado a malos hábitos, deficiencias en el manejo de los materiales residuales y los residuos generados por la industrialización, se han convertido en un problema a nivel mundial. En Guatemala se ha estimado que cerca de 11,700,000 t (toneladas) de residuos y desechos sólidos se generan anualmente, según el Perfil ambiental del año 2010 - 2012 por lo que los guatemaltecos somos responsables de velar por los residuos y desechos sólidos que liberamos de manera cotidiana al medio ambiente.

Los principales problemas por desechos sólidos liberados en el medio ambiente son causados por residuos contaminantes que afectan los ecosistemas, algunos de estos efectos pueden ser: la liberación de lixiviados en las capas del suelo, intoxicación de ríos, lagos y otros cuerpos de agua superficiales o la muerte de especies de flora y fauna locales.

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) alarmada por el impacto que puedan ocasionar sus desechos y a la cantidad de personas que hacen uso de sus instalaciones, (aproximadamente 800 individuos generadores divididos en 500 estudiantes y 300 miembros del equipo del personal ENCA) decidió llevar a cabo una investigación en tres de sus áreas de trabajo, esto con el apoyo de la Facultad de Agronomía. Las tres áreas de investigación siguientes: producción de hortalizas, vivero forestal y el centro de ventas (centro de acopio). Para llevar a cabo esta investigación se dividió el trabajo en tres fases, en la primera se obtuvieron datos cualitativos, de la segunda datos cuantitativos y una tercera en la que se proponen medidas para el manejo de los residuos y desechos sólidos encontrados según las necesidades de cada área.

La principal duda que surge para llevar a cabo esta investigación fue si “¿Caracterizar y cuantificar los residuos y desechos sólidos generados por las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas de la ENCA nos ayudará a proponer

soluciones para su futuro manejo?”. Y efectivamente realizar la investigación nos permitió resolver dudas que al principio preocupaban a la ENCA por ejemplo dentro de estas tres áreas de trabajo no existía un registro de las cantidades de desechos generados o el tipo de materiales generados de manera puntual.

Pero luego de llevar a cabo una serie de muestreos y la aplicación de metodologías como el método de cuarteo se descubrió que aproximadamente de manera mensual se generan cerca de 1,771.77 kg de materiales de desecho sin clasificar lo que anualmente se convertiría en 21,261.24 kg de desechos sólidos enviados a vertederos municipales.

También permitió colaborar con ideas nuevas para la correcta segregación de los materiales según sus características físicas ya que por el momento todos estos son enviados a vertederos municipales gracias al servicio de extracción pagado por la ENCA el cual se encuentra a cargo del tren de aseo municipal.

Resultados como estos fueron obtenidos gracias las tres fases realizadas, reconocidas a lo largo de la investigación según las características de los resultados que ofrecieron, a la primera fase se le denominó cualitativa, a la segunda cuantitativa y con la información obtenida de estas dos fases se formuló una tercera llamada fase de propuesta, estas tres fases consistieron en lo siguiente:

La fase cualitativa: la cual consistió en reconocer las áreas de investigación, el acercamiento a las autoridades, los encargados, trabajadores y estudiantes a través de un diagnóstico de campo, el reconocimiento de las áreas de trabajo, la identificación de las áreas de disposición temporal y final de los desechos sólidos para definir las áreas de muestreos y el establecimiento de muestreos para un proceso de segregación de materiales (propuesto en la política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos) en la que se separaron los materiales según su “tipo” según el Acuerdo Gubernativo 281-2015. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015).

La fase cuantitativa: para llevar a cabo esta fase, se establecieron días de muestreos en las zonas destinadas a la disposición temporal de desechos (áreas de recolección de basura destinada para el tren de aseo municipal) dentro de las áreas destinadas a la investigación. Estos muestreos se realizaron durante un mes y se aplicó la metodología propuesta por Montoya en 2012, llamada método de cuarteo para la cuantificación de los distintos materiales de desechos sólidos generados en cada una de las áreas. (Montoya Rendon, Valencia Hurtado, Sánchez Mesa, & Vélez Gonzáles, Valoración de los Residuos Sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como Sistema Alternativo de Aprovechamiento, 2012)

La fase de propuesta: En ella se establecen lineamientos y posibles medidas que pueden realizarse para la reducción de los volúmenes de residuos y desechos generados por las tres áreas investigadas. Esta propuesta toma en cuenta la participación de los principales sectores que conforman la ENCA, que van desde sus autoridades, trabajadores, docentes y alumnos que hacen uso de estas áreas de estudio y trabajo.

Las medidas y lineamientos que permitirían el funcionamiento de esta propuesta, están basados en ejes de manejo de desechos sólidos, estos se fundamentan en las sugerencias de manejo establecidas en el Acuerdo Gubernativo 281-2005, se establecen según las necesidades de los materiales de desecho generados en las áreas, se proponen temas de segregación de desechos desde la fuente, los que deben incluir capacitación en temas de manejo de desechos sólidos para el personal de la ENCA, personal docente y la participación activa de los estudiantes como parte de su formación profesional.

El manejo de los desechos orgánicos por medio de compostaje, el cual busca la participación dinámica de los trabajadores, docentes y estudiantes en el manejo de aboneras que reciban todos los desechos con estas características de las tres áreas de investigación. El manejo de las aboneras estaría a cargo del sector docente, y la participación de los alumnos estaría establecida según su carga académica en cursos específicos relacionados con el tema de cuidado, mejoramiento de suelos y cultivos, como

ecología, edafología, fertilidad de suelos y nutrición vegetal, y el módulo 1 de producción de hortalizas en campo abierto.

Se proponen opciones para el reciclaje, ya que al ser definidas las características físicas del resto de materiales no orgánicos y luego del proceso de segregación, se pueden establecer cuáles serán los materiales que seguirán siendo extraídos por el tren de aseo municipal y cuáles pueden ser separados para el aprovechamiento por medio de empresas recicladoras. Para este caso se propone la negociación con empresas recicladoras de confianza para la extracción gratuita de los materiales reciclables como donación, también se llevó a cabo la investigación de los precios de venta de los materiales de desecho en la actualidad, además de un pequeño presupuesto a invertir en el mejoramiento de las condiciones actuales de las áreas de disposición temporal de los desechos sólidos (casetas, basureros, etc...).

Por lo que podemos concluir que la caracterización y cuantificación de los materiales de desechos sólidos generados por las tres áreas de investigación si ayudó a encontrar nuevas formas aprovechamiento de estos, permitiendo realizar una propuesta para su adecuado manejo y mejorar la manera tradicional en que la ENCA ha manejado sus desechos hasta la actualidad.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

A. Desechos sólidos

Los desechos sólidos son una problemática creciente debido al mal manejo de estos, pero en realidad ¿qué se conoce como un desecho sólido?

Ramírez Estrada (2015) indica que “Los desechos sólidos se definen como cualquier basura, desperdicio o material descartable, sólido o semisólido que una vez utilizado carece de valor para el actual poseedor y se convierten en indeseables.

En el caso de Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) sus áreas de trabajo generan materiales que son descartados y considerados como “desechos” ya que por ahora carecen de algún valor educativo, productivo o comercial.

Otros autores como Say Chaman (2018) describe a los desechos sólidos como “materiales, sustancias o mezclas de estos para los cuales debe ser eliminado o en una disposición final de forma permanente”.

El concepto de desechos sólidos entonces se comprende como cualquier material derivado de las actividades educativas, productivas o comerciales que carecen de un valor para su ente generador, para el caso de la ENCA será cualquier material residual que no utilice, aproveche o le beneficie y sea extraído como “basura” para darle una disposición final permanente en algún vertedero municipal.

B. Residuos sólidos

Para comprender el lenguaje utilizado en el manejo de desechos sólidos también es indispensable explicar otro concepto denominado como residuo sólido, a continuación se presentan los conceptos expresados por varios autores:

Se define a los residuos sólidos, como, cualquier objeto, material, o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega, y que ya no es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. (Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional para Mesoamérica, Costa Rica (UICN), 2009)

Un residuo por otro lado es todo aquel resto resultante de actividades humanas, considerados por los generadores como inútiles, desechados en estado sólido, semisólido o semilíquido, pero que conservan propiedades alternativas como materia prima para otros potenciales usos. (Say Chamán, 2018)

Por lo que un residuo sólido será todo aquel material desechado por una fuente que ya no lo necesita, pero que puede ser aprovechado para generar materia prima por terceros.

C. Basura

El concepto que se tiene de basura es cualquier objeto que no sea de utilidad para el dueño y que al cumplir el objeto para el que fue destinado es desechado al medio ambiente sin algún tipo de manejo, provocando algún impacto negativo sobre el medio ambiente.

Varios autores indican que la basura no es más que: “Los desperdicios provocados por las actividades humanas, producidos por el manejo inadecuado de los desechos o residuos

sólidos que genera alteraciones del ambiente. La basura afecta a la salud humana, huele mal y facilita la proliferación de animales perjudiciales para el ser humano.” (Flores Prado, Muñoz Reyes, López Vivar, Roldán Girón, & Toro Frederikc, 2014)

D. Segregación desde la fuente y la clasificación de los desechos sólidos

Los desechos sólidos o comúnmente denominados “basura” en Guatemala, en la mayoría de ocasiones se encuentran liberados en el ambiente ocasionando impactos negativos en los ecosistemas locales, cuando se proporciona manejo usualmente son apilados en vertederos clandestinos o municipales.

Para trabajar de manera efectiva con los residuos y desechos sólidos, es necesario identificarlos. Para ello es útil separar los materiales según sus características, por lo que se recomienda separar cada uno de ellos según sus cualidades físicas, por lo que se denominará como método cualitativo de segregación de desechos sólidos.

La segregación de los desechos sólidos de manera cualitativa ayudará a separar cada uno de los materiales de desecho que no tienen ningún valor de los residuos que tengan la opción de ser aprovechados de alguna manera como puede ser la opción de reciclaje, reutilización o reducción de estos.

E. Desechos según su composición

Los desechos sólidos según la Organización Mundial Para La Salud (OMS), puede clasificarse según sus características naturales o cualidades por lo que se van a segregar de la siguiente manera:

a. Desechos orgánicos

De origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

Son residuos que se descomponen naturalmente, por procesos químicos naturales, presentan la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica de interés para el aporte de nutrientes al suelo y a las plantas. (Alvarez, 2005)

b. Desechos inorgánicos

De origen no biológico, industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc.

Es todo desecho de origen no biológico, es decir, de origen industrial o algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, duroport, etc. (Say, 2008)

Son las basuras que producimos diariamente en nuestras casas, tiendas, oficinas, mercados, restaurantes, calles, etc. También las fábricas producen algunos los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), particularmente en las oficinas, almacenes o comedores (papel, cartón, envases y restos de alimentos. (Say Chamán, 2018)

c. Desechos peligrosos o irrecuperables

Ya sea de origen biológico o no; y que constituye un peligro potencial, por lo cual deben ser tratados de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc. (Organizacion Panamericana para la Salud, OPS, 2018)

Son los producidos en procesos industriales y que deben ser gestionados de forma especial. En nuestras casas también tenemos este tipo de residuos (lejía, pinturas, aerosoles, disolventes, pilas...). Se considera residuo tóxico peligroso tanto la sustancia como el recipiente que lo ha contenido.

Otros residuos son aquellos que producimos en actividades industriales o de construcción y que no son tóxicos ni RSU, es decir, no experimentan transformaciones físico- químicas o biológicas una vez vertidos (escombros, embalajes, escorias, etc.) (Say Chamán, 2018)

F. Desechos según su origen

Algunos autores también indican que los desechos sólidos pueden clasificarse según la fuente de su origen antropogénico, por lo que clasifican los desechos sólidos de la siguiente manera:

a. Desechos domiciliarios

Proveniente de los hogares y/o comunidades.

b. Desechos industriales

Su origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima.

c. Desechos hospitalarios

Son catalogados por lo general como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos.

d. Desechos comerciales

Provenientes de ferias, oficinas, tiendas, etc., y cuya composición es orgánica, tales como restos de frutas, verduras, cartones, papeles, etc.

e. Desechos urbanos

Correspondiente a las poblaciones, como desechos de parques y jardines, mobiliario urbano inservible, etc. (Flores Prado, Muñoz Reyes, López Vivar, Roldán Girón, & Toro Frederikc, 2014)

G. Contaminación

Se define según el acuerdo gubernativo 281-2015 conocido como la “Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos” la contaminación no es más que la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015)

H. Relleno sanitario

Esta política también define que un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se pretenden tomar múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015)

I. Reciclaje

Algo que resulta indispensable en el manejo de desechos sólidos es la disposición final que se le darán a los residuos de desecho con los que se trabajan, por lo que en Guatemala se proponen diferentes procesos de reciclaje de materiales como respuesta a la problemática de contaminación por residuos sólidos, por lo que a continuación se define lo que es el reciclaje según el acuerdo gubernativo 281-2015 de Guatemala:

El proceso de reciclaje es todo aquel donde las materias primas que componen los materiales que usamos en la vida diaria de manera cotidiana como el papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., una vez terminados su ciclo de vida útil, se transforman de nuevo en nuevos materiales. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015)

a. El ciclo integral del manejo de desechos sólidos y la cultura de las 3R

Es importante tener en cuenta que para el manejo de desechos sólidos se requiere de un compromiso por parte del factor antropogénico para que funcione correctamente el proceso de un ciclo integral, principalmente el ciclo se compone de los siguientes pasos según el acuerdo gubernativo 281-2015: (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015)

b. Generación

Es la actividad que comprende la producción de residuos.

c. Disposición inicial

Es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos. La disposición inicial puede ser general (sin clasificación y separación de residuos) o selectiva (con clasificación y separación de residuos a cargo del generador).

d. Recolección

Es el conjunto de acciones que comprende el acopio, carga y transporte de los residuos en los vehículos recolectores. La recolección puede ser general (sin discriminar los distintos tipos de residuo) o diferenciada (discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valoración posterior).

En Guatemala las municipalidades están a cargo del mantenimiento de la higiene urbana, lo que incluye el barrido de la vía pública y la recolección de los residuos domiciliarios.

e. Transferencia

Comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de residuos para su transporte.

f. Transporte

Comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.

g. Tratamiento

Comprende el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos. Se entiende por acondicionamiento a las operaciones realizadas a fin de adecuar los residuos para su valorización o disposición final. Se entiende por valorización a todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, mediante el reciclaje en sus formas físicos, químicos, mecánicos o biológicos, y la reutilización.

h. Disposición final

Comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de tratamiento adoptados. Asimismo, quedan comprendidas en esta etapa las actividades propias de la clausura de los centros de disposición final.

Según el acuerdo gubernativo 281-2015 las tres R del reciclaje representan lo siguiente:

- ✓ Primera R: para “reducir” el cual hace referencia a la reducción del consumo por parte del factor antropogénico.
- ✓ Segunda R: para “reutilizar”, como segundo paso queda la opción más creativa, la de plantearse para qué se puede reutilizar un desecho, quizá es la más compleja debido a que requiere del criterio de cada individuo para definir el nuevo uso que se le asignará a cada material. Este paso debe darse antes de decidir si se puede reciclar o no un material.

- ✓ Tercera R: para “reciclar”, el reciclaje es la tercera opción debido a que es el último paso luego de reducir el consumo y de encontrar alternativas de reutilización de materiales, el reciclaje requiere de materiales que tengan ciertas características que permitan el proceso debido a que los materiales no son infinitamente reciclables. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN), 2015)

J. Aprovechamiento

Según Pico Pérez (2015) El aprovechamiento tiene como objetivo la recuperación de materiales, preferiblemente en el sitio de origen, a fin de disminuir el volumen de residuos por manejar y lograr un beneficio económico. Aquí se incluye la separación de materiales que pueden ser utilizados directamente sin cambiar su forma o función básica (reúso) o para ser incorporados a procesos industriales como materia prima y ser transformados en nuevos productos de composición semejante (reciclaje).

Por lo que entenderemos como aprovechamiento a obtener materiales de desecho derivados de la segregación que nos permitan obtener algún beneficio para la institución.

K. Desechos sólidos en Guatemala

a. Realidad nacional

Guatemala es un país rico en costumbres y tradiciones, muchas de ellas positivas, que enriquecen al país culturalmente, pero también tiene costumbres que dada su naturaleza tienden a ser nocivas para la salud de muchas personas además de causar impactos negativos para el medio ambiente.

Estas “malas costumbres” no son más que técnicas incorrectas que utilizan muchos guatemaltecos para dar manejo a la gran mayoría de recursos que tienen a su disposición,

entre las malas técnicas que mencionamos se encuentra el mal manejo en los residuos y desechos sólidos.

Un ejemplo de estas malas prácticas es que en el pasado se acostumbraba arrojar los desechos de las viviendas a cuerpos de agua para ser llevados por la corriente.

Estas acciones no eran percibidas como dañinas debido a que no habían perjuicios notables que afectaran a personas en ese momento, pero debido al crecimiento en la población, además del crecimiento en las grandes industrias, el tema de los desechos sólidos se ha convertido en una problemática real y de preocupación para el medio ambiente.

b. Estimaciones nacionales

Según estimaciones publicadas en el Perfil ambiental del año 2010 - 2012 se generaban aproximadamente 11,700,000 t (toneladas) de residuos y desechos sólidos al año en Guatemala.

Esto indicaría que cerca de 32,500 t de desechos sólidos son generados diariamente derivados de actividades antropogénicas en toda la república, el perfil ambiental también indica que actividades antropogénicas dentro del país causa un impacto bastante amplio al medio ambiente los cuales se expresarán en los efectos secundarios más adelante.

Otra problemática que se menciona sobre los desechos sólidos son los basureros clandestinos que al ser tomados en cuenta en la sumatoria de desechos, se calcula que anualmente cerca de 1,010,638 t desechos y residuos sólidos son depositados en áreas ilegales que ponen en peligro los diferentes ecosistemas, la flora y fauna además de la salud humana. (Universidad Rafael Landivar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2012)

c. Efectos secundarios

Esta situación resulta alarmante para Guatemala, debido a que estas cantidades de residuos y desechos sólidos pueden causar una serie de efectos secundarios de gravedad afectando directamente el entorno en el que habitan todos los seres vivos.

Estos efectos en su mayoría graves para la vida pueden afectar directamente la dinámica ecológica de la flora y fauna local ya que la contaminación puede llegar a nivel de los mantos freáticos y cuerpos de agua superficiales por medio de los lixiviados producidos por la descomposición de los materiales desechados en áreas incorrectas.

Esto amenazaría directamente el recurso hídrico como tal y a especies dependientes de él, como animales salvajes, de pastoreo, o los mismos humanos. (IARNA, 2012)

Los seres vivos también pueden verse afectados ya que la acumulación de residuos pueden ser detonantes para la destrucción de sus hábitat naturales ya que la acumulación de estos puede afectar la dinámica de reproducción, migración o alimentación de la flora y fauna lo que pondría en riesgo su supervivencia, esto directamente podría llevar a una reducción de las especies o a su extinción definitiva. (IARNA, 2012)

Otro efecto secundario proveniente de la acumulación de desechos sólidos, es la emisión de gases, ya que producto de la descomposición de la mezcla de desechos y residuos se generan gases de efecto invernadero y malos olores, que pueden afectar al ambiente y a la salud humana ya que atraen vectores que pueden ser fuentes de posibles enfermedades. (IARNA, 2012)

Así como estos ejemplos podemos encontrar muchos más al profundizar en esta problemática nacional, por lo que resulta de mucha utilidad la investigación en el campo de los desechos sólidos.

L. Desechos sólidos a nivel local (a nivel municipal)

Al referirnos a nivel local, hablamos de la ubicación del área de investigación y sus referencias en el tema del manejo de desechos sólidos que existen en el lugar, los responsables de llevar a cabo estas tareas de recolección, transporte, disposición final de desechos, la información legal existente, sus autoridades competentes y los datos que puedan ayudar a definir la situación actual en el área.

La ENCA que es la institución donde se llevará a cabo la investigación se encuentra ubicada en el municipio de Villa Nueva, su máxima autoridad es la municipalidad local que lleva el mismo nombre, municipalidad de Villa Nueva.

Esta autoridad es la encargada de velar por las leyes ambientales y por ende la encargada en el manejo de los residuos y desechos sólidos. Para el cumplimiento de esta tarea existe la “Dirección de servicios públicos” que se especializa en proporcionar los diferentes servicios de mantenimiento, ornato, limpieza, extracción y de la recolección de residuos y desechos sólidos.

Esta oficina reporta a la municipalidad cerca de 65 t de “basura” al día, estos desechos y residuos sólidos son llevados al relleno sanitario del kilómetro 22.5 de la carretera CA-9, esta cantidad en promedio indicaría que 23,400 t de desechos sólidos generados por el municipio de Villa Nueva anualmente. (De León, 2018)

a. Marco legal municipal

Este proceso realizado por la municipalidad obedece a las leyes que rigen el territorio guatemalteco que se encarga de regular y velar por el bienestar ambiental y social de la población, y su marco legal lo dictan leyes establecidas en la constitución de la República de Guatemala, el código municipal (decreto 12-2002), la política nacional para el manejo

integral de los residuos y desechos sólidos, el código de salud (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Los principales artículos que atribuyen esta responsabilidad a la municipalidad como encargada de velar por el manejo de desechos sólidos son indicados en la Constitución Política de la República de Guatemala en su artículo número 97, el cual define lo siguiente:

“Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

El cual ordena al estado y a sus municipalidades encargarse de velar por el bienestar de los recursos ante cualquier tipo de actividad antropogénica que cause impactos nocivos en la ecología y ponga en peligro al medio ambiente.

Las municipalidades como máximas autoridades dentro de sus municipios también obedecen las leyes establecidas en el Código Municipal (Congreso de la República de Guatemala, 2002) que reitera la responsabilidad de ellas con el medio ambiente y en su artículo 68 inciso A, refiere a la municipalidad como la encargada de la recolección y tratamiento de los desechos sólidos generados por la población dentro de su circunscripción territorial, por lo que la municipalidad de Villanueva atendiendo a esta responsabilidad presta el servicio de tren de aseo para la recolección de residuos y desechos sólidos en casas, empresas, escuelas y mercados.

El Código de salud, decreto 90 -97 faculta a las municipalidades como las encargadas de prestar servicios de recolección y extracción de desechos sólidos, esto lo indica en su artículo 102 el cual dice lo siguiente:

ARTÍCULO 102. Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables.

Las municipalidades podrán utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado.

De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en el plazo estipulado. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Bajo estos lineamientos la municipalidad le presta a la Escuela Nacional Central (ENCA) de Agricultura los servicios de recolección de desechos sólidos a través un camión recolector que realiza sus rondas los días lunes, miércoles y viernes.

M. La ENCA y los desechos sólidos

La Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA–, se encuentra ubicada dentro de la circunscripción territorial del municipio de Villa Nueva, en el kilómetro 17.5 de la carretera a Bárcenas, es una institución educativa y su principal objetivo es formar profesionales en ciencias agrícolas y forestales a nivel de carrera media.

La ENCA es un centro de estudios que trabaja 7 días a la semana ya que funciona como un centro educativo con servicio de internado, cuentan con cinco días de labores docentes, y siete días de vivienda para albergar a 490 estudiantes internos.

Este centro educativo cuenta con un personal de 350 personas que mantienen la limpieza, el ornato, las labores académicas y las labores administrativas para su funcionamiento, realizando la sumatoria de personas que se benefician de los servicios de esta entidad y los que laboran para mantenerla obtenemos un total de 840 personas generadoras de desechos sólidos.

Como entidad educativa, y responsable de este número de personas, la institución adquiere responsabilidades ambientales por la naturaleza de los servicios que ofrece, por lo que sus normas ambientales obedecen las leyes constitucionales y municipales anteriormente mencionadas además de respaldarse por el código de salud (Decreto 90-97) por la seguridad y bienestar de las personas.

A continuación se presenta el marco legal atendido por el código de salud, decreto 90-97 que respaldan la investigación de la caracterización y cuantificación de los desechos sólidos que se pretende realizar:

“ARTICULO 103. Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o se acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Por lo que la ENCA se favorece del servicio de recolección prestado por el tren de aseo municipal de villa nueva para la extracción sus desechos sólidos.

Por su extensión territorial y espacios abiertos naturales, también obedece al siguiente artículo:

“ARTÍCULO 105. Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores no de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.” Por lo que personal de mantenimiento interno se encarga de mantener la limpieza de las áreas y de la extracción de materiales considerados de “desecho” según el caso de las diferentes áreas de trabajo interno. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

La ENCA por ser una institución que ofrece el servicio de vivienda interna para los estudiantes también se encarga de velar por la salud de ellos, por lo cual en la parte de los edificios centrales cuenta con una clínica médica, según el Código de salud, en su artículo número 106 define lo siguiente:

“ARTICULO 106. Desechos hospitalarios. Los hospitales públicos y privados que por su naturaleza emplean o desechan materiales orgánicos o sustancias tóxicas, radiactivas o capaces de diseminar elementos patógenos, y los desechos que se producen en las actividades normales del establecimiento, solo podrán almacenar y eliminar esos desechos en los lugares y en la forma que lo estipulen las normas que sean elaboradas por el Ministerio de Salud. Los hospitales quedan obligados a instalar incineradores para el manejo y disposición final de los desechos, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas en el reglamento respectivo.” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Por lo que la ENCA tiene un convenio con una empresa especializada para la extracción de todos sus desechos médicos hospitalarios para cumplir con el artículo antes citado.

Como se puede observar la ENCA se responsabiliza de sus desechos sólidos dándoles un manejo residuos y desechos sólidos tradicional basado en lo que establece la ley nacional

y municipal, pero se encuentra preocupada por temas que puedan tener consecuencias negativas al medio ambiente debido a actividades más específicas que por sus características encajan en otros artículos que trata el código de salud (decreto 90-97) y se teme que en el futuro puedan causar problemas, las áreas que encajan dentro del código de salud son tres: El centro de ventas, vivero forestal y el área de producción de hortalizas, los cuales encajan en dos artículos de este los cuales son los siguientes:

“ARTICULO 107. Desechos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la municipalidad correspondiente dictaminaran sobre la base del reglamento específico sobre esta materia.” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

“ARTICULO 108. Desechos sólidos de las empresas agropecuarias. Los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan, a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas.” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

Una vez fundamentada legalmente la investigación, pasamos a conocer más sobre la institución ya que debemos conocer el área en la que se llevarán a cabo los procesos de

2.2.2. Marco referencial

A. Ubicación de la ENCA

En la figura 1 se presenta la ubicación de la Escuela Nacional Central de agricultura – ENCA– se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas dentro de la circunscripción municipal de villa nueva:

✓ Localización geográfica

A una latitud y longitud de:

14°31'15" L N. a 90°38'18" L W.

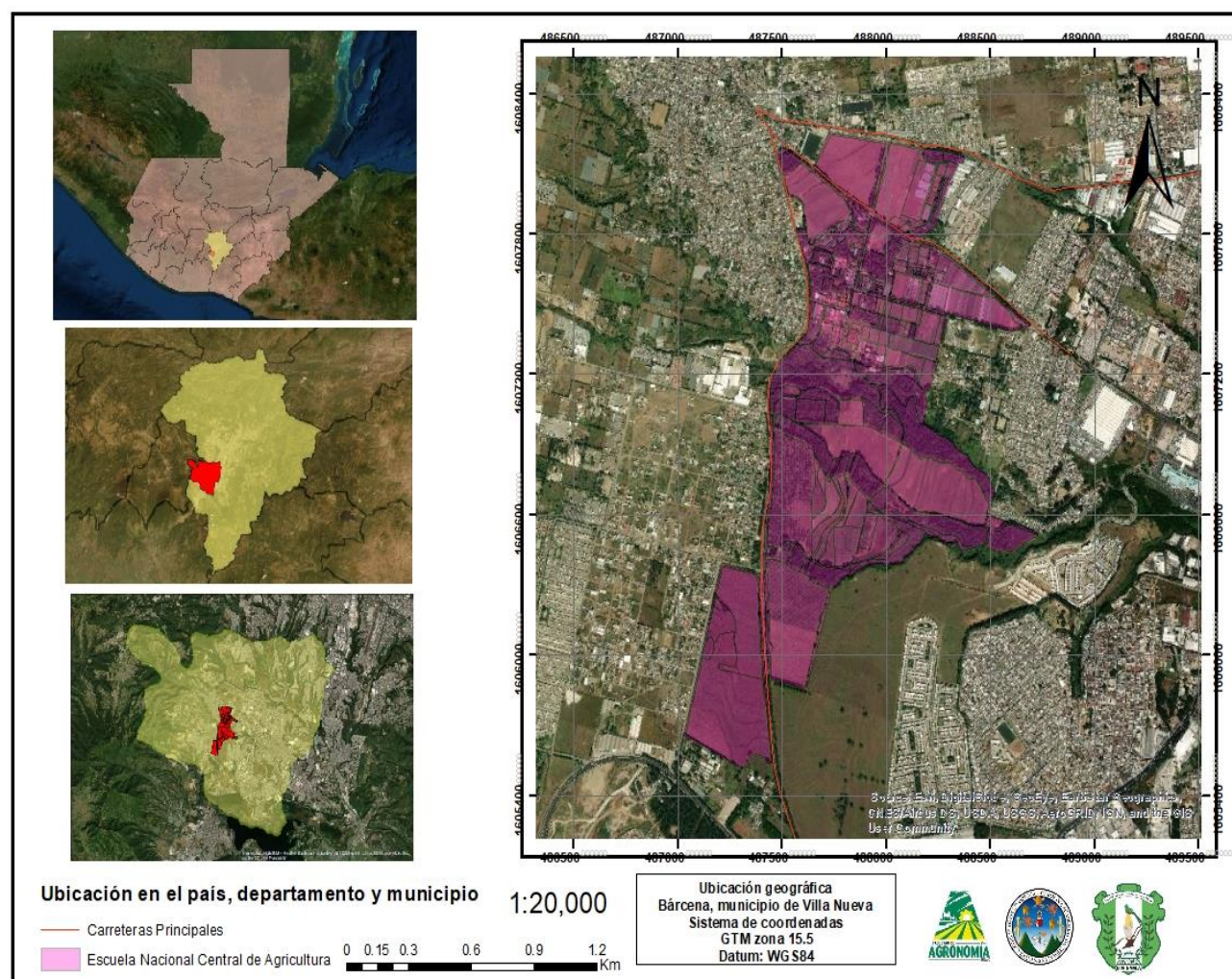
14°32'30" L N. a 90°38'35" LW.

Se ubica a una altura de 1,440 m s.n.m. Al sur del departamento de Guatemala, en la finca Bárcena, municipio de Villa Nueva.

En la figura 18 se muestra su principal ruta de acceso es a través de la carretera RD-16 la cual se dirige a la aldea Bárcena la cual se encuentra conectada con la carretera principal CA-9 en dirección al Pacífico sur. (Herrera Herrera, 2009)

B. Zonas de vida

Según el sistema de clasificación presentado por IARNA (2018) para las zonas de vida de Guatemala, La Escuela Nacional de Agricultura se encuentra ubicada dentro del bosque subtropical templado, con bosques de vegetación latifoliada predominante, de una pluviosidad similar a la de los bosques tropicales.



Fuente: elaborado en base a Google Earth, 2018.

Figura 18. Localización Geográfica de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

C. Precipitación pluvial

Según datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), la cantidad en milímetros de precipitación promedia anual va de 760mm a 1,130 mm por año. (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH), 2018)

D. Temperatura anual

La temperatura media anual en las inmediaciones de la finca Bárcena, Oscila entre 14 °C y 16 °C anualmente. INSIVUMEH (2018)

E. Altitud

La finca Bárcena ubicada en el municipio de Villa Nueva se encuentra a una altitud de: 1,406 m s.n.m, colindando con el río plátanitos el cual se encuentra hasta 1,485 m s.n.m Oeste, mientras que en las instalaciones administrativas de la escuela se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1,445 m. (Herrera Herrera, 2009)

F. Geología del suelo

La Escuela Nacional Central de Agricultura se encuentra ubicada sobre suelos del subgrupo B en la altiplanicie central de Guatemala conformados por suelos volcánicos característicos por poseer profundidad y texturas arenosas, arenosas-francas, franco arcillo-arenosas, según el mapa geológico son suelos desarrollados en la era cuaternaria de cubiertas de pómez. (Herrera Herrera, 2009)

G. Fisiografía

Según datos obtenidos con base a la clasificación fisiográfica-geomorfológica, la ENCA se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Tierras Altas Volcánicas, influenciado por el talud del cauce del río Platanitos donde se pueden encontrar áreas como pie de monte y terrazas aluviales.

Según Herrera (2009), la Escuela Nacional Central de Agricultura está ubicada en la región fisiográfica de las Tierras Altas delimitada por la pendiente volcánica reciente y las tierras altas cristalinas, caracterizada por sus montañas y volcanes considerados los más altos del país, conformados por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, compuestas por materiales como el basalto y riodacita. Se le conoce al área como región del altiplano.

H. Agua

La Escuela Nacional Central de Agricultura abastece sus instalaciones con agua proveniente de pozos de la institución la cual es utilizada en los servicios internos de la institución como son los baños, piscina, comedor, talleres, laboratorios y área de cultivos. (Herrera Herrera, 2009)

I. Fauna

Dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura habitan varias especies animales vertebradas e invertebradas que pueden agruparse en dos grupos para diferenciarse como domésticos y silvestres, en el caso de animales domésticos muchos son de uso pecuario o de algún tipo de manejo para el aprovechamiento de su carne como por ejemplo ganado bovino (*Bos Taurus*), cerdos (*Sus scrofa domesticus*), gallinas (*Gallus*

gallus domesticus) y algunas especies silvestres como los zanates (*Quiscalus quiscula*), zopilotes (*Coragyps atratus*) entre otros. (Quill, 2018)

J. Flora

La flora presente en la escuela nacional de agricultura tiene una gran variedad, estas se encuentran distribuidas según el uso y manejo que tienen, su clasificación es la siguiente: producción de hortalizas, como maíz (*Zea maíz*), tomate (*Solanun lycopersicum*), chile pimiento (*Capsicum annum*), árboles frutales, como aguacate (*Persea americana*, limón (*Citrus vulgaris*), árboles forestales como pino ocote (*Pinnus oocarpa*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), ornamentales como ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), crotos (*Codiaeum varegatum*) y pastos o hierbas comunes como la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). (Herrera Herrera, 2009)

2.2.3. Actividades económicas, productivas e industriales

Las áreas seleccionadas para realizar la investigación dentro de la ENCA son cuatro, el área de producción de hortalizas, el vivero forestal y el centro de acopio también llamado centro de ventas.

A continuación se describirán las actividades económicas y de producción realizadas en cada una de ellas para tener un panorama de las posibles fuentes generadoras de desechos sólidos de interés para la investigación:

A. Actividades del área de producción de hortalizas

Las principales actividades del área de producción de hortalizas varían según la necesidad de la institución, básicamente se encarga de dos cosas que son sus ejes principales.

Del primero se encargan los docentes, se basa en la enseñanza y supervisión de los estudiantes dedicados a labrar la tierra acompañados de teoría técnica profesional supervisados por docentes capacitados encargados de educar en temas de producción vegetal, de este eje se derivan experimentos con plantas y actividades científicas.

El segundo se encarga de velar por la producción de las hortalizas preparadas por los estudiantes y trabajadores, ya que por medio de esta agricultura abastecen de alimento a las áreas encargadas de alimentación de los estudiantes y animales de la granja.

Ambos ejes trabajan un enfoque de carácter industrial ya que en los diferentes procesos en el manejo de los cultivos se realizan aplicaciones de agroquímicos, mecanización del suelo y la implementación de sistemas de riegos para los suelos.

Esta área de producción se encarga de abastecer también al centro de ventas, lo que se considera como una actividad económica, gracias a esta experiencia los estudiantes pueden financiar proyectos estudiantiles a través de la comercialización de los productos generados en el área que no son utilizados para abastecer la alimentación de los estudiantes, las ganancias son meramente representativas y reinvertidas en la institución.

B. Actividades del área de vivero forestal

El vivero forestal es el encargado de la reproducción de plántulas de una gran variedad de especies forestales utilizadas por los alumnos para experimentación, reproducción, reforestación y comercialización.

Algunos ejemplos de las plántulas que se manejan en el vivero forestal se presentan a continuación, cabe resaltar que son variables dependiendo los experimentos y las temporadas del año:

Pino Ocote (*Pinnus oocarpa*), Cedro (*Cedrella* sp.), Eucalipto (*Eucalyptus* sp.), Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Llama del bosque (*Spathodea campanulata*), entre otras especies.

La mayoría, se utilizan para módulos estudiantiles de la carrera de Perito Forestal, personal de la ENCA y alumnos se encargan diariamente del mantenimiento de las plántulas.

En ocasiones al ser plantas muy jóvenes son atacadas por diferentes plagas, estas plantas son aprovechadas por el sector docente para realizar laboratorios de enfermedades.

La mayor actividad industrial presente en el área es la implementación de sistemas de riego por goteo y aspersores.

La principal actividad comercial, se produce por la venta de especímenes de plántulas jóvenes producidas por los alumnos para el público en general, estos son producto de los módulos de aprendizaje de los estudiantes.

C. Actividades del área del centro de ventas

También denominado “Centro de Acopio” es el lugar destinado para llevar a cabo actividades de carácter comercial, ya que en este lugar se realiza la comercialización de los diferentes productos elaborados por los estudiantes, que van desde hortalizas, leche,

huevos todos provenientes de las granjas y áreas de producción, hasta los productos realizados en sus módulos de agroindustria. No se llevan a cabo actividades industriales, a excepción de la movilización de productos de un área de producción a sus instalaciones.

D. Naturaleza del proyecto a realizarse

Se llevará a cabo una investigación en las áreas del vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas, esta investigación tiene por objetivo averiguar qué tipo de residuos y desechos sólidos se están generando en estas áreas que sean derivados de sus actividades diarias, se desea averiguar también las cantidades de estos materiales para establecer qué hacer con ellos utilizando metodologías modernas para su manejo.

La investigación a realizarse llevará por nombre el siguiente:

“Caracterización y propuesta de un plan de manejo de desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas, vivero Forestal y centro de ventas de la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA– Finca Bárcena, Villa Nueva.”

Lo que en resumen consistirá en segregar cada uno de los materiales encontrados en las áreas de disposición de desechos sólidos temporales como lo son vertederos, depósitos de basura, o zonas destinadas para desechos y residuos según sean sus características físicas para determinar las variedades de materiales que puedan estar siendo generados.

Se llevará a cabo un aforo para determinar de manera cuantitativa el peso especificado por el sistema internacional, de cada uno de estos materiales para establecer las cantidades en peso de cada uno de ellos por separado.

Se llevará a cabo una propuesta para darle manejo a los residuos y desechos sólidos encontrados en el lugar, que tomará en cuenta los siguientes puntos:

a. Materiales aprovechables

Se plantearán estrategias de reciclaje según las cantidades de materiales encontrados que posean características adecuadas para ser utilizados nuevamente como materia prima.

b. Materiales orgánicos

Se plantearán estrategias para mejorar el manejo de los residuos orgánicos derivados de las cosechas, experimentación fallida, caducidad, a través de metodologías de degradación de la materia y aprovechamiento de la descomposición orgánica natural.

d. Labor de docente

Se propondrá la integración del manejo de los residuos y desechos sólidos en el pensum de estudios de las carreras, con la finalidad de involucrar a los estudiantes en buenas prácticas ambientales y responsabilidades en el manejo de los residuos generados por sus actividades.

e. Caracterización y cuantificación

Por medio de estos métodos se identificarán los materiales de desecho generados por área y las cantidades para verificar si es viable el aprovechamiento de estos.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Proponer un plan de manejo de residuos y desechos sólidos de las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y el centro de ventas de la ENCA.

2.3.2. Objetivo específicos

1. Identificar de forma cualitativa los tipos de materiales de desecho generados para segregarlos y categorizarlos a través de visitas de campo, formularios ambientales, la ubicación e inspección directa de las zonas de disposición temporal o final de residuos, dentro de las áreas de investigación.
2. Determinar el peso de los materiales generados dentro de las áreas de estudio de forma mensual y anual por medio de segregación de residuos combinados con los muestreos basados en el método de cuarteo para definir sus posibles tratamientos.
3. Plantear mejoras a las condiciones físicas de las áreas de disposición temporal o final de los diferentes materiales de desecho, que involucre a los alumnos, personal y a las autoridades de la ENCA en temas de reciclaje, compostaje además de educación ambiental que promuevan el aprovechamiento de los materiales de desecho generados por las áreas de estudio.

2.4. METODOLOGÍA

Para poder cumplir con la pregunta de investigación, esta se dividió en tres fases, estas permitieron la elaboración paso a paso de la investigación desde un punto inicial de recopilación de datos hasta la elaboración de una propuesta.

La primera fue la de identificar los diferentes materiales que se están generando como desechos en cada una de las áreas de interés (en este caso serán las de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas) a esta fase le llamaremos fase cualitativa.

La segunda fase tenía por objetivo establecer que cantidades de cada uno de los materiales de desecho son generados, para ello estableció el peso de cada uno de ellos.

Y la tercera fase se encargó de indicar el que hacer con estos materiales. Por lo que se estableció una propuesta para el manejo de los residuos y desechos sólidos de cada una de las áreas.

A continuación se presentarán los pasos realizados en cada una de estas tres fases:

2.4.1. Primera fase de la investigación (fase cualitativa)

Esta fase se denomina fase cualitativa, en ella se determinó a través de una caracterización física de la información descriptiva de cada uno de los materiales generados en las áreas de investigación.

Se describieron los diferentes materiales según los tipos descritos en el acuerdo gubernativo No. 111-2005 por lo que se dividieron en papel, textiles, envases, plástico y orgánicos, para lo cual se realizaron dos formularios para la evaluación y el levantamiento directo dentro de cada área de investigación.

A continuación se detallará paso a paso cada uno de los requerimientos realizados que permitieron llevar a cabo esta tarea:

A. Preparación de la fase cualitativa

El personal encargado del manejo de los desechos sólidos es variable, muchos empleados de limpieza y mantenimiento no se encuentran en planilla, al ser plazas por contrato, en muchas ocasiones son rotados para cubrir varias áreas a la vez.

Por esta razón se decidió elaborar una serie de preguntas durante la visita de campo a las personas que se encuentran todo el tiempo a cargo de cada una de las áreas, con la finalidad de levantar información primaria desde la fuente.

Para los cuestionamientos, se prepararon dos formularios basados en los de evaluaciones ambientales iniciales empleados por el MARN para identificar el tipo de manejo que se le dan a los desechos sólidos, el tipo de materiales generados, las cantidades de estos y la seguridad de los empleados para estas labores.

Los cuestionamientos planteados se realizarán a cada uno de los encargados de área, los cuestionamientos a realizarse se presentan a continuación identificados como formularios A para los encargados de área y B para las observaciones del técnico.

Formulario “A” de entrevista

1) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?

NO

SI/especifique

2) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?

Papel

cartón

Vidrio

Orgánico

Plástico

3) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?

NO

SI/especifique

4) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?

- 5) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?
- 6) ¿Hay actividades para reducir el volumen de los desechos que generan sus áreas de trabajo?
- NO SI/ ¿De qué tipo?

Formulario "B" técnico

- 1) ¿Existe algún tipo de manejo?
- 2) ¿Cantidad de desechos sólidos que maneja en el área?
- 3) ¿Métodos utilizados para cuantificar desechos sólidos?
- 4) ¿Existe un tren de aseo, cada cuanto pasa?
- 5) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?
- Papel cartón Vidrio Orgánico plástico
- 6) ¿Manejo de desechos peligrosos?
- 7) ¿Zonas específicas de disposición temporal o final?
- 8) ¿Métodos para la reducción de volumen de residuos del lugar?

B. Fase de visita de campo

Para establecer los métodos que se utilizan en las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y el centro de ventas para el manejo de sus residuos y desechos sólidos dándole seguimiento a la metodología del inciso 4.1.1, se llevará a cabo una visita de campo dedicada al levantamiento de información primaria que pueda proporcionar cada uno de los encargados de área seguido de las observaciones del técnico investigador.

Cada uno de los cuestionamientos y observaciones encontradas por el técnico serán importantes ya que esta visita tiene como finalidad, el levantamiento de información cualitativa de manera directa en cada una de las áreas de investigación.

C. Fase de análisis de datos cualitativos obtenidos de la entrevista de campo

Luego de obtenidas las respuestas de los cuestionamientos realizados en la vista de campo, se digitalizarán los resultados esto con la finalidad de obtener una base de datos inicial para comenzar a realizar la clasificación cualitativa de los materiales de desecho generados por área.

Deberán aplicarse los criterios propuestos en el No.281-2015 Acuerdo Gubernativo (MARN Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, para la clasificación cualitativa de los materiales de desecho encontrados en cada una de las áreas, esto con la finalidad de obtener las bases para la correcta segregación de los desechos generados en las áreas de estudio según sus características físicas.

D. Ubicación temporal de los residuos y desechos sólidos de la ENCA

Para el establecimiento de las zonas destinadas para la disposición temporal o final de los desechos sólidos dentro de las áreas de investigación, se realizó una colecta de puntos GPS para ubicarlos geográficamente y poder distribuirlas dentro de un mapa digital.

Se tomaron en cuenta todas las áreas de la ENCA incluidas nuestras tres áreas de interés, se siguieron los siguientes pasos para la ubicación de puntos geográficos:

Se recorrieron las diferentes áreas de investigación para conseguir el levantamiento de coordenadas GPS datum WGS84 esto con la finalidad de ubicar cada una de las áreas de investigación para el archivo digital de la ENCA.

Fueron colectados los puntos GPS de cada vertedero o área de disposición temporal de los desechos dentro de las áreas

Se digitalizó la información para la elaboración de capas (shapes) para la elaboración de un mapa de ubicación de los vertederos y áreas de disposición temporal de los residuos y desechos sólidos dispuestos en las áreas de investigación.

Esta actividad se realizó con la finalidad de localizar cada una de estas áreas de disposición de desechos para establecer una ronda de muestreo semanal para las fases cualitativas y cuantitativas de la investigación.

E. Caracterización cualitativa de los residuos y desechos sólidos

Esta metodología se utilizó para definir en concreto los tipos de materiales de desecho generados en cada una de las áreas de investigación.

Se aplicaron las disposiciones del Acuerdo Gubernativo No. 281-2015 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, para la segregación de los desechos dentro del territorio nacional, esto permitió identificar cada material de desecho según sus características cualitativas, esto permitirá su posterior segregación.

Este acuerdo gubernativo indica la manera ideal de separar los desechos sólidos según sus características físicas, además de proporcionar el tipo de manejo adecuado para su reutilización, reciclaje o disposición final dentro del territorio guatemalteco.

Para llevar a cabo la segregación de los desechos según sus características físicas se realizaron rondas semanales de muestreo los días domingo, martes y jueves con la finalidad de levantar datos representativos de los desechos acumulados hasta un día previo a la extracción por el tren de aseo municipal.

A continuación se describirá esta metodología realizada en cada una de las áreas mostrando los materiales encontrados:

F. Muestreo cualitativo en el área de producción de hortalizas

Debido a las características del área de investigación, se aplicó la segregación establecida por el acuerdo gubernativo 111-2005 Política nacional para el manejo integral de los desechos sólidos los criterios utilizados para la clasificación son los siguientes:

- ✓ Desechos sólidos orgánicos: por las cantidades de materiales de desecho generados luego de las cosechas de cultivos agrícolas por temporadas.
- ✓ Desechos sólidos generales: papel y cartón encontrados en el área.
- ✓ Desechos pétreos: para escombros y desechos de tablas.
- ✓ Desechos peligrosos: envases de agroquímicos. (Acuerdo Gubernativo No. 111-2005, 2005)

G. Muestreo cualitativo en el área de vivero forestal

En el área de vivero forestal se llevaron a cabo muestreos de segregación para establecer los tipos de materiales de desechos que se generan dentro de esta área.

Los muestreos del área de vivero forestal se llevaron a cabo los días domingo, martes y jueves, y se aplicó el mismo criterio de segregación de producción de hortalizas encajando de la siguiente manera:

- ✓ Desechos sólidos orgánicos: por las cantidades de materiales de desecho generados luego de las cosechas de cultivos agrícolas por temporadas.
- ✓ Desechos sólidos generales: papel y cartón encontrados en el área.
- ✓ Desechos peligrosos: envases de agroquímicos.

H. Muestreo cualitativo en el área del centro de ventas

El centro de ventas tiene características más urbanas que las dos áreas anteriores de estudio, debido a que recibe a clientes compradores de los productos producidos por los estudiantes.

Se aplicó la metodología de segregación directo de la fuente utilizada en las otras áreas encajando de la siguiente manera:

- ✓ Desechos sólidos orgánicos: por las cantidades de materiales de desecho generados luego de las cosechas de cultivos agrícolas por temporadas.

- ✓ Desechos sólidos generales: papel y cartón encontrados en el área.
- ✓ Desechos pétreos: para escombros y desechos de tablas.

2.4.2. Segunda fase de la investigación (fase cuantitativa)

A. Caracterización cuantitativa de los residuos y desechos sólidos

a. Método de cuarteo

Para obtener los valores en peso de los residuos y desechos sólidos generados por las áreas de investigación se ha de aplicar el método denominado como “método de cuarteo” propuesto por (Montoya Rendon, Valencia Hurtado, Sánchez Mesa, & Vélez Gonzáles, Valoración de los Residuos Sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como Sistema Alternativo de Aprovechamiento, 2012).

Este método consiste en muestreos semanales de aforo de los materiales de desecho generados en cada una de las áreas de investigación.

Esta herramienta será de utilidad para efectuar la caracterización de los desechos sólidos a través de un aforo, con este se podrán determinar las cantidades generados de papel, cartón, vidrio, electrónicos, materia orgánica o cualquier otro residuo producido por la actividad cotidiana en las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas.

Cada zona de disposición de desechos sólidos en las que existan contenedores para materiales de desecho, serán fraccionadas en cuatro partes iguales, hasta obtener una

muestra que resulte cómoda de manejar según las cantidades de materiales de desecho encontrados en el lugar.

Estos serán segregados con el criterio del método anterior de variables cualitativas para separar cada uno de los materiales según sus características físicas y finalmente será aforado con la finalidad de obtener datos del peso de cada material de desecho individual. A continuación se proporcionarán los pasos a realizar en cada una de las áreas de investigación:

b. Pasos de aplicación para el método de cuarteo

Para la cuantificación de los materiales de desecho generados por las áreas del vivero forestal, producción de hortalizas y centro de ventas, se aplicará una herramienta metodológica nombrada por Montoya (2012) llamada método de cuarteo.

Se establecerán días de muestreo para llevar a cabo los aforos. Los días y las áreas de muestreo en cada una de las áreas establecidas anteriormente en el inciso “D” se llevarán a cabo un día antes de que los residuos y desechos sólidos sean extraídos por el tren de aseo, esto para asegurar que el aforo represente la máxima carga de desechos sólidos con destino a vertederos municipales generados por área.

Se elegirán muestras representativas, el método consiste en realizar cuarteos, por lo que se asumirá que la capacidad de cada área destinada a la disposición temporal de desechos representará el 100 % de la muestra, por ende se trabajará con el 25 % de los desechos encontrados por área.

Los desechos y residuos sólidos que serán muestreados se depositaran en una superficie plana, la muestra se colocará sobre una superficie de plástico para evitar la contaminación por lixiviados en el suelo.

La muestra que representa el 25 % de la muestra total del área investigada, debe moverse hasta formar una circunferencia uniforme en forma de montículo.

Este montículo se dividirá en 2 partes similares. Cada una de estas 2 mitades se volverá a separar en 4 partes iguales para formar cuartos, esto se realizará las veces necesarias hasta conseguir muestras de un tamaño manejable para el técnico investigador.

Luego a cada uno de los cuartos obtenidos se les realizará una segregación de residuos para separar cada uno de los materiales encontrados según sus propiedades físicas. Ejemplo: vidrio, papel, cartón, etc.

Con ayuda de una báscula, se procederá a realizar el aforo de cada uno de los materiales encontrados con la finalidad de cuantificar en peso

Este método de muestreo se realizará durante 30 días para obtener una muestra representativa de los desechos que se generan por cada área de estudio.

c. Ejemplo de aplicación del método de cuarteo

A continuación se describirá un ejemplo hipotético de la aplicación teórica del método de cuarteo, describiendo paso a paso el procedimiento de esta metodología para llevar a cabo el aforo de las áreas de muestreo.

i. Ejemplo

Con fines prácticos se realizará un ejemplo de aplicación en un área denominada “área X” aplicando la metodología denominada método de cuarteo para proporcionar el ejemplo de cómo se realizaron los cálculos del aforo realizado utilizando este método:

- ✓ El área "X" cuenta con un área de disposición de desechos ubicada en una caseta al aire libre, esta área cuenta con 11 toneles usados como contenedores de desechos sólidos.
- ✓ A razón experimental para la toma de muestras se dice que estos 11 toneles representan un 100 % del total de los desechos y residuos sólidos a muestrear los cuales serán aforados para obtener el valor en peso de desechos diarios de ese día.
- ✓ Ya establecido el 100 % de la muestra, este se dividirá en 4 partes iguales que representarán el 25 % por lo que traducido a los 11 toneles o depósitos, se muestrearán solo 2.75 toneles, como los resultados se trabajarán en campo para mayor practicidad se tomarán 3 toneles de muestra a máxima capacidad.
- ✓ (Esto se repetirá si la muestra fuera demasiado grande, el tamaño quedará a criterio del técnico, para este ejemplo asumiremos que solo se requiere del 25 % que ya fue cuarteado).
- ✓ Este 25 % será aforado y se multiplicará por el otro 75 % para averiguar el porcentaje en peso que representa en peso dentro del 100 % de la muestra.
- ✓ Cada uno de estos cuartos que representan el 25 % será segregado según el tipo de materiales que se encuentren en cada uno de ellos, y cada grupo de materiales será aforado, esto para facilitar el aforo del tamaño de las muestras.
- ✓ Luego de esto se realizará la sumatoria de la masa de cada uno de los materiales del mismo tipo dentro del cada grupo que represente el 25 % de esta manera encontraremos el total representativo de cada uno de los tipos de materiales en esta muestra.

- ✓ Cada resultado de los pesos de cada material obtenido se dividirá por el peso total de ese 25 % lo que nos dará el porcentaje en peso de cada material dentro de un cuarto del 100 % de la muestra.
- ✓ Luego de esto cada uno de estos resultados que representan el valor total de cada material en el 25 % será multiplicado por el otro valor en peso del 75 % para obtener el porcentaje en peso de cada material en la muestra diaria.

En el cuadro 9 se muestra el ejemplo de la tabla que ayudará a recopilar los datos de los muestreos del ejemplo descrito anteriormente:

Cuadro 9. Ejemplo del cálculo del método de cuarteo, área “X” aforo los días domingo, martes y jueves (D, M, J) en kilogramos (kg).

Semana1						
Área “x”	D (kg)	M (kg)	J (kg)	Total de residuos	Porcentaje (%)	Total semanal para 11 toneles (kg)
Ordinarios	32	28	10	92	40.80	276
Envases PET	10	6	8	24	10.64	72
Tetra pack	9	4	10	23	10.20	69
Cartón	8	2	11	21	9.31	63
Sólidos incompatibles	5	3	4	12	5.32	36
Orgánico	16	12	21	49	21.73	147
Latas	0.5	1.5	1	3	1.33	9
Textiles	0	1.5	0	1.5	0.67	4.5
Totales	80.5	58	87	225.5	100.00	676.5

Fuente: elaboración propia, 2018.

2.4.3. Tercera fase de la investigación

A. Propuesta del plan de manejo de desechos sólidos

Para realizar esta propuesta dirigida a las tres áreas de investigación, se utilizaron los lineamientos sobre el manejo de residuos y desechos sólidos que se utilizan en la actualidad en Guatemala para el adecuado manejo de estos, los lineamientos se encuentran en las siguientes leyes nacionales:

La constitución de la República de Guatemala, el código municipal (decreto 12-2002), la política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, el decreto código de salud (Decreto 90-97), acuerdo gubernativo No. 111-2005. Para la segregación de residuos y desechos sólidos.

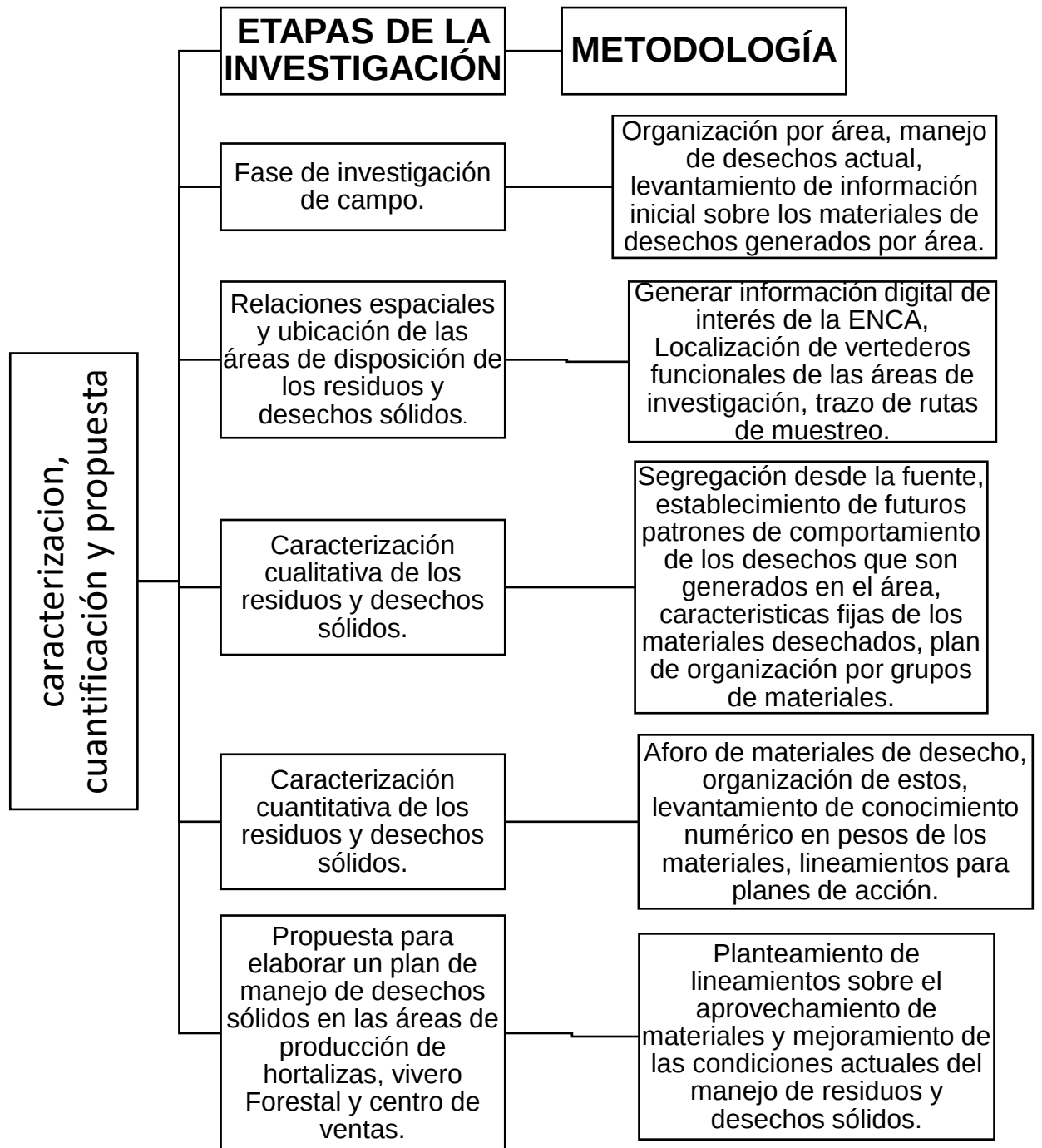
Para establecer los ejes de las alternativas de acción para dar manejo a los desechos y residuos sólidos de estas tres áreas de investigación, se seleccionaron los incisos “c” (reciclaje), “d” (recuperación), “f” (recolección selectiva) “h” (relleno sanitario), de esta ley por las características de los desechos generados por estas áreas de trabajo.

Bajo estos ejes de acción se estableció el manejo de los residuos y desechos sólidos según sus características por lo que se adaptaron de la siguiente manera:

- ✓ Segregación desde la fuente, en la que se establecen lineamientos para la separación de materiales de desecho respaldado por capacitaciones para los trabajadores, profesores y alumnos de la ENCA.
- ✓ Se aplicó el ciclo integral del manejo de los desechos sólidos para el reciclaje de materiales con capacidad de convertirse nuevamente en materia prima, esto por medio de convenios con empresas confiables para su donación o venta.

- ✓ Se utilizó el pensum de estudios de la Escuela Nacional Central de Agricultura para incluir las propuestas de compostaje dentro de sus cursos para integrar la cultura del manejo de desechos sólidos en su educación.
- ✓ Se investigaron los precios de los materiales para llevar a cabo la proyección de costos para el posible aprovechamiento en la venta de los materiales de desecho cotizados en el mercado como reciclables.
- ✓ Se realizó una cotización de fuentes secundarias y primarias sobre costos para las posibles mejoras en la infraestructura de las casetas de recepción de residuos y desechos sólidos en las que se disponen temporalmente estos, adaptándose a la segregación propuesta.

La figura 19 resume en un mapa conceptual la metodología a llevarse a cabo en cada una de las fases de investigación.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 19. Mapa conceptual, resumen de la metodología.

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Primera fase de la investigación

Esta fase se denomina fase cualitativa, en ella se determinó a través de una caracterización la información descriptiva de cada uno de los materiales generados en las áreas de investigación.

Se describieron los diferentes materiales según los tipos descritos en el acuerdo gubernativo No 111-2005 por lo que se dividieron en papel, textiles, envases, plástico y orgánicos.

A continuación se detallará paso a paso cada uno de los requerimientos realizados que permitieron llevar a cabo esta tarea:

A. Resultados de entrevistas y reconocimiento de las áreas de investigación

a. Resultados de la fase de preparación formulario “A”

En esta fase, los formularios preparados (revisar anexos, de la figura 5A. a la 7A.) para realizar la evaluación inicial de las áreas de investigación, se llevaron a cabo con la colaboración de los encargados de cada una de ellas, las respuestas corresponden al formulario “A” para cada área de investigación, estas respuestas se refieren al manejo de desechos sólidos en las áreas de investigación y son las siguientes:

Para el área de producción de hortalizas atendidos por ingeniero agrónomo Jurandir Terreaux encargado de esta área de producción, se obtuvieron las siguientes respuestas ante los cuestionamientos sobre desechos sólidos:

i. Formulario “A” de entrevista producción de hortalizas

1) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?

NO

SI/especifique

2) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?

Papel

cartón

Vidrio

Orgánico

Plástico

3) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?

NO

SI/especifique

Envases de productos químicos

4) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?

El tren de aseo lo traslada al basurero municipal

5) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?

No existen

6) ¿Hay actividades para reducir el volumen de los desechos que generan sus áreas de trabajo?

NO

SI/ ¿De qué tipo?

Envases de productos químicos

En el área del vivero forestal la ingeniera agrónoma Teresa Echeverría es la encargada del manejo y producción, ella resolvió los cuestionamientos del formulario “A” de la siguiente manera:

ii. Formulario “A” de entrevista vivero forestal

1) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?

NO

SI/especifique

2) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?

Papel

cartón

Vidrio

Orgánico

Plástico

3) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?

NO

SI/especifique

4) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?

No

5) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?

No

6) ¿Hay actividades para reducir el volumen de los desechos que generan sus áreas de trabajo?

NO

SI/ De que tipo?

El encargado del centro de ventas Axel Godínez resolvió el formulario destinado a la investigación de los desechos sólidos generados en el área bajo su cargo, resolvió a los cuestionamientos del formulario “A” de la siguiente manera:

iii. Formulario “A” de entrevista centro de ventas

1) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?

NO

SI/especifique

5 lb

2) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?

Papel

cartón

Vidrio

Orgánico

Plástico

3) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?

NO

SI/especifique

4) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?

No

5) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?

No

6) ¿Hay actividades para reducir el volumen de los desechos que generan sus áreas de trabajo?

NO

SI/ ¿De qué tipo?

Como se puede apreciar se resaltaron las respuestas de cada formulario por área de investigación, todos resueltos por el encargado de cada una de estas, bajo su criterio y el manejo del conocimiento e información que tenían en ese momento a su disposición.

b. Resultados de la fase de entrevistas de campo formulario “B”

Los resultados obtenidos luego del acercamiento con los encargados de cada área fueron procesados posteriormente a la evaluación inicial de las áreas de investigación, estos fueron obtenidos de los formularios preparados para proporcionar datos de carácter cualitativo tanto de la ubicación de las áreas de disposición temporal de los residuos y desechos sólidos como algunos de los materiales de desecho visibles de manera superficial.

Para esta parte se presentarán los resultados del formulario “B” elaborado por el técnico investigador, se presentan los resultados reales encontrados en cada una de las rondas de inspección, el formulario “B” de carácter técnico fue resuelto a criterio del técnico epesista, todo derivado del proceso de inspección y supervisión de cada una de las

diferentes áreas destinadas para la disposición de residuos y desechos sólidos dispuestas en las áreas de investigación.

La importancia de esta información es la de establecer los días de extracción de los residuos y desechos sólidos, el manejo interno de la recolección de materiales de desecho, descubrir si existen registros de las cantidades generadas, si algunas áreas de disposición son finales, y si estos representan algún impacto para el medio ambiente o la salud de los estudiantes.

c. Fase de análisis de datos cualitativos de los formularios “B”

i. Producción de hortalizas formulario “B”

En el formulario “B” se establece que se producen todos los cultivos de temporada según sea la necesidad de la escuela, por lo que los desechos orgánicos y sus cantidades son variables dependiendo directamente de ellos.

Existen materiales de desecho derivados de producción como: mangueras para riegos, plásticos degradados que cubren los surcos de cultivos y paredes de invernaderos, desechos domiciliarios producidos por las personas que trabajan en el lugar, envases de agroquímicos depositados en una jaula contenedora y los desechos orgánicos de las plantas que no se desarrollan debidamente en el proceso de cultivos y cosechas pero no existe evidencia de un plan de manejo de desechos sólidos fijo dentro del área, exceptuando el tren de aseo que colecta los desechos tres veces a la semana.

El personal y los estudiantes en cada cosecha dejan los residuos orgánicos en el campo para su descomposición, existe un esfuerzo por la degradación de algunos desechos orgánicos pero no existe una planificación para compostaje o aprovechamiento de los nutrientes de la materia orgánica en descomposición, como parte de los procesos de

aprovechamiento también se utiliza bovinaza para la fertilización de los campos de cultivo el cual requiere de manejo especial debido a la naturaleza de este material orgánico.

El único manejo de desechos es el prestado por el personal de limpieza para extraer los desechos a áreas de contenedores los cuales son recolectados por el tren de aseo municipal, los principales materiales de desecho son materiales orgánicos, residuos domiciliarios como papel higiénico y algunos plásticos además de contar con algunos residuos peligrosos derivados de envases de agroquímicos pero que actualmente se depositan en una jaula de contención que al alcanzar su máxima capacidad, es desocupada por una empresa privada subcontratada por la ENCA.

Se generan desechos domiciliarios en pocas cantidades que se disponen en contenedores dispuestos en las distintas áreas, las cuales son recogidas por el tren de aseo contratado por la Escuela y por último los residuos orgánicos generados por actividades productivas que son considerados no aptos se dejan en el campo para su degradación natural.

ii. Vivero forestal

La resolución del formulario “B” desde el punto de vista técnico nos dejó el siguiente resultado para el área de vivero forestal:

Se detectó que la mayoría de desechos generados dentro del área de viveros forestales son desechos sólidos orgánicos, también se generan desechos domiciliarios (comunes) como cartón, papel y envases plásticos, estos son removidos por el tren de aseo que recolecta los desechos tres veces por semana los días lunes, miércoles y viernes. También existe una pileta destinada para la elaboración de compost, las cuales se utilizan para la degradación de materia orgánica, no tiene ningún manejo en especial desde hace ya bastante tiempo.

En la actualidad se desea eliminar el uso de bolsas utilizadas para la contención del sustrato de las plántulas producidas dentro del área además de ser el personal de la ENCA es el encargado de mantener limpia el área. El único manejo de desechos es el prestado por el personal de limpieza y consiste en la extracción de los distintos desechos a áreas específicas de contenedores los cuales son recolectados por el tren de aseo municipal tres veces por semana.

iii. Centro de ventas

El formulario “B” nos ayudó a complementar la información ya que en el centro de ventas, es el ente receptor de los productos orgánicos producidos dentro de la –ENCA–, estos productos se ponen a disposición del público en general, llegan las hortalizas estacionales, plantas ornamentales, arboles forestales y productos animales cabe destacar que no se permite el uso de bolsas plásticas, por lo que los productos se entregan en recipientes como bolsas de papel, esto para minimizar el uso de plásticos y evitar la contribución de la contaminación por residuos plásticos.

Diario son separados los productos frescos del producto que está muy maduro, el producto que se pasa es aprovechado para ser utilizado como parte de la dieta de los animales del área de producción animal, y lo que no se puede aprovechar es depositado en contenedores para ser recogido tres veces por semana por un camión. El producto que no se vende en el transcurso del día, es descartado y pasa a ser aprovechado para el consumo del ganado porcino del área de producción animal, los desechos orgánicos los que no pueden ser utilizados para esta finalidad son depositados en contenedores en las afueras del centro de ventas los cuales son recolectados por el tren de aseo tres veces por semana.

d. Áreas de disposición temporal de los desechos sólidos de la ENCA

Para establecer un orden de muestreo, y la ubicación específica de cada una de las áreas de disposición temporal o final de los residuos y desechos sólidos en los que se depositan todos los materiales de desechos generados en las tres áreas de investigación se llevó a cabo una colecta de puntos GPS datum wgs84.

Esta actividad de reconocimiento ayudó a digitalizar la ubicación de los lugares en los que se concentran los desechos sólidos de cada área investigada, además de servir como referencia para futuras investigaciones o posibles reubicaciones.

Para establecer las zonas de trabajo se elaboró un mapa de puntos, el cual señala cada una de las zonas de disposición de los desechos sólidos dentro las áreas de estudio, las cuales son las siguientes: vivero forestal, centro de ventas y producción de hortalizas de la –ENCA–.

El levantamiento de puntos GPS se llevó a cabo con ayuda de un instrumento de marca comercial que proporciona el servicio de reconocimiento y geo posicionamiento global con un sistema de coordenadas WGS84. En el cuadro 10 se presentan los puntos GPS colectados en las zonas de disposición de los desechos sólidos de la ENCA:

Cuadro 10. Levantamiento de coordenadas de las áreas de trabajo.

No.	Área	Posición	Altitud (m s.n.m)
1	Depósitos C. ventas	N14 32.381 W90 36.783	1,295
2	Depósitos vivero f.	N14 32.346 W90 36.659	1,364
3	Materia orgánica vivero f.	N14 32.344 W90 36.675	1,362
4	Pila compost vivero	N14 32.346 W90 36.659	1,364
5	Depósitos p. hortalizas	N14 32.301 W90 36.551	1,363

Identificar las áreas de disposición temporal o final de los residuos y desechos sólidos generados en las tres áreas permiten establecer las áreas de muestreo que serán evaluadas durante todo el proceso de investigación.

Las áreas que se encontraron fueron de dos tipos: la primera cumple la función de zona de depósitos de “basura” en las que se ubican casetas al aire libre con recipientes receptores de desechos sólidos los cuales se definirán como áreas de disposición temporal, ya que su finalidad es la de almacenar los residuos mixtos en espacios accesibles para la extracción por parte del tren de aseo municipal.

La segunda encontrada cumple como área de disposición temporal /final, esto debido a que la intención es llevar material orgánico a estas áreas para su degradación y reutilización como materia prima en calidad de fertilizantes en el caso del vivero forestal, en hortalizas existe un área similar pero no se les da el manejo adecuado, por lo que se acumula sin otro uso particular.

La figura 20 presenta el mapa de ubicación de las zonas utilizadas para depositar los residuos y desechos sólidos en las tres áreas de investigación, el mapa fue elaborado en base a Google Earth, 2018.

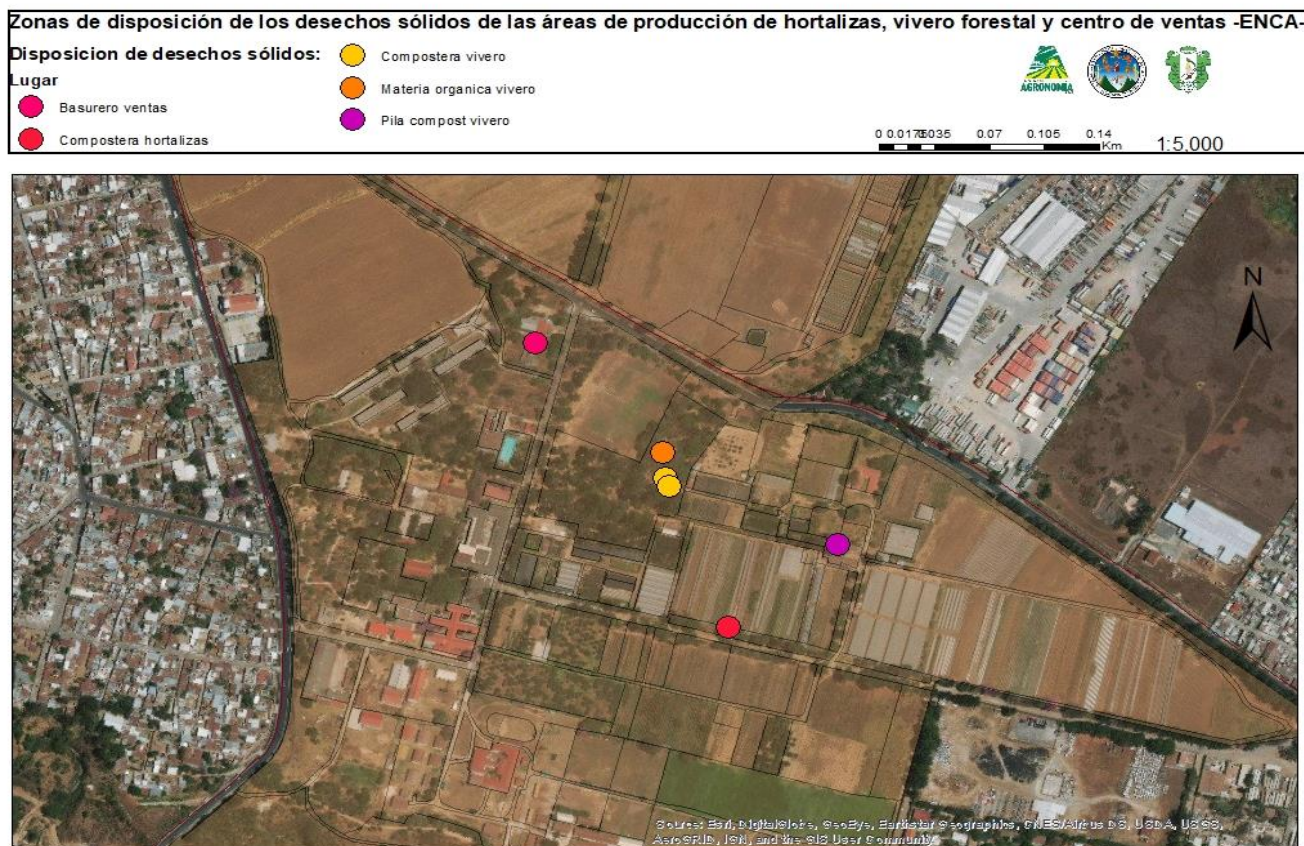


Figura 20. Zonas de disposición de desechos sólidos de la ENCA.

e. Caracterización cualitativa de los residuos y desechos sólidos

La caracterización cualitativa de los residuos y desechos sólidos realizada en las tres áreas de investigación se llevó a cabo durante los meses de agosto y septiembre del año 2018 se realizaron los días previos a los de extracción del tren de aseo municipal con la finalidad de obtener todos los datos variables posibles.

La caracterización cualitativa consistió en separar los materiales de desecho encontrados en cada área de investigación según sus características físicas, las áreas muestreadas

fueron las que tenían como finalidad disponer de estos hasta el momento de su extracción.

Por lo que se realizó una metodología de segregación basada en lo que establecen las normas nacionales establecidas en la Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos Acuerdo Gubernativo 111-2005, en esta fase se segregaron los materiales de desecho en seis grupos, en los cuales se describe la existencia de cada material para cada clasificación, en el cuadro 3 se muestra la presencia de cada material de desecho encontrado en las áreas de investigación y por último se enlistarán en orden para la siguiente fase de cuantificación.

i. Desechos sólidos orgánicos

Son todos los desechos que tienen capacidad de ser biodegradados, en este grupo encontramos los siguientes: restos de alimentos, desechos de jardinería, residuos agrícolas, animales muertos, huesos, otros biodegradables excepto la excreta humana y animal.

Los desechos orgánicos, son usualmente generados por las diferentes actividades realizadas en el vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas, por lo que se encontró positiva la presencia de este tipo de residuo sólido.

ii. Desechos sólidos inorgánicos

Son todos aquellos desechos sólidos considerados genéricamente como "inertes", en el sentido que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el valor estético del mismo.

No se encontró evidencia de presencia de estos en el área.

iii. Desechos sólidos generales y ordinarios

Son todos aquellos desechos sólidos de origen domiciliario como los desechos sanitarios, papel, cartón, envoltorios de comida procesada, plástico, muchos de estos materiales pueden ser reciclables y los que no tienen como disposición final los vertederos municipales como materiales residuales.

Estos elementos fueron encontrados en las tres áreas de investigación, especialmente en las áreas del centro de ventas, ocasionalmente en el vivero forestal y en producción de hortalizas, en su mayoría derivados de otros materiales, entiéndase envoltorios, revistas, periódico, papel higiénico, cagas contenedoras de productos, envases de plástico, envoltorios, etc.

Los residuos como papel higiénico, envoltorios de comida prefabricada y otros materiales reciclables encontrados se clasificarán en las tablas como “ordinarios”.

iv. Desechos sólidos pétreos

Estos desechos son producto de actividad antropogénica derivados de construcción, son materiales de desecho como rocas, escombros de demoliciones y restos de construcciones, cenizas, desechos de tablas o planchas resultado de demoliciones.

No se encontró una presencia de este tipo de materiales en las áreas de estudio.

v. Desechos industriales

La cantidad de residuos que genera del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso, entre estos están los de la industria básica, textil, maquinarias, automovilística, goma y curtido de cueros química, alimenticia, eléctrica, transporte, agrícola, etc.

Dentro de las áreas de investigación a pesar de ser agrícolas, los desechos y residuos de maquinaria agrícola e industriales están a cargo del personal de la ENCA, ellos se encargan de darles el manejo adecuado a este tipo de material de desecho, por lo que las áreas de investigación se encuentran libres de este tipo de materiales de desecho.

vi. Desechos peligrosos

Todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana.

Los desechos peligrosos detectados, se encontraron en el área de producción de hortalizas, estos son de carácter agrícola, derivados de aplicaciones en el campo, los materiales encontrados fueron recipientes contenedores de agroquímicos vacíos.

Debido a su nivel de peligrosidad, ya se estableció un manejo interno por parte de las autoridades, este es un convenio con una empresa especializada en ellos la cual instaló una jaula contenedora específica para estos y capacitó a la gente responsable para llevar a cabo el triple lavado de cada uno de ellos por personal capacitado para ello.

Por esta razón estos desechos sólidos no fueron tomados en cuenta para la caracterización ya que existe un manejo para ellos establecido.

El cuadro 11 muestra en orden las 6 clasificaciones presentadas por el Acuerdo Gubernativo 111-2005 del tipo de materiales de desechos que se pueden generar a nivel nacional, en este cuadro también se identifican la presencia de materiales de desecho que se puedan encontrar en cada una de ellas dentro de nuestras áreas de investigación:

Cuadro 11. Presencia de materiales según sus características físicas.

Tipo de desecho	Producción de hortalizas	Vivero forestal	Centro de ventas
Orgánicos	si	si	Si
Inorgánicos	no	no	No
Generales	si	si	Si
Pétreos	no	no	No
Industriales	si	si	No
Peligrosos	no	no	No

Los materiales de desecho predominantes por sus características físicas encontrados en las áreas de investigación fueron nueve, estos materiales fueron separados dentro de cada clasificación, esto con la finalidad de preparar la lista de materiales final para la siguiente fase de cuantificación, los materiales encontrados se listarán a continuación:

- ✓ Papel, alta presencia de papel higiénico y envoltorios de distintos productos de alimentos, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Envoltorios, alta presencia de envoltorios de alimentos procesados, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Envases de plástico (PET), derivados de bebidas y agua embotellada, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Contenedores de cartón con revestimiento de aluminio (Tetrapack), proveniente de contenedores de bebidas, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.

- ✓ Cartón, proveniente de cajas de diferentes empaques de productos, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Sólidos incompatibles, duroport derivado de productos alimenticios, usados como contenedores, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Orgánicos, derivado de las actividades agrícolas, perteneciente a la clasificación de desechos orgánicos.
- ✓ Latas, derivado de bebidas enlatadas, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.
- ✓ Textiles, derivado de residuos de tejidos cobertores o ropa deteriorada usada para trabajar, perteneciente a la clasificación de desechos sólidos y ordinarios.

En base a este listado se llevó a cabo la cuantificación de materiales de desecho debido a su predominancia en las áreas de investigación.

2.5.2. Segunda fase de la investigación

A. Resultados de la fase de caracterización cuantitativa

a. Resultados de la cuantificación por área de investigación

Se llevó a cabo la fase de cuantificación en peso de estos, estos se realizaron en las tres áreas de investigación de la fase cualitativa, las cuales son las siguientes: en centro de ventas, producción de hortalizas, y vivero forestal.

En las tres áreas muestreadas fueron encontrados desechos y residuos sólidos bastante similares debido a la relación funcional que existe entre ellas, en su mayoría fueron encontrados desechos sólidos de carácter general o domiciliar, orgánicos y algunos de carácter industrial.

Los principales materiales encontrados de forma predominante fueron los siguientes: hojas de papel, papel de higiénico, cajas de cartón, envases de plástico, latas, mangueras de plástico y en contadas ocasiones textiles como ropa deteriorada, cajas revestidas de aluminio conocidas como “tetra pack”, platos desechables, envases de plástico y duroport.

Para la cuantificación de los desechos y residuos sólidos como se mencionó y ejemplificó en la metodología se utilizó un método llamado “método cuarteo” (Montoya, 2012).

Los muestreos se realizaron en el mes de marzo de 2019 ya que en esta época del año la afluencia de estudiantes es constante, y las actividades de la ENCA se realizan con normalidad en comparación a los meses de vacaciones, además se incorporan todos los estudiantes de nuevo ingreso.

Para obtener muestras que sean representativas de las cantidades de desechos sólidos generadas en las áreas de investigación, se tomaron los días previos a la extracción de ellos por parte del tren de aseo municipal.

Los días de extracción de residuos y desechos sólidos encargada al tren de aseo municipal se llevan a cabo los días lunes, miércoles y viernes, por lo que fueron descartados, en su lugar los muestreos se realizaron los días domingos, martes y jueves.

b. Resultados cuantitativos

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del método de cuarteo realizado en las áreas de muestreo de la investigación, se presentará una tabla con los resultados en peso de los residuos y desechos sólidos de cada área muestreados durante un mes, los resultados son del mes de muestreo realizado en marzo de 2019.

i. Área de producción de hortalizas

El área de producción de hortalizas, cuenta con varias zonas de disposición de desechos sólidos, el vertedero principal se encuentra ubicado en las cercanías del almacén de herramientas, este dispone de 8 toneles utilizados como contenedores de desechos sólidos, de estos 8 contenedores regularmente se llenan dos y medio a máxima capacidad por día de muestreo.

Otro contenedor de desechos utilizado con regularidad, se encuentra ubicado en las afueras de la caseta principal utilizada para el lavado y pesaje de hortalizas, el cual es ocupado en un 50 % a un 75 %.

Por lo que en promedio entre ambas áreas de disposición temporal de desechos sólidos, son extraídos cerca de 4 toneles llenos a máxima capacidad de desechos sólidos de carácter domiciliar.

Ambos casos fueron muestreados como uno solo, y representarán el 100 % de las muestras de residuos sólidos de carácter domiciliar.

Para ello se tomaron en cuenta los 4 contenedores (toneles) como el 100 % de la muestra, aplicando el método de cuarteo, se muestreó 1 contenedor representando el 25 % de desechos domiciliarios lo que se multiplicaría por los 3 recipientes restantes.

Los desechos de carácter orgánico tienen otro manejo, estos son separados y llevados a una zona destinada para su degradación natural ubicada en la parte trasera de los invernaderos, estos son separados del resto de desechos y residuos de carácter domiciliar.

Por esta razón se procedió a muestrear por separado todos los residuos orgánicos, estos se depositaron durante la semana en 4 toneles por lo que al igual que el caso anterior, se tomó la cuarta parte de estos representado por 1 tonel que sirvió como muestra, luego se multiplicó por los 3 toneles restantes para obtener la totalidad de la muestra.

A continuación en el cuadro 12, se presentan los resultados numéricos en peso de la cuantificación mensual de los residuos y desechos sólidos el área de producción de hortalizas durante el mes de marzo, el aforo se presenta en el sistema internacional expresado en kilogramos (kg), los días de muestreo fueron los domingos, martes y viernes representados por las casillas presentadas como (D, M, V).

Cuadro 12. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados en producción de hortalizas.

Hortalizas:	D (kg)	M (kg)	J (kg)	Materiales de desecho (kg):	Porcentaje (%)	Total mensual (kg):	Total anual (kg):
Ordinarios	7.75	9.57	8.62	25.94	5.39	103.76	1245.12
Envases de plástico	1.00	0.68	0.59	2.27	0.47	9.08	108.96
Tetra pack	0.05	0.05	0.09	0.18	0.04	0.72	8.64
Cartón	0.18	0.36	0.09	0.64	0.13	2.56	30.72
Sólidos Incompatibles	0.18	0.32	0.27	0.77	0.16	3.08	36.96
Orgánico	0.00	0.00	450.42	450.42	93.66	1351.26	16215.12
Aluminio	0.18	0.27	0.18	0.64	0.13	2.56	30.72
Textiles	0.00	0.00	0.05	0.05	0.01	0.20	2.40
Totales	9.34	11.25	460.31	480.91	100.00	1473.22	17678.64

Los datos cuantitativos del peso de los materiales obtenidos en el área de producción de hortalizas demostraron que la mayor cantidad de residuos sólidos generados en el área son desechos de carácter orgánicos, se cuantificaron 1,351.26 kg de residuos orgánicos mensuales, estas cantidades de material orgánico al año pueden llegar a convertirse en 16,215 kg de residuos que no están siendo aprovechados.

Cabe resaltar que esta cantidad de material orgánico puede ser variable ya que se encuentra ligado a los diferentes cultivos que se cosechan por temporada.

Seguido de este desecho, encontramos que el segundo y el tercer desecho de mayor presencia, clasificados como ordinarios, se tratan de papel higiénico con 92.52 kg para el mes de marzo de 2019 y un total estimado de 1,110 kg de este material al año, es natural encontrar este tipo de desecho proveniente de los baños, usados por personal del área y estudiantes.

En tercer lugar tenemos los envoltorios de comida procesada 11.24 kg mensuales y 134.88 kg al año y en cuarto lugar se generan recipientes de plástico de bebidas carbonatadas y otras similares con 9.08 kg al mes y 108.96 kg al año por lo que obtendríamos un total de residuos ordinarios anuales de 1,245.12kg.

ii. Área de vivero forestal

El área de vivero forestal cuenta con la presencia de trabajadores y estudiantes, por lo que los desechos generados son de carácter común además de orgánicos, ésta área de investigación cuenta con 4 depósitos dispersos por toda el área.

A razón experimental para la toma de muestras se dice que estos 4 contenedores representan el 100 % del total de los desechos y residuos sólidos para cada día de muestreo.

Para llevar a cabo el aforo por medio del método de cuarteo se tomó el 25 % de esta totalidad equivalente a 1 contenedor para el muestreo, el cual fue multiplicado por el otro 75 % de la muestra total para cada día de muestreo. A continuación en el cuadro 13 se presenta la tabla de muestreo para el mes de marzo del área del vivero forestal.

Cuadro 13. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados en el vivero forestal.

Vivero forestal:	D (kg)	M (kg)	J (kg)	Materiales de desecho (kg):	Porcentaje (%)	Total mensual (kg):	Total anual (kg):
Ordinarios	2.49	1.57	2.24	6.64	17.05	26.56	318.72
Envases de plástico	0.15	0.37	0.39	0.91	2.34	3.64	43.68
Tetra pack	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.48
Cartón	0.01	0.09	0.00	0.10	0.26	0.40	4.80

Continuación de cuadro 13.

Sólidos Incompatibles	0.05	0.00	0.10	0.16	0.41	0.64	7.68
Orgánico	3.63	4.76	7.03	15.42	65.51	61.68	740.16
Aluminio	0.18	0.11	0.00	0.29	0.74	1.16	13.92
Textiles	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.48
Totales	11.37	8.26	19.29	38.96	100.00	94.16	1129.92

El material de desecho con mayor predominancia generado en el vivero forestal es de carácter orgánico, se cuantificaron 61.68 kg de material orgánico al mes, esto debido a que la mayoría de desechos provenientes de esta área son experimentos fallidos, maleza, derivados de raleos o podas.

Anualmente se obtendrían cerca de 740.16 kg de material orgánico proveniente de esta área por lo que se establecerá una estrategia para su manejo en la fase de propuesta.

El segundo material de desecho con mayor presencia generado en esta área es de carácter común, se trata de papel higiénico, se cuantificó 24.32 kg de papel higiénico mensuales, por lo que se estima que en un año se generan 291.84 kg de este material de desecho, esté material es generado por el área de baños instalados en el lugar.

El tercer material de desecho encontrado en mayor presencia se trata de envases de bebidas, este tipo de desecho de carácter común o domiciliar, es muy común debido a que los estudiantes y trabajadores consumen bebidas de distintos tipos en sus labores diarias dentro del área de investigación.

iii. Centro de ventas (centro de acopio)

El centro de acopio tiene la particularidad de ser el área de presentación de la ENCA, debido a que se encuentra ubicada en la entrada, esta área de investigación es

característica por su funcionalidad, en ella se recibe a público interesado en adquirir los diferentes productos ofrecidos para la venta.

Recibir visitas diarias del público en general, es parte de la rutina cotidiana, por lo que la generación de desechos y residuos sólidos es algo normal según las actividades y la afluencia de personas cada día.

La zona destinada para la disposición temporal de los desechos y residuos sólidos se encuentra ubicada en la parte frontal externa del área de recepción de productos para abastecer el centro, a la vista de público debido a la colindancia con la entrada principal del centro de ventas.

Se disponen de 4 vertederos (toneles) para los desechos sólidos y residuos sólidos, repitiendo el procedimiento del método de cuarteo al igual que en el muestreo experimental anterior, estos cuatro vertederos representan el 100 % de desechos a ser muestreados y al ser dividido en cuartos, la muestra que representara el 25 % es igual a 1 vertedero (tonel), los resultados obtenidos del cuarteo se presentan en el cuadro 14 a continuación:

Cuadro 14. Resultados cuantitativos de los materiales de desecho generados por el centro de acopio en los días de muestreo lunes, miércoles y viernes (D, M, V).

Centro de ventas:	D (kg)	M (kg)	J (kg)	Materiales de desecho (kg):	Porcentaje (%)	Total mensual (kg):	Total anual (kg):
Ordinarios	7.89	8.39	10.43	19.86	29.15	59.58	714.96
Envases de plástico	0.27	0.50	0.36	1.13	1.66	3.39	40.68
Tetra pack	0.27	0.18	0.18	0.64	0.94	1.92	23.04
Cartón	0.41	0.23	0.18	0.82	1.20	2.46	29.52

Continuación de cuadro 14.

Sólidos Incompatibles	0.18	0.14	0.18	0.50	0.73	1.50	18.00
Orgánico	20.41	13.15	10.89	44.45	65.24	133.35	1600.2
Aluminio	0.23	0.23	0.27	0.73	1.07	2.19	26.28
Textiles	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
Totales	29.66	22.82	22.49	68.13	100.00	204.39	2452.68

Los datos cualitativos en peso obtenidos del centro de ventas como en el caso anterior también serán ordenados según la presencia que tengan dentro del área de mayor a menor, se presentarán los primeros tres de mayores cantidades y luego en la propuesta se tomarán en cuenta los de menor presencia.

El material con mayor presencia proveniente del centro de ventas son de carácter orgánico, luego de realizar el aforo se contabilizaron 133.35 kg de material orgánico generado equivalente a un mes, lo que indicaría que anualmente se estarían generando cerca de 1,600 kg de desechos sólidos orgánicos.

La procedencia de estos desechos tiene sentido debido a las características del área, el centro de ventas es el encargado de recibir todos los productos generados por las áreas de trabajo de la ENCA, por lo que muchos desechos derivados de productos a la venta son desechados en el lugar.

El segundo material con mayor presencia encontrado en el área se trata de desechos de carácter ordinario, se trata de papel higiénico proveniente de los baños, es natural encontrar este tipo de material de desecho debido a la afluencia del personal, público en general y presencia estudiantil en el área.

El tercer material de desecho con mayor presencia generado en esta área es nuevamente otro de carácter ordinario, se trata envases de plástico de bebidas carbonatadas y

similares, su presencia es mucho menor a las dos anteriores con tan solo 3.39 kg mensuales, equivalentes a 40.68 kg al año, estos pueden variar según la afluencia de las personas que visiten el centro de ventas.

Los residuos ordinarios generados anualmente por esta área en total serían 714.96 kg.

iv. Cantidad anual de desechos generados por las áreas de investigación

A continuación se presenta en el cuadro 15 el conglomerado de las cantidades de los materiales de desecho generados de forma mensual y anual en las tres áreas de investigación.

Cuadro 15. Cantidades de materiales de desecho mensual y anual.

Materiales	Total mensual (kg)	Total anual (kg)
Residuos ordinarios	189.90	2,278.80
Envases de plástico	16.11	193.32
Tetra pack	2.68	32.16
Cartón	5.42	65.04
Duroport	5.22	62.64
Orgánico	1,546.29	18,555.48
Aluminio	5.91	70.92
Textiles	0.24	2.88
Totales	1,771.77	21,261.24

Como se puede observar, las tres áreas de investigación generan cerca de 1,771.77 kg de materiales de desecho sin segregar, lo que al multiplicarse por los meses de actividad nos da un total de 21,261.24 kg de materiales de desecho anuales que si bien son

extraídos por un tren de aseo municipal y llevados a vertederos municipales, se desconoce el tratamiento que estos puedan recibir en este sitio para su disposición final, también se desconoce el impacto o daños que estos puedan causar al ecosistema natural o medio ambiente del lugar.

2.5.3. Tercera fase de la investigación

A. Propuesta para el plan de manejo de residuos y desechos sólidos

Como hemos visto a lo largo de la investigación, el tema de los desechos sólidos es una problemática latente a nivel nacional y el mundo, los residuos y desechos sólidos liberados al ambiente sin control son capaces de contaminar además de destruir ecosistemas, flora, fauna y el medio ambiente.

Por eso es importante el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos ya que al tener planes o lineamiento para manejar los desechos, es más sencillo establecer acciones que puedan corregir o eliminar los problemas causados por la liberación de los desechos sólidos al medio ambiente.

La ENCA es una institución educativa que se ve en la necesidad de modernizar el manejo de desechos sólidos en tres de sus áreas de trabajo, por lo que se encuentra abierta a propuestas para mejorar las condiciones en el manejo de desechos sólidos.

Debido a este interés, se identificaron las características físicas y se cuantificaron los diferentes materiales de desecho generados por las áreas del vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas.

Basados en los resultados obtenidos en la fase de caracterización y cuantificación se elaboró una propuesta para mejorar el manejo actual de los desechos residuos y desechos sólidos.

Para ello la propuesta se basó en los fundamentos de la ley que se encarga de velar y regularizar el manejo y la disposición de los residuos y desechos sólidos dentro del territorio nacional de Guatemala, por lo cual se utilizaron los diferentes lineamientos planteados en el Acuerdo Gubernativo 111-2005. “Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos”.

Para establecer los ejes de las alternativas de acción para dar manejo a los desechos y residuos sólidos de estas tres áreas de investigación, se seleccionaron los incisos “c” (reciclaje), “d” (recuperación), “f” (recolección selectiva) “h” (relleno sanitario), de esta ley por las características de los desechos generados por estas áreas de trabajo.

Basado en estos ejes, se proponen lineamientos de manejo de desechos sólidos que incluyen a los diferentes grupos de personas que trabajan en la ENCA, que van desde sus autoridades, trabajadores, docentes y estudiantes.

Esta propuesta toma en cuenta el pensum de los estudiantes utilizado durante el periodo del año 2018-2019 para establecer una dinámica de manejo de desechos que incluyen labores por parte de los estudiantes y trabajadores de la ENCA.

También toma en cuenta los tipos de tratamientos, mejoras a las infraestructuras actuales, las medidas de mitigación o eliminación posibles para los diferentes materiales de desecho generados por área, además de los costos para cada uno de estos casos.

B. Tratamientos para el manejo de residuos y desechos sólidos

En el Acuerdo Gubernativo 111-2005 “Política Nacional Para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos” se plantean diferentes opciones para el manejo de los materiales de desecho dentro de la república de Guatemala.

A continuación se presentan en cada uno de los incisos las opciones de tratamiento que establece la ley para los distintos tipos de materiales de desecho dentro del país:

a. Incineración

Proceso de reducir a cenizas los desechos sólidos y otros residuos, reduciendo el volumen original de la fracción combustible de los residuos sólidos del 50 % – 80 %.

b. Pirolisis

Descomposición de los desechos por la acción del calor.

c. Reciclaje

Es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como al ciclo productivo. Es decir, proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

d. Recuperación

Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, des enpaquetamiento, recogida o cualquier otra forma de retirar de los residuos sólidos algunos de sus componentes para su reciclaje o reusó.

e. Reusar

Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual a como se utilizó antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.

f. Recolección selectiva

Acción de clasificar, segregar y presentar segregada mente para su posterior utilización.

g. Reutilización

Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.

h. Relleno sanitario

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

Es la técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados o lixiviados.

i. Relleno sanitario manual

Es aquél en el que sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción y el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, pueden realizarse manualmente.

j. Relleno sanitario mecanizado

Es aquél en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y de esta forma realizar todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento

Partiendo de esta información, y de los resultados generados por el método de cuarteo en las áreas de investigación de la ENCA, con cada uno de los materiales de desecho establecidos por área, se pueden elegir alternativas de acción para poner en tratamiento cada uno de ellos.

Estas alternativas de acción tienen el objetivo de ayudar a mejorar las condiciones físicas de las zonas de disposición de los desechos, las condiciones visuales, el ordenamiento de los materiales de desechos, su correcta segregación, la reducción en los volúmenes de estos, la inclusión de temas de reciclaje en la educación del personal, la educación de los alumnos y la mitigación el impacto que los desechos puedan generar al ambiente.

C. Alternativas de acción en las áreas de investigación

En la actualidad en las tres áreas de investigación (centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas) el manejo de desechos sólidos es funcional pero se encuentra desactualizado, los desechos depositados en áreas específicas para la “basura” y un tren de aseo es el encargado de la extracción para su disposición final en un vertedero municipal.

Esta metodología actual utilizada en estas áreas tiene el inconveniente de que todos los residuos y desechos sólidos generados favorecen a la acumulación de grandes volúmenes de materiales y al momento de ser extraídos de las instalaciones, estos materiales sin segregar pueden ocasionar daños temporales y permanentes para el medio ambiente.

Para poder cambiar esta situación se deben llevar a cabo acciones y con ayuda de las que se presentan en el inciso anterior, se establecerán medidas de mitigación, reducción o eliminación de la problemática de los desechos sólidos en las áreas de investigación.

A continuación se presentarán las medidas pertinentes que pueden ser utilizadas para cambiar esta realidad, y favorecer a la reducción de volúmenes generados por las áreas de interés (centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas).

a. Alternativas de acción

Dentro de las tres áreas de investigación se establecieron 8 tipos de desechos generados, en su mayoría son de carácter domiciliarios y orgánicos, los desechos predominantes encontrados son los siguientes:

Papel higiénico proveniente de los baños, envoltorios de comida procesada, recipientes contenedores de cartón con interior recubierto de aluminio (tetra pack) , cartón común, solidos incompatibles como el duroport material principal utilizado en platos desechables entre otros, desechos orgánicos derivados de la producción, aluminio derivado de latas de bebidas.

Dadas las características de los materiales, se seleccionaron alternativas de los incisos siguientes:

- ✓ Inciso “c” reciclaje.
- ✓ Inciso “d” recuperación.
- ✓ Inciso “f” selectiva.
- ✓ Inciso “h” sanitario.

Ya con los materiales identificados se establecen las medidas que pueden utilizarse para los diferentes materiales, para ello se definirán las alternativas de las acciones correspondientes para llevar a cabo su correcta eliminación, aprovechamiento o reducción según sea el caso.

i. Mejoramiento de áreas de disposición de los desechos

Los incisos “h” establece la elaboración de rellenos sanitarios o centros que permitan el adecuado manejo de los residuos y desechos sólidos, para el caso de la ENCA, se pueden mejorar las condiciones de las áreas destinadas para la disposición temporal de los desechos sólidos para lo cual se establecen las siguientes alternativas:

- ✓ Establecimiento de depósitos contenedores debidamente señalizados para la correcta separación de los materiales.
- ✓ El mejoramiento de la infraestructura para la reducción de posibles vectores de enfermedades.
- ✓ Propuesta de elaboración de mini centros de acopio receptores de los desechos segregados.

ii. Segregación de materiales de desecho desde la fuente

Las condiciones en la disposición temporal de los desechos sólidos en las áreas del centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas permiten que se tome en cuenta la medida establecida por el inciso “f” del acuerdo gubernativo No 111-2005 el cual establece la recolección selectiva, lo que indica que deben separarse los materiales de desecho según sus características físicas desde la fuente estos se acompañaran de los incisos “c” para el reciclaje y “d” para la recuperación de materiales.

Para conseguir estas medidas se proponen las siguientes alternativas de acción:

- ✓ Educación ambiental para la separación correcta de residuos y desechos sólidos enfocados en el personal encargado de la extracción de los residuos y desechos sólidos de las tres áreas de investigación.

- ✓ Educación ambiental para la separación de residuos y desechos sólidos enfocados en la población estudiantil de la ENCA.
- ✓ Capacitación para el uso de contenedores especializados para la segregación de desechos.
- ✓ Responsabilidad ambiental como formación de los estudiantes en su pensum de estudios.
- ✓ Reducción de volúmenes de materiales de desechos enviados a los vertederos municipales.

iii. Técnicas de compostaje

Obedeciendo al inciso “h” sobre los rellenos sanitarios, se pueden asignar áreas específicas para la elaboración de compostaje o mejorar las existentes por lo que las áreas de investigación se verían beneficiadas de las siguientes acciones:

- ✓ Desarrollo en la formación de los alumnos en ciencias ambientales.
- ✓ Aprovechamiento de material orgánico para la elaboración de fertilizantes.
- ✓ Inclusión de técnicas de aprovechamiento en las actividades académicas de los alumnos.
- ✓ Beneficios económicos para el centro de ventas.

iv. Reciclaje ENCA

Obedeciendo al inciso “d”, se considera el acercamiento para llevar a cambio convenios con empresas de reciclaje para la recuperación de materiales que puedan volver a convertirse en materia prima por lo que se obtendrían los siguientes beneficios:

- ✓ Extracción gratuita de materiales reciclables.
- ✓ Reducción de volúmenes de residuos enviados a vertederos municipales.
- ✓ Mejora de la percepción de la institución como amistosa con el ambiente.
- ✓ Si se establecen precios por los materiales, el beneficio económico.

D. Aplicación de las alternativas de acción en la ENCA

Establecidas las alternativas de acción según las características de los residuos y desechos sólidos generados en las tres áreas de investigación (centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas) se realizará una propuesta que indique la aplicación de estas alternativas para el mejoramiento en el manejo de los residuos y desechos sólidos de las áreas de investigación.

a. Mejoramiento de áreas de disposición de los desechos

Una institución educativa con el prestigio de la ENCA tiene como objetivo ser pionera en tomar acciones para la reducción, eliminación o mitigación de sus impactos ocasionados al medio ambiente por lo cual se propone el mejoramiento de las áreas de disposición temporal de los desechos en las tres áreas de investigación, ya se cuenta con áreas establecidas para esta finalidad, son casetas techadas con contenedores (toneles) utilizados para contener los residuos generados por estas áreas.

A continuación se presentan las opciones para el mejoramiento o la construcción de infraestructura para las diferentes áreas de disposición de residuos y desechos sólidos de las áreas de investigación:

i. Etiquetado de contenedores

Esta es la opción más económica, y consiste en el etiquetado de los contenedores con stickers adhesivos de vinil, esto para asignar a cada uno de los recipientes con un tipo de material de desecho, esto siguiendo el principio del reciclaje para dar inicio a la segregación de los materiales.

ii. Costos por área de investigación

Para el etiquetado de los contenedores de desechos sólidos ubicados en las tres áreas de investigación se valoraron stickers de vinilo que servirán para el etiquetado e identificación de cada contenedor para cada material de desecho. A continuación en el cuadro 16 se presentan los costos de colocación de etiquetas por cada área de disposición temporal de desechos sólidos:

Cuadro 16. Costos de etiquetado de contenedores.

Área	Cantidad de contenedores	Costo (Q.)
Vivero forestal	4	300.00
Producción de hortalizas	8	600.00
Centro de ventas	4	300.00
Totales:	16 contenedores	1,200.00

b. Módulos específicos para segregar desechos

Si lo que se desea es modernizar, cambiar el aspecto del lugar mejorando el paisaje y a su vez fomentar la correcta segregación de los materiales de desecho, la opción a utilizar es la de invertir en mejorar la infraestructura de las casetas de disposición de residuos y desechos sólidos para ello existen estructuras especializadas que permiten la correcta segregación ya que cuentan con depósitos separados con espacio suficiente para albergar cada tipo de material de desecho, además de un etiquetado correcto y condiciones de protección de los contenedores para evitar que vectores de enfermedades como roedores o moscas tengan acceso a ellos.

Estas estructuras pueden ser realizada con materiales reciclados como madera de pallets, madera de desecho de las áreas del aserradero, chatarra del área de talleres de herrería, entre otros a estos se les conocerá como módulos, estos módulos tendrán la función de educar a los usuarios para la adecuada segregación de los materiales de desecho además de mantener una adecuada separación entre estos materiales además de continuar con la temática tradicional de las casetas en espacios abiertos techados.

A continuación se presenta la propuesta y los costos de la construcción de estas estructuras modulares que pueden ser establecidos en los actuales espacios utilizados para la disposición temporal de los residuos y desechos sólidos de las áreas de investigación:

i. Costos de infraestructura modular

El costo para llevar a cabo un módulo completo como parte de una mejora en la infraestructura puede variar según el costo de los materiales y sus dimensiones. En el cuadro 17 se muestra un costo estimado total que se requiere para poder realizar esta mejora de infraestructura modular en las áreas de investigación:

Cuadro 17. Costos de materiales para una estación modular para reciclaje.

Material	Cantidad	Costo unidad (Q.)	Costo total (Q.)
Tubo cuadrado	4 unidades	155.00	2,170.00
Lámina Galvanizada	3 unidades	75.00	225.00
Hembra de media	10 unidades	35.00	1,925.00
Plancha de lámina de acero	25 unidades	225.00	5,625.00
Sicaflex	6 unidades	60.00	360.00
Bisagra	10 unidades	75.00	750.00
Pasador	5 unidades	125.00	625.00
Electrodo	50 unidades	13.50	13.50
stickers	20 unidades	30.00	600.00

Continuación cuadro 9.

Pintura galón	5 unidades	1120.00	1,120.00
Tornillos con roldanas	500 unidades	500.00	500.00
Mano de obra		1200.00	1,200.00
		Total:	15,113.50

El costo total para la elaboración de cada módulo puede variar según los costos de los materiales y los proveedores de estos, se contemplaría la construcción de un módulo por área de investigación por lo que se establecerían tres módulos en total.

La figura 21 nos proporciona un ejemplo visual de cómo se vería la estructura modular construida y establecida en un área de disposición temporal para la adecuada segregación de los materiales, como se puede observar mejora considerablemente el paisaje del lugar:



Figura 21. Ejemplo de infraestructura especializada para la disposición de los desechos sólidos basados en la cultura del reciclaje.

c. Segregación desde la fuente de emisión de desechos sólidos

Para llevarse a cabo una segregación de materiales de desechos, y que se realice de forma correcta se requieren de una serie de pasos o lineamientos previos antes que nada se requiere del apoyo por parte de las autoridades de la ENCA, para que se aprueben y se deleguen responsabilidades y obligaciones entre los usuarios que mantendrán esta dinámica de segregación, como son los trabajadores, el sector docente y los alumnos, ya que estos deben adquirir un compromiso para que la dinámica de separación de materiales de desecho tenga un flujo constante ya que de esto dependerá su éxito.

Se requiere de la colaboración y el esfuerzo por parte de todas las personas que hacen uso de las instalaciones de las áreas de investigación por lo que se presentan algunos requerimientos específicos por cada grupo de personas involucradas en el manejo de desechos sólidos en las áreas. Para dar inicio a los hábitos correctos de segregación de los residuos y desechos sólidos dentro de las áreas de investigación, se proponen los siguientes lineamientos por grupo de personas que se responsabilizarán por el manejo de desechos sólidos:

i. Responsabilidad de las autoridades

Para que el manejo de los materiales de desecho generados por las áreas de investigación se lleven a cabo de manera correcta es necesario que las autoridades de la ENCA tomen cartas en el asunto, para ello tienen la responsabilidad de cumplir con las siguientes medidas:

- ✓ Es necesario que la junta directiva de la ENCA organice jornadas de capacitación y educación ambiental para sus empleados.
- ✓ En estas jornadas se proporcionarán las herramientas didácticas necesarias para la comprensión sobre la importancia del manejo de desechos sólidos adecuado.
- ✓ Estas jornadas deberán enseñar la correcta segregación de los materiales de desecho y el uso adecuado de los contenedores de segregación establecidos.
- ✓ Que se realice la inversión en las mejoras estructurales de las casetas de disposición temporal de los desechos sólidos.

- ✓ Establecer lineamientos para el sector docente y sector estudiantil para establecer las dinámicas de enseñanza sobre la segregación y el uso de los contenedores de cada material de desecho.
- ✓ Establecer normas en las residencias para fomentar desde la vivienda estudiantil la segregación de materiales de desecho y residuos sólidos.

ii. Responsabilidad de los trabajadores

Luego de ser capacitados, es necesario que ellos realicen la adecuada segregación de los desechos sólidos a diario debido a que se encuentran ligados a sus labores cotidianas.

El personal de limpieza debe tener a su disposición sacos para depositar los diferentes materiales segregados para trasladarlos a las áreas de disposición temporal.

iii. Responsabilidad del sector docente

Es importante que los profesores encargados de cursos relacionados con el cuidado del medio ambiente den como parte del contenido de sus cursos la adecuada segregación de los desechos y residuos sólidos para inducir a los estudiantes a esta práctica como parte de su rutina cotidiana.

iv. Responsabilidad de los estudiantes

Es necesario que la formación del estudiante vaya de la mano del desarrollo de las ciencias ambientales, uno de ellos es el manejo de los desechos y residuos sólidos, por lo que es necesario que pongan en práctica la segregación de los desechos que ellos

mismos generan a diario, para lo cual se propone crear el hábito de separar materiales desde su residencia.

v. ¿Cómo separar los materiales de desecho?

Luego de establecer las responsabilidades de cada grupo de usuarios de las áreas de investigación, se presenta a continuación una forma de segregación de desechos sólidos acorde a los encontrados en las áreas de vivero forestal, producción de hortalizas y el centro de ventas de la ENCA por lo que los materiales de desecho deben ser segregados, recordemos que separar los desechos y residuos es una práctica que ayudaría principalmente a reducir el volumen de residuos enviados a los vertederos municipales.

Por lo que se requiere que las personas que frecuentan las tres áreas de investigación sean disciplinadas siguiendo las siguientes instrucciones para la segregación de los desechos y residuos sólidos. Se propone un método de segregación sencilla y eficaz para estos usuarios, este consiste en separar cada uno de los materiales según sus características físicas, este se llevaría a cabo como se realizó en nuestra fase experimental, separados en residuos ordinarios, envases de plástico, tetra pack, cartón, duroport, orgánico, aluminio y textiles ya que en estas categorías se encierra la mayoría de materiales de desecho generados.

Con este mecanismo de separación de materiales de desecho ya se puede llevar a cabo el análisis para resolver una pregunta importante ¿qué hacer con los materiales de desechos ya separados? por los tipos de materiales de desechos encontrados en las áreas de investigación, los métodos más efectivos son los relacionados al aprovechamiento de la materia orgánica y el reciclaje.

d. Técnicas de compostaje

El material predominante en las tres áreas de investigación (producción de hortalizas, vivero forestal, centro de ventas), es el material orgánico, por lo que puede aprovechar elaborando compost, este método sencillo puede involucrar a los estudiantes directamente en el manejo de estos materiales en las tres áreas de investigación.

Una compostera (abonera) puede ser elaborada con varios materiales orgánicos, según Ozores, pueden utilizarse desechos sólidos provenientes de jardines, desperdicio de comidas, desechos de aserraderos, lodos de aguas residuales, desechos ganaderos, de plantas alimenticias, ornamentales entre otros. (Ozores-Hamton, 2017)

Para llevar a cabo esta actividad se proponen los siguientes lineamientos:

i. El establecimiento del área de trabajo

Para llevar a cabo el compostaje es necesario el establecimiento de un lugar físico en el que se pueda trabajar además de permitir el transporte de la materia prima que en este caso será el material orgánico, este espacio requiere de las siguientes características:

- ✓ Se requiere de un espacio físico que permita un fácil acceso para el personal, los alumnos.
- ✓ Se requiere que el espacio sea plano para establecer las composteras, se sugieren dos áreas, la que utiliza producción de hortalizas para dejar sus desechos orgánicos en la parte trasera del área de baños, o bien las pilas de compostaje del vivero forestal.
- ✓ La preparación del espacio para establecer las composteras es importante por lo que se requiere limpiar el área de maleza, luego de esto se establecerá el tamaño de las

camas composteras, las cuales se definirán según el espacio destinado para realizar el compost, se recomiendan de 2 m de ancho por 5 m de longitud para cada una.

- ✓ Se requiere de transporte del material orgánico generado por las áreas de investigación, por lo que se recomienda realizar una ronda de recolección por parte del personal de la ENCA con ayuda de un camión pequeño, se llevará a cabo una vez por semana para su transporte a las áreas de compostaje.

ii. La preparación de las camas composteras (aboneras)

Para llevar a cabo la degradación de la materia orgánica es necesario apilarla en camas composteras, para preparar la elaboración y mantenimiento de estas se proponen los siguientes pasos:

- ✓ Los desechos orgánicos deberán ser procesados a un tamaño manejable si estos tuviesen un tamaño demasiado grande (en el caso de ramas de podas o tallos de algún tipo).
- ✓ Los desechos serán depositados en una capa sobre la cama y cubiertos por una capa de suelo, así se realizará hasta obtener un montículo de 0.60 m a 0.90 m de altura.
- ✓ Se debe mantener una temperatura de 55 °C durante 15 días, se deben realizar 5 volteos durante la semana, esto ayudará a eliminar semillas de malezas o patógenos indeseados.
- ✓ La degradación durante este tiempo permitirá degradar aproximadamente 100 kg de material orgánico para convertirlo en 20 kg de compost orgánico.

- ✓ Si las tres áreas mensualmente generan 1,546.29 kg de material orgánico mensual, si usamos la relación anterior, se producirían cerca de 309.26 kg de compost orgánico.
- ✓ Se recomienda que estas composteras sean trabajadas bajo la supervisión de los profesores encargados de cursos relacionados con temas agrícolas y ambientales.

iii. Manejo de las composteras

Se propone un manejo de desechos sólidos que involucre a todos los sectores de la ENCA, parte de este manejo consiste en la elaboración de composteras, lo que brindará oportunidades de conocimientos para los alumnos y el personal de las áreas, la idea principal es involucrar a todos en el mantenimiento de ellas.

Para el adecuado mantenimiento de las composteras, se recomienda la participación de los grupos de personas que hacen uso de las áreas de investigación (producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas), los grupos encargados serán:

- ✓ Autoridades de la ENCA: Debe proveer de equipo de seguridad para el manejo de desechos sólidos al personal y a sus alumnos encargados del manejo de los desechos orgánicos, el equipo requerido son: Transporte para los materiales de desecho orgánico, guantes, mascarillas, botas de hule, palas, carretillas, además de sacos (costales) para el compost.
- ✓ Personal de la ENCA: Serán los encargados del transporte de la materia orgánica, de la colocación de estos en un área específica que se denominará zona de recepción, y llevaran a cabo la descarga, se realizará con palas y con el equipo de protección adecuado para asegurarse del cuidado de la salud del personal.

- ✓ Docentes de la ENCA: Estos se encargaran de la supervisión y la programación de los volteos semanales de las aboneras, también asignarán a los grupos estudiantiles para turnarse, o para encargarse de aboneras específicas según cursos específicos que trataremos más adelante.
- ✓ Estudiantes de la ENCA: Los estudiantes como el principal producto de la ENCA deben participar de manera activa con la creación y el mantenimiento de las aboneras.

Esto no es algo nuevo para los estudiantes, ellos en sus módulos trabajan la parte de elaboración de aboneras, la parte innovadora es que participarán activamente con el manejo de desechos sólidos orgánicos de las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas, mientras aprenden sobre el compostaje.

iv. ¿En qué cursos se puede aplicar el manejo de desechos orgánicos?

La ENCA en su pensum de estudios toma en cuenta la realización de aboneras como opción en el manejo de los suelos y en el aporte de nutrientes de estas para la mejora de estos, en la actualidad se realizan pequeños experimentos de lombricompost, además de la elaboración de aboneras, esto durante el módulo de “Producción de hortalizas en campo abierto”. Por lo que se propone adaptar esta práctica de manera en la que ya no se realicen pequeñas aboneras experimentales, si no que se involucren los alumnos en el manejo de desechos orgánicos en aboneras generadas directamente por las áreas de trabajo de la ENCA.

Los cursos que permitirían que diferentes grupos de estudiantes sean los encargados del manejo activo de las aboneras, dadas la relación que tienen con el tema del compostaje, son los siguientes:

- ✓ “Ecología”, por su relación con los temas de fuentes de energía, transformación y aprovechamiento.
- ✓ “Edafología”, por su relación con la morfología del suelo, sus propiedades físicas y químicas.
- ✓ “Fertilidad de suelos y nutrición vegetal”, por su relación con las características físicas y químicas de los fertilizantes.

Integrar el manejo de desechos orgánicos utilizando técnicas de compostaje en una situación controlada por los docentes, permitirían el funcionamiento de las aboneras durante todo el año, ya que estos cursos se imparten por lo menos uno durante cada cuatrimestre, además permitiría a los estudiantes encargarse de la sedimentación de material orgánico de gran tamaño, llevar a cabo la preparación de las capas de las aboneras y los volteos semanales durante cada cuatrimestre permitiendo así la elaboración de compost con éxito.

v. Beneficios de la actividad de compostaje

El compost elaborado durante el año, puede ser aprovechado para actividades internas de la ENCA como las siguientes:

- ✓ Para ser utilizado en ejercicios de mejoramiento del suelo.
- ✓ Aplicaciones de compost como alternativa orgánica para proporcionar nutrientes a plantaciones.
- ✓ Agricultura orgánica.
- ✓ Mejoramiento de sustratos para el vivero forestal.
- ✓ Aplicación de compost para otras áreas de la ENCA.
- ✓ Aplicación de compost en cultivos de hortalizas.

- ✓ Investigación de química del suelo y sus nutrientes esenciales (N, P, K).
- ✓ Aplicación de compost en áreas verdes de la ENCA.
- ✓ Venta de compost para el centro de ventas.

Además de reducir el impacto de los residuos enviados a los vertederos municipales, reduciendo el volumen de estos y eliminando el riesgo de la generación de lixiviados por la degradación de la materia orgánica que pudiera generar residuos tóxicos al tener contacto con otros materiales inorgánicos.

vi. Posibles beneficios económicos de venta del compost orgánico

Según Agrocompost Guatemala, el saco de 15 kg de compost orgánico se encuentra valorado en Q. 65.00 por lo que mensualmente a ese precio el centro de ventas podría percibir Q. 1,339.00 en la venta de 21 sacos al mes, esto si se decidiera comercializar este producto.

e. Reciclaje ENCA

Derivado del proceso de segregación, obtenemos cantidades de materiales que son candidatos para ser reciclados, al ser separados previamente de otros materiales como los orgánicos o municipales.

Estos materiales pueden ser manejados de dos formas con respecto al reciclaje, y ambas serían de beneficio para la ENCA, a continuación veremos ambos:

- ✓ Se debe negociar con las empresas una extracción sin costo para la ENCA, esto beneficiaría a la ENCA en su imagen sólida como una institución comprometida con el cuidado del medio ambiente.

- ✓ La primera propuesta sería establecer convenios con empresas recicladoras que se encarguen de la extracción de materiales una vez al mes sin cobrar la extracción de estos.
- ✓ La ENCA puede realizar la donación de estos materiales sin costo alguno beneficiándose únicamente de la imagen de la institución y la reducción de materiales de desechos liberados a los vertederos municipales.

La segunda propuesta consiste en la comercialización de estos materiales y obtener beneficios económicos en la venta de ellos, actualmente las empresas recicladoras ofrecen los siguientes precios según los materiales (los precios pueden variar con el tiempo).

A continuación el cuadro 18 presentan los precios de los materiales reciclables para el año 2019-2020 obtenidos de INTERFISA, 2019:

Cuadro 18. Precios de materiales reciclables.

Material de desecho	Cantidad (kg)	Precio (Q.)
Papel no segregado	100	55.00
Papel blanco	100	50.00
Cartón	100	15.00
Cartón de color	100	10.00
Envases PET transparente	100	50.00
Envases PET de color	100	35.00
Vidrio limpio	100	15.00
Vidrio sucio	100	10.00
Aluminio	100	240.00
Nylon	100	35.00
Tetra pack	100	25.00

Para el caso de la ENCA el margen de ganancia por la venta de los materiales de desecho generados por estas tres áreas (Producción de hortalizas, vivero forestal, centro de ventas) es mínimo, esto debido a que no se generan suficientes materiales de desecho con características deseables para el reciclaje, los candidatos para esta actividad son los siguientes:

- ✓ Envases de plástico PET: Las tres áreas en total generan un aproximado de 16.11 kg de envases PET, lo que promedia un total de 193.32 kg al año.
- ✓ Tetra Pack: Se generan alrededor de 2.68 kg al mes, en un año se estiman alrededor de 32.16 kg.
- ✓ Cartón: En un mes se generan aproximadamente 5.42 kg y anualmente 65.04 kg de cartón obtenida de las tres áreas.
- ✓ Aluminio: este proveniente de latas desechadas genera alrededor de 5.91 kg mensuales y un total anual de 70.92 kg.

Es necesario resaltar que las empresas recicladoras compran los materiales por 100 kg, nuestras tres áreas de investigación no generan altas cantidades de estos materiales, por lo que de manera experimental se hará el ejercicio de la obtención de ganancias según las cantidades de desechos generadas. El cuadro 19 presenta el margen de las posibles ganancias en la venta de los materiales reciclables generados por kilogramo en las áreas de investigación:

Cuadro 19. Margen de ganancias generadas.

Materiales:	Desechos mensuales (kg)	Desechos anuales (kg)	Precio por 100 (kg)	Mensual (Q.)	Anual (Q.)
Envases de plástico	16.11	193.32	35.00	563.85	6,766.20
Tetra pack	2.68	32.16	25.00	67.00	804.00
Cartón	5.42	65.04	10.00	54.20	650.40
Aluminio	5.91	70.92	240.00	1,418.40	17,020.80
				2,103.45	25,241.40

El resto de materiales como envoltorios de comida procesada, papel higiénico, textiles usados, o sólidos incompatibles como el duroport se consideran desechos comunes municipales, por lo que las empresas recicladoras no se hacen cargo de ellos, estos continuarán siendo llevados a vertederos municipales.

2.6. CONCLUSIONES

1. Se identificaron ocho categorías de materiales de desecho según sus propiedades cualitativas, estas categorías pueden ser divididas en dos grandes grupos, el grupo de materiales de carácter reciclable con los que se realizaron las diferentes propuestas de aprovechamiento que pueden generar beneficios económicos para la ENCA y el grupo de materiales de desecho de carácter ordinario que son todos aquellos residuos que ya no tienen algún valor útil para el aprovechamiento por lo tanto pueden ser descartados.
2. Se determinó basado en el método de cuarteo que el peso anual de los materiales de las tres áreas de estudio en total suman cerca de 21,261.24 kg de materiales de desecho sin segregar, los cuales son enviados a vertederos municipales a través del tren de aseo municipal, aplicando el adecuado manejo de desechos sólidos propuesto, se estarían enviando únicamente 2,278.80 kg de residuos de carácter ordinario anuales a vertederos municipales reduciendo el volumen de materiales liberados al ambiente, mientras que la ENCA se favorecería de los otros 18,982.44 kg de materiales en aprovechamiento basado en actividades de compostaje y reciclaje.
3. El trabajo en conjunto de las autoridades, el personal administrativo, docentes y estudiantes permitirá que el flujo en el sistema de manejo de desechos sólidos en su segregación, reciclaje y aprovechamiento se establezca como un sistema permanente dentro de las instalaciones de la ENCA, esto ubicará a la Escuela Nacional Central de Agricultura como una institución ambientalmente responsable y de ejemplo como institución educativa a nivel nacional ecológicamente auto sostenible en el manejo de sus residuos sólidos.
4. La mejora de las condiciones actuales en las áreas destinadas a la disposición temporal de los desechos y residuos sólidos (áreas de basureros) ayudarán a mejorar la imagen de la institución ante los aspirantes a nuevo ingreso lo que le proporcionará a la ENCA un plus desde la perspectiva del cuidado del medio ambiente.

2.7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mantener los convenios con las empresas extractoras de desechos de manejo especial como los agroquímicos, hidrocarburos y hospitalarios generados por las áreas de mantenimiento, hortalizas, vivero forestal y la clínica médica.
2. Se recomienda la aplicación del método de cuarteo para el resto de las áreas de trabajo de la ENCA para establecer un plan maestro de reciclaje, de esta manera la propuesta de beneficiarse económicamente probablemente sería viable dado el tamaño de la institución.
3. Se recomienda la reubicación de la caseta de disposición temporal de los residuos y desechos sólidos en el área del centro de ventas (centro de acopio) ya que se encuentra expuesta y a la intemperie en un área visible para el público en general, para ello debe mejorarse con infraestructura para que el público tenga a la vista el manejo de desechos sólidos responsable por parte de la ENCA.
4. Para dar seguimiento con los procesos de reciclaje, se recomienda que coordinación académica se asegure de que los alumnos cumplen con la segregación adecuada de los desechos sólidos a través del sector docente y se asegure de introducir en el pensum de estudios la parte de compostaje en los cursos recomendados en la propuesta.
5. Se recomienda que coordinación de producción al ser encargada de las áreas de inversión, considere el mejoramiento de las áreas de disposición de los desechos con las estructuras modulares para materiales de desechos identificados para su adecuada segregación para garantizar de que los residuos no sean dispuestos en un mismo sitio sin ser segregados previamente.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarez, S. (2005). *La Descomposición de Materia Orgánica en Humedales: La Importancia del Componente Microbiano*. Obtenido de Ecosistemas, 14(2), 17-29: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Alvarez-2005.pdf>
2. Congreso de la República de Guatemala. (1997). *Decreto 90-97: Código de Salud*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, noviembre 7, 2336-2340 : https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/716#gsc.tab=0
3. Congreso de la República de Guatemala. (2002). *Decreto no. 12-2002: Código Municipal de Guatemala*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, mayo 13, 1-13: https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/252
4. Flores Prado, L., Muñoz Reyes, J., López Vivar, J., Roldán Girón, R., & Toro Frederikc, M. (2014). *Ciencias Naturales*. Santiago, Chile: Santillana.
5. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
6. Herrera Herrera, W. G. (2009). *Evaluación de Aspersiones Foliares de Extractos Foliares de (Equinaza y Vermicompost), en el Rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L.) y Servicios Desarrollados en la Escuela Nacional Central de Agricultura – ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10490/1/Trabajo%20de%20graduacion.pdf>
7. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala (INSIVUMEH). (2018). *Archivo: Boletín Diario Vulcanología*. Obtenido de Guatemala: INSIVUMEH: Boletín Diario Vulcanología
8. INTERFISA, Guatemala. (2019). *Servicios; Precios de Materiales Reciclables*. Obtenido de Guatemala: INTERFISA: <http://www.interfisa.com.gt/servicio/>
9. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2015). *Acuerdo Gubernativo Número 281-201: Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, enero 16, 22-23:

https://www.minfin.gob.gt/images/downloads/leyes_acuerdos/acuerdogub281_130116.pdf

10. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN). (2016). *Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales Para la Gestion Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Obtenido de Guatemala: MARN:
<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/14406.pdf>
11. Montoya Rendon, A. F., Valencia Hurtado, S. H., Sánchez Mesa, A. M., & Vélez Gonzáles, J. M. (2012). *Valoración de los Residuos Sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como Sistema Alternativo de Aprovechamiento*. Obtenido de Cuaderno Activa, 10(1), 67 - 86:
<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/download/494/665/>
12. Organizacion Panamericana para la Salud, OPS. (2018). *Notas Técnicas sobre Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias*. Obtenido de OPS:
https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1087:who-technical-notes-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-in-emergencies&Itemid=0&lang=es
13. Ozores-Hamton, M. (2017). *Guía para la Utilización Exitosa de Composta en la Producción de Hortalizas*. Obtenido de México: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (INTAGR).
14. Pico Pérez, K. G. (2015). *Estudio Descriptivo del Sistema de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios del Casco Urbano del Municipio de San Juan La Laguna, en el Año 2015, Sololá, Guatemala, C.A*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala):
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5955/1/Katherine%20Guadalupe%20Pico%20P%C3%A9rez%20-%20Estudio%20Desc.%20del%20sist.%20de%20manejo%20de%20los%20Res.%20Sólidos%20domiciliar.pdf>
15. Presidencia de la República, Guatemala. (2005). *Acuerdo Gubernativo No. 111-2005: Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos*. Obtenido de Diario de Centro América, Guatemala, abril 6, 28 p:
<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/59.pdf>

16. Quill, I. (24 del 08 de 2018). Producción Animal [Guatemala: Escuela Nacional Central de Agricultura], Área de Producción Animal. (J. Inglés, Entrevistador)
17. Ramírez Estrada, M. E. (2015). *Situación Actual de los Residuos y Desechos Sólidos en la Cabecera Municipal de Chicacao Suchitepéquez. Propuesta Técnica del Plan de Gestión Municipal*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala):
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6057/1/SITUACI%C3%93N%20ACTUAL%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20Y%20%20DESECHOS%20S%C3%93LIDOS%20%20Y%20SERVICIOS%20REALIZADOS%20%20EN%20LA%20CABECERA%20MUNICIPAL%20DE%20CHICACAO%20SUCHIT~1.pdf>
18. Say Chamán, A. B. (2018). *Manejo de la Basura y su Clasificación*. Obtenido de (EPS Lic., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades: Guatemala): http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_1989.pdf
19. Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional para Mesoamérica, Costa Rica (UICN). (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica*. (G. Aguilar Rojas, & A. Iza, Edits.) Obtenido de Costa Rica: Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional Mesoamérica (UICN):
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ELC-017.pdf>
20. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Obtenido de Guatemala: IARNA: <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40177>
21. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2018). *Ecosistemas de Guatemala*. Obtenido de Guatemala: IARNA: <http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/>

19. Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional para Mesoamérica, Costa Rica (UICN). (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica*. (G. Aguilar Rojas, & A. Iza, Edits.) Obtenido de Costa Rica: Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional Mesoamérica (UICN):
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ELC-017.pdf>
20. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad Local y Creciente Construcción de Riesgo*. Obtenido de Guatemala: IARNA:
<https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40177>
21. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2018). *Ecosistemas de Guatemala*. Obtenido de Guatemala: IARNA: <http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/>

 Rolando Barrios

2.9. ANEXOS

2.9.1. Formularios “A” y “B” de las áreas de investigación

The image shows two forms for vegetable production, labeled 'A' and 'B', with green highlights and handwritten notes. Form A is on the left and Form B is on the right.

Form A:

- 1) ¿Cubre o abastece un abastecedor al agua en el cultivo? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 2) ¿Produce algún residuo o desecho? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 3) ¿Se utilizan productos químicos, pesticidas o plaguicidas? ☒ No, especificar: *No se utilizan por el uso de agua en agricultura.*
- 4) ¿Se utilizan algunos residuos que se utilizan, reducen o evita? ☒ No, especificar: *No se utilizan.*
- 5) ¿Cubre o abastece un productor de basura en el lugar? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 6) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar? ☒ Papel, ☒ cartón, ☒ vidrio, ☒ plástico, ☒ metal, ☒ otros: *se genera bastante basura por el uso de agua en agricultura.*
- 7) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso? ☒ No, especificar: *ninguno de los anteriores.*
- 8) ¿Cubre o abastece un productor de desechos en el lugar? ☒ No, especificar: *el tipo de desecho se genera en el lugar.*
- 9) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar? ☒ No, especificar: *No existe.*

Form B:

- 1) ¿Cubre o abastece un productor de basura en el lugar? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 2) ¿Produce algún residuo o desecho? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 3) ¿Se utilizan productos químicos, pesticidas o plaguicidas? ☒ No, especificar: *No se utilizan por el uso de agua en agricultura.*
- 4) ¿Se utilizan algunos residuos que se utilizan, reducen o evita? ☒ No, especificar: *No se utilizan.*
- 5) ¿Cubre o abastece un productor de basura en el lugar? ☒ No, especificar: *No se produce por el uso de agua en agricultura.*
- 6) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar? ☒ Papel, ☒ cartón, ☒ vidrio, ☒ plástico, ☒ metal, ☒ otros: *ninguno.*
- 7) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso? ☒ No, especificar: *ninguno de los anteriores.*
- 8) ¿Cubre o abastece un productor de desechos en el lugar? ☒ No, especificar: *el tipo de desecho se genera en el lugar.*
- 9) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar? ☒ No, especificar: *No existe.*

Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 22A. Formularios de producción de hortalizas.

Vivero Forestal "A"

7) ¿Sabe a dónde se dirige el agua ya utilizada?
NO

8) ¿Produce algún ruido o sonido fuerte?
NO

9) ¿Las actividades producen gases, emisiones o sonidos fuertes?
NO

10) ¿Existe alguna medida que lo elimine, reduzca o evite?
NO

Resechos:

11) ¿Sabe cuánto se produce de basura en el lugar (peso)?
NO

12) ¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?
Papel cartón Vidrio Orgánico plástico

13) ¿Se genera algún tipo de desecho que considere peligroso?
Si, en cuanto a la aplicación de Agroquímicos

14) ¿Sabe usted que se hace con la basura luego de desecharla?
NO

15) ¿Hay mecanismos para disminuir la cantidad de desechos generados en el lugar?
NO

16) ¿Ha recibido quejas de otras personas sobre la actividad realizada?
NO

17) ¿La actividad que realiza es riesgosa para su salud o la de los demás?
Si, en cuanto a la aplicación de Agroquímicos

18) ¿Es necesario utilizar equipo de seguridad en su trabajo y de ser así se le proporciona?
No usa, pero es necesario. Si utiliza
No es necesario. Si es necesario, si se le proporciona

19) ¿Ha sufrido algún malestar o padecimiento médico a causa de su trabajo?
Intoxicaciones por aplicación de Agroquímicos

Resechos:

¿Existe algún tipo de manejo?
Tiende a ser de cero
Resechos de volumen NO

Cantidad de desechos sólidos que maneja en el área:
NO

Métodos utilizados para cuantificar desechos sólidos:
Ninguno

¿Existe un tren de uso, cada cuánto pasa?
Si

¿Qué tipo de basura se genera en el lugar?
Papel cartón Vidrio Orgánico plástico
Resechos

Manejo de desechos peligrosos:
Químicos agrícolas
Mordida

Zonas específicas de disposición temporal o final:
Resaca Central a lado de
Calle Principal

Métodos para la reducción de volumen de residuos del lugar:
Ninguno / no hay exclusiones de alguno

Vivero Forestal "B"

Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 23A. Formularios del vivero forestal.

Centro
de
Ventas

Figura 24A. Formularios del centro de ventas.

2.9.2. Zonas de disposición de los residuos y desechos sólidos en las áreas de investigación



Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 25A. Desechos municipales, área de producción de hortalizas.



Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 26A. Zona de descarga de desechos orgánicos, producción de hortalizas.



Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 27A. Depósitos de residuos y desechos sólidos de la bodega principal, producción de hortalizas.



Fuente: elaboración propia 2018.

Figura 28A. Caseta de contenedores para la disposición temporal de residuos y desechos sólidos, Producción de hortalizas.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 29A. Área de disposición temporal de residuos y desechos sólidos, vivero forestal.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 30A. Pila de compostaje en malas condiciones, vivero forestal.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 31A. Zona de disposición temporal de residuos y desechos sólidos de la entrada principal, centro de ventas.



CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA SECCIÓN ADMINISTRATIVA DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

3.1. PRESENTACIÓN

Como parte del ejercicio profesional supervisado “EPS” se realizaron los servicios de “análisis de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales” y el “cálculo teórico de volumen y peso” generados por las diferentes áreas de trabajo de la ENCA.

El interés de la ENCA para realizar un análisis de amenazas nace a partir de la necesidad de generar información sobre su estado actual de procesos que puedan generar algún tipo de impacto negativo para el medio ambiente que pudiera poner en riesgo la integridad o la salud de su personal tanto administrativo, de campo o estudiantil así como poner en riesgo los recursos naturales. Para ello se llevó a cabo un análisis de amenazas basado en los criterios de la Secretaría de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN) para la gestión de riesgo de proyectos obtenidas en la sección de proyectos de la ENCA. (SEGEPLAN, 2018). En el cual se tomaron en cuenta las posibles amenazas naturales, socio-Naturales, antropogénicas y tecnológicas que pudiesen poner en riesgo a las personas o a la institución ante desastres naturales o accidentales.

También se realizó el cálculo teórico para la obtención de las cantidades en volumen y peso de los diferentes materiales de residuos sólidos generados por las distintas áreas de trabajo de la ENCA, para complementar la investigación sobre la cuantificación y caracterización de los residuos y desechos sólidos generados por las actividades cotidianas de las diferentes áreas de trabajo, se descubrió que cerca de 120,660 kg de residuos sólidos de carácter domiciliar teóricamente son enviados al vertedero municipal cada año, lo que pondría en alerta a las autoridades de la ENCA para poner en marcha algún tipo de plan para la segregación y aprovechamiento de estos materiales de desecho de los que se puedan generar beneficios para la institución.

3.2. Servicio 1: ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES, ANTROPOGENICAS Y AMBIENTALES DENTRO DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA ENCA

3.2.1. Objetivos

A. Objetivo general

Identificación de vulnerabilidades encontradas dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” en las áreas de residencias estudiantiles, centro de ventas, vivero forestal, producción de hortalizas, producción animal, aserradero y talleres.

a. Objetivos específicos

1. Levantamiento de puntos GPS sistema de coordenadas WGS84 para la creación de shapfiles georreferenciados para la ubicación de los puntos GPS.
2. Elaboración de matrices basado en el método matricial según la Guía AGRIP de SEGEPLAN para el análisis y evaluación de riesgos dentro de las diferentes áreas de estudio.
3. Elaboración de los mapas de ubicación de las áreas con posibles amenazas naturales antropogénicas y ambientales dentro de la ENCA.

3.2.2. Metas del análisis de riesgo de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales

- ✓ La ENCA localizará los posibles riesgos que amenazan la salud o la integridad de las personas dentro de sus instalaciones con mayor eficacia.
- ✓ Fortalecer las decisiones de la ENCA para actuar ante eventos de alto riesgo dentro de sus instalaciones.
- ✓ Se Ayudará a la ENCA a desarrollar futuros planes de mitigación ante eventos naturales con la información levantada.
- ✓ La ENCA se favorecerá de una base de datos digital que identifiquen de manera visual las zonas vulnerables dentro de sus instalaciones
- ✓ Facilitar a la ENCA herramientas visuales por medio de mapas de ubicación.

3.2.3. Metodología

A. Fase de gabinete para el levantamiento de información

- ✓ Consulta de información de fuentes secundarias para obtener las matrices de identificación de zonas vulnerables basado en los criterios de la Secretaría de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN) para la gestión de riesgo de proyectos obtenidas en la sección de proyectos de la ENCA. (SEGEPLAN, 2018)
- ✓ Preparación de matrices para cada área de trabajo enfocadas en las amenazas que presenten las siguientes variables: naturales, socio-Naturales, antropogénicas y tecnológicas.

- ✓ Planificación de las visitas de campo para las áreas de Residencias Estudiantiles, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y Talleres.
- ✓ Preparación de la matriz basada en la guía AGRIP de SEGEPLAN para la evaluación de proyectos como se presenta en la figura 32.

ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS QUE PODRIAN AFECTAR EL PROYECTO PROPUESTO				
AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad			----
	Vulcanismo			----
	Hundimientos o Subsidencias.			----
	Inundaciones			----
	Huracanes y/o depresiones tropicales			----
	Vientos Fuertes			----
	Otras			----
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos			----
	Derrumbes			----
	Deslaves			----
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales			----
	Otras:			----
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales			----
	Accidentes (terrestres, aéreos.)			----
	Explosiones			----
	Hundimientos por colapso de drenajes.			----
	Derrames de sustancias toxicas o dañinas			----
	Otras:			----
INSTRUCCIONES DE LLENADO:				

Fuente: elaborado en base a la guía AGRIP, 2018.

Figura 32. Matriz SEGEPLAN para el análisis de amenazas.

- ✓ El llenado de las matrices se llevará a cabo basado en la guía AGRIP (2018) que indica a continuación la figura 33 y luego se aplicaran los para establecer la intensidad de las amenazas encontradas, como se muestra en la figura 34.

INSTRUCCIONES DE LLENADO:	
1. Califique la <u>Intensidad</u> de las amenazas indentificadas en las columna (1) y de acuerdo a los criterios de la tabla # 1, ponderación del factor de intensidad de la amenaza.	
2. Califique la <u>Frecuencia</u> de las amenazas indentificadas en la columna (2), de acuerdo a los criterios de la tabla # 2, ponderación del factor de frecuencia de la amenaza.	
3. Una vez calificados los valores (Intensidad y Frecuencia), el <u>nivel de la relacion intensidad y frecuencia de la amenaza</u> , columna (3), se calcula automáticamente mediante una ponderación según los criterios definidos en la tabla # 3, relación Frecuencia e Intensidad.	

Fuente: elaborado en base a la guía AGRIP, 2018.

Figura 33. Instrucciones de llenado de matrices.

TABLA No. 1 PONDERACIÓN DEL FACTOR DE INTENSIDAD DE LA AMENAZA		
AFECTACIÓN	CRITERIO	VALORACIÓN
MUY ALTA	Colapso total, interrupción de servicios, daños severos e irreparables	4
ALTA	Colapso parcial, interrupción parcial de los servicios, daños considerables	3
MEDIA	Daños moderados, sin interrupción de los servicios, pérdidas económicas de poca magnitud en la infraestructura	2
BAJA	Daños leves a la infraestructura, sin interrupción de los servicios	1

TABLA No. 2 PONDERACIÓN DEL FACTOR DE FRECUENCIA DE LA AMENAZA		
AFECTACIÓN	CRITERIO	VALORACIÓN
MUY ALTA	El evento se presenta anualmente	4
ALTA	El evento se presenta a intervalos de 3 años	3
MEDIA	El evento se presenta a intervalos de 7 años	2
BAJA	El evento se presenta a intervalos de 20 años	1

TABLA No. 3 NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA				
	FRECUENCIA			
INTENSIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA
MEDIA	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA
ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA

Fuente: elaborado en base a la guía AGRIP, 2018.

Figura 34. Instrucciones de llenado según criterios AGRIP.

B. Fase de campo para el establecimiento de las áreas

- ✓ Visitas de campo a las áreas de Residencias Estudiantiles, Cocina, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y Talleres.
- ✓ Colecta de puntos GPS enfocados en las variables naturales, socio-Naturales, antropogénicas y tecnológicas que para el caso de la ENCA son: zonas de descarga de aguas de uso doméstico o de manejo especial que van directamente al sistema de tratamiento del drenaje sanitario interno, emisiones de gases o malos olores producto de la descomposición de materia orgánica o desechos sólidos que puedan ser foco de enfermedades y riesgo a explosiones o incendios, Dátum WGS84.

C. Fase de post gabinete para la elaboración de mapas

- ✓ Descripción de impactos en las áreas de interés.
- ✓ Aplicación de matrices Según Guía AGRIP de SEGEPLAN para las áreas de Residencias Estudiantiles, Cocina, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y Talleres.
- ✓ Descarga de puntos GPS para la edición de capas de las zonas de interés dentro de la ENCA.
- ✓ Elaboración de capas para mapas de ubicación de emisiones, riesgo de incendios y explosiones, drenajes de descarga de aguas servidas.

- ✓ Elaboración de capas de identificación de impactos para la elaboración de mapa que contienen datos concernientes al tipo de impacto y su medida de mitigación actual.
- ✓ Elaboración de mapas señalando cada zona de generación de impacto ambiental o vulnerabilidad para el medio ambiente.

3.3.4. Resultados del análisis de amenazas naturales, antropogénicas y ambientales de la ENCA

A. Fase de gabinete, levantamiento de información

Como parte del monitoreo ambiental realizado en la ENCA, se requiere de la identificación de las zonas en las que las actividades cotidianas antropogénicas realizadas por la población estudiantil y sus actividades de producción relacionadas a los temas de educación, puedan ocasionar algún tipo de impacto que pueda poner en riesgo a los alumnos y al medio ambiente, es necesario establecer el tipo de medida de mitigación que ayude a reducir, eliminar o evitar el efectos que puedan ser negativos. Las áreas de estudio son las siguientes: Residencias Estudiantiles, Cocina, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y Talleres, ya que estas son las áreas de uso cotidiano para las actividades de producción o de prácticas estudiantiles dentro de la ENCA.

Para obtener el criterio de análisis se utilizó la tabla de intensidad vs frecuencia propuesta por SEGEPLAN (2018) para que los eventos se puedan categorizar por niveles Bajo, Medio o Alto valuados de 1 a 3 según la escala de intensidad según las matrices propuestas, que al ingresarse los datos para cada una de las áreas de trabajo proporcionaron los siguientes resultados:

B. Fase de campo y colecta de puntos GPS de las áreas de estudio

a. Visitas de campo y Colecta de puntos GPS

Las visitas de campo se realizaron para identificar las áreas vulnerables de amenazas naturales antropogénicas y ambientales, se planificaron para llevarse a cabo en la primera y segunda semana de lunes a viernes durante el mes de octubre de 2018, se utilizó un equipo de la marca Garmin® para realizar la colecta de puntos GPS bajo el sistema de coordenadas WGS84 en coordenadas geográficas, Datum WGS84, se colectaron puntos de las siguientes áreas: Residencias Estudiantiles, Cocina, Centro de Ventas, Vivero Forestal, Producción de Hortalizas, Producción Animal, Aserradero y Talleres, el cuadro 20 presenta los puntos ya descargados de las áreas de interés colectadas.

Cuadro 20. Posición de puntos colectados dentro de la ENCA.

No.	Área	Coordenada	Altitud
1	Cocina	N14 32.381 W90 36.783	1295 m
2	Residencias	N14 32.404 W90 36.838	1314 m
3	Basurero residencia	N14 32.433 W90 36.821	1325 m
4	Residencia profesores	N14 32.445 W90 36.781	1338 m
5	Lavandería	N14 32.446 W90 36.774	1340 m
6	Residencia director	N14 32.474 W90 36.767	1345 m
7	Centro de ventas	N14 32.454 W90 36.745	1357 m
8	Garita	N14 32.454 W90 36.719	1370 m
9	Pileta de compostaje	N14 32.344 W90 36.675	1362 m
10	Vivero forestal	N14 32.346 W90 36.659	1364 m
11	Hortalizas	N14 32.327 W90 36.604	1366 m
12	Desechos orgánicos animales	N14 32.310 W90 36.588	1364 m

Continuación cuadro 20

13	Drenaje bodega 1	N14 32.305 W90 36.558	1363 m
14	Drenaje bodega 2	N14 32.315 W90 36.555	1364 m
15	Descarga de agua	N14 32.301 W90 36.551	1363 m
16	Desechos orgánicos 1	N14 32.273 W90 36.565	1366 m
17	Desechos orgánicos 2	N14 32.254 W90 36.625	1369 m
18	Área de talleres	N14 32.247 W90 36.854	1413 m
19	Basurero producción animal	N14 32.141 W90 36.797	1416 m
20	Fosa producción animal	N14 32.140 W90 36.790	1428 m
21	Biodigestor	N14 32.115 W90 36.733	1431 m
22	Separadora de solidos	N14 32.158 W90 36.765	1442 m

Estos puntos representan las zonas que pueden representar una amenaza o provocar algún impacto dentro de las diferentes áreas de trabajo de la ENCA.

C. Fase de post gabinete, el análisis matricial y elaboración de mapas

En esta fase se presentan los resultados de la aplicación y el análisis de la matriz de SEGEPLAN según las características de las áreas de trabajo de la ENCA.

a. Residencias estudiantiles

El área de Residencias Estudiantiles debido a la ubicación del terreno y la infraestructura, es una zona con baja vulnerabilidad a eventos naturales, socio-naturales, antropogénicas o tecnológicas, los impactos ambientales encontrados son impactos generados por la actividad cotidiana como: las aguas de uso domiciliario producto de drenajes sanitarios,

duchas, lavamanos, el área de lavandería, las cuales contienen jabones y detergentes los cuales son dirigidos a través de la red de drenajes subterráneos hasta la planta de tratamiento ubicada dentro de las instalaciones de la ENCA, y los desechos sólidos los cuales son depositados en un área de contenedores, estos desechos son transportados por un tren de aseo, tres veces por semana el cual dirige los desechos a un vertedero municipal autorizado.

Como se puede apreciar en la figura 31, la principal amenaza latente es la tecnológica, en el inciso de “otros” la cual pertenece una falla estructural en el diseño, ubicación e infraestructura de la caseta de contenedores de residuos y desechos sólidos, lo que la convierte en un atrayente para vectores de enfermedades como cucarachas, ratones o moscas que puedan convertirse en foco de enfermedades. Cabe destacar que el área designada para los contenedores de basura se encuentra en las cercanías de la residencia número 2, lo cual podría causar algún malestar en los alumnos residentes en temas de emisiones de malos olores.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	2	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	2	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos,)	1	1	BAJO
	Explosiones	1	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de sustancias tóxicas o dañinas	1	1	BAJO
	Otras:	2	2	MEDIO

Figura 35. Matriz aplicada al área de residencias estudiantiles.

b. Centro de Ventas

El área de centro de ventas, los impactos encontrados fueron los de drenajes de uso domiciliario derivado de lavamanos, pilas y baños, no existe riesgo de eventos naturales. Los desechos son manejados por el tren de aseo municipal encargado de la extracción y el material orgánico se aprovecha para el alimento de los animales de granja en producción animal. En las áreas cercanas al centro de ventas correspondientes a la garita, se encuentran dos baños uno para los visitantes que en la actualidad se encuentra inhabilitado y el baño correspondiente a la garita, en este específicamente se detectó la emisión de malos olores provenientes del sistema de drenajes, estas amenazas se presentan en la figura 36.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	2	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	2	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos.)	1	1	BAJO
	Explosiones	1	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	2	2	MEDIO
	Derrames de substancias toxicas o dañinas	1	1	BAJO
	Otras:	2	2	MEDIO

Figura 36. Matriz aplicada al área del centro de ventas.

c. Vivero Forestal

En el área de vivero forestal, se detectaron sistemas de drenaje de aguas de uso domiciliar, además de pilas de compostaje para el aprovechamiento de materia orgánica en descomposición, no existe un plan de manejo específico para ello, la actividad de compostaje se realiza a criterio del personal del área. El área de vivero forestal solo presenta la amenaza tecnológica debido al diseño de las áreas de disposición temporal de sus desechos sólidos y el diseño de su pila de compostaje presentes en la figura 37.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderación del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderación del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	1	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	2	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos,)	1	1	BAJO
	Explosiones	1	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de sustancias tóxicas o dañinas	2	1	BAJO
	Otras:	2	2	MEDIO

Figura 37. Matriz aplicada al área de vivero forestal.

d. Producción de Hortalizas

En el área de producción de hortalizas, al igual que en otras áreas de producción el riesgo a eventos naturales catastróficos es menor dadas las condiciones del lugar, solo es propenso a amenazas tecnológicas debido al manejo del personal del área, los efectos dañinos al medio ambiente más probable es la contaminación por agroquímicos que en su efecto es mitigada por el control del personal del área para la regularización del uso de estos, otro posible foco de emisiones encontrado es el área destinada para bovinaza, de no ser manejada en tiempo adecuado puede convertirse en foco de malos olores y enfermedades transmitidas por moscas debido a su proliferación en el lugar la amenaza se presenta en la figura 38.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	1	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	2	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos.)	1	1	BAJO
	Explosiones	1	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de sustancias tóxicas o dañinas	2	1	BAJO
	Otras:	2	2	MEDIO

Figura 38. Matriz aplicada al área de producción de hortalizas.

e. Producción Animal

En el área de producción animal se generan desechos sólidos que en efecto es mitigada por el uso de una separadora de sólidos y un biodigestor, en la actualidad el biodigestor se encuentra en estudio técnico de aguas residuales para un óptimo funcionamiento debido a su efluente de descarga de aguas de manejo especial, los residuos animales y desechos de uso hospitalario animal son desechados en una fosa común la cual requiere de atención debido a los lixiviados que se producen por la descomposición que pueden contaminar el suelo del lugar, se cuenta además con una planta a la cual solo personal autorizado tiene acceso debido al riesgo de explosiones debido a su funcionamiento con hidrocarburos esta problemática se presenta en la figura 39.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	1	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	1	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos.)	1	1	BAJO
	Explosiones	2	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de substancias toxicas o dañinas	2	1	BAJO
	Otras:	3	2	ALTO

Figura 39. Matriz aplicada al área de producción animal.

f. Aserradero

El área de aserraderos no es propensa a eventualidades naturales debido a sus características del suelo y su ubicación, los únicos impactos generados son causados por el uso de aguas de tipo domiciliar generado por lava manos, pilas y baños. El aserradero a pesar de ser un área que trabaja con maderas, presenta las medidas adecuadas en cuanto a seguridad para evitar accidentes de carácter antropogénico como incendios ya que dispone en sus áreas con extintores y mantiene bajo llave los elementos inflamables, problemática presentada en la figura 40.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderacion del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderacion del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	1	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	1	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos,)	1	1	BAJO
	Explosiones	2	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de sustancias tóxicas o dañinas	2	1	BAJO
	Otras:	1	1	BAJO

Figura 40. Matriz aplicada al área del aserradero.

g. Talleres

En el área de talleres se producen impactos en el agua de uso domiciliario, proveniente de baños, lavamanos, regaderas, además del agua utilizada para lavar los vehículos, otro de los impactos detectados en el área es el del manejo de los hidrocarburos, La bomba de gasolina es manejada únicamente por el personal del área por motivos de seguridad, además se detectaron derrames de aceites producto de los servicios automotrices, los cuales causan contaminación en el suelo, se requiere tomar en cuenta para mejorar las condiciones del área de contención de estos residuos. La mayor amenaza latente se presenta en la figura 41, fué descubierta en el área de talleres es el posible derrame de sustancias tóxicas como hidrocarburos.

AMENAZAS		INTENSIDAD (1)	FRECUENCIA (2)	NIVEL DE LA RELACION INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA AMENAZA (cálculos metodología Segeplan) (3)
		Calificación según la ponderación del factor de intensidad de la amenaza tabla #1	Calificación según la ponderación del factor de frecuencia de la amenaza tabla #2	
NATURALES	Sismicidad	1	1	BAJO
	Vulcanismo	1	1	BAJO
	Hundimientos o Subsidencias.	1	1	BAJO
	Inundaciones	1	1	BAJO
	Huracanes y/o depresiones tropicales	1	1	BAJO
	Vientos Fuertes	1	1	BAJO
	Otras	1	1	BAJO
SOCIO-NATURALES	Deslizamientos	1	1	BAJO
	Derrumbes	1	1	BAJO
	Deslaves	1	1	BAJO
ANTROPOGENICAS	Conflictos sociales	1	2	BAJO
	Otras:	1	1	BAJO
TECNOLOGICAS	Incendios estructurales	2	1	BAJO
	Accidentes (terrestres, aéreos.)	1	1	BAJO
	Explosiones	2	1	BAJO
	Hundimientos por colapso de drenajes.	1	1	BAJO
	Derrames de sustancias tóxicas o dañinas	2	2	MEDIO
	Otras:	2	1	BAJO

Figura 41. Matriz aplicada al área talleres.

h. Mapas de ubicación

Como última parte de la fase de post gabinete basado en los descubrimientos de las matrices, las variables constantes de amenaza encontradas fueron tres, descritas a continuación:

i. Contaminación del suelo, emisiones de gases y malos olores

Este mapa referencia a las diferentes áreas desechos sólidos como basureros o áreas de disposición temporal o final para residuos, materiales de desecho o descomposición de materia orgánica, contaminación del suelo por lixiviados de desechos sólidos, lo que le permitirá a la ENCA tener un referente visual y la ubicación de estos en cualquier momento de requerir la información como se ve en la figura 42.

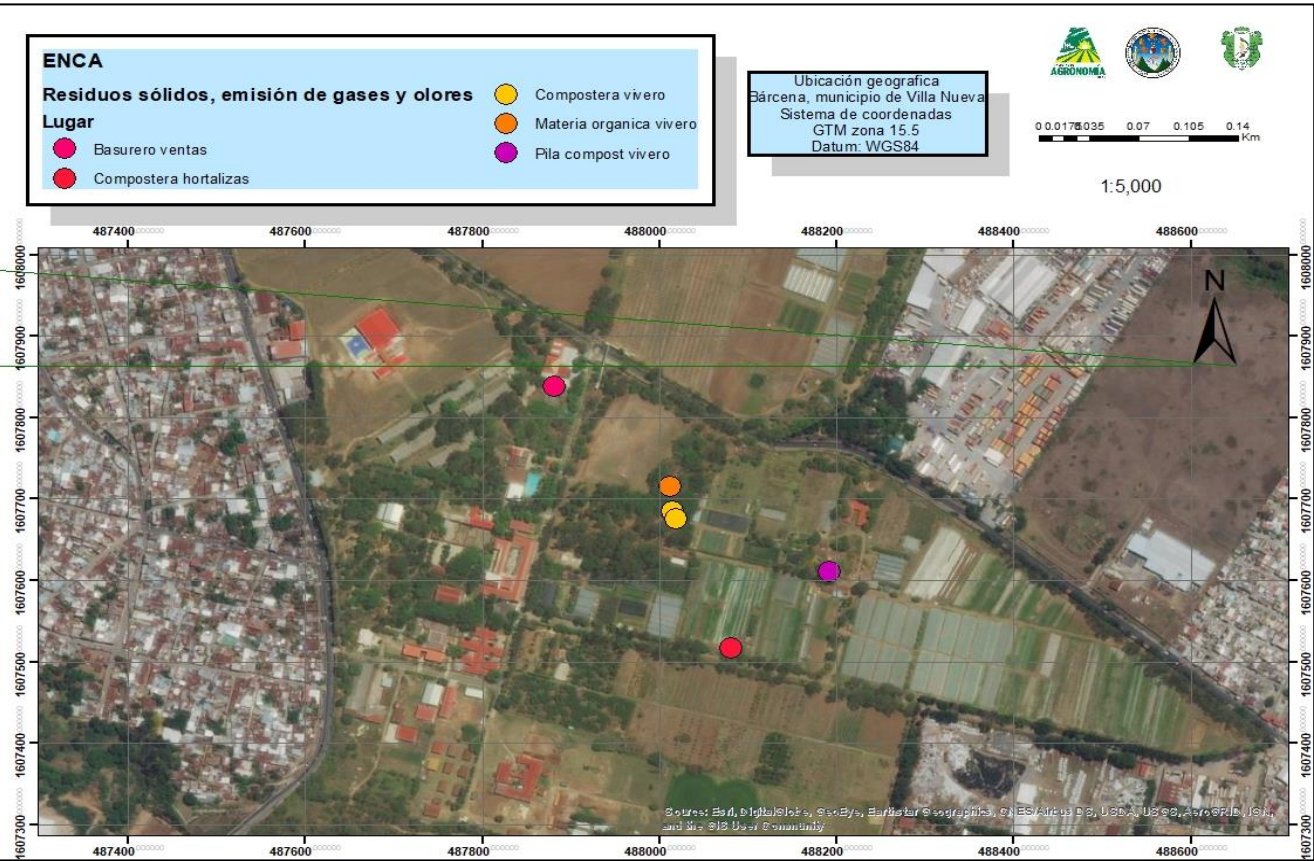


Figura 42. Mapa de ubicación de las áreas de disposición de residuos sólidos.

ii. Zonas de descarga de aguas residuales

Se refiere a las áreas de descarga de aguas de uso doméstico como es el caso de zonas de descarga de pilas, lavamanos, drenajes de servicios sanitarios y de manejo especial como el efluente del biodigestor entre otros, estos se presentan en la figura 43, la ENCA se beneficiará teniendo la ubicación exacta de estos puntos para aplicar medidas de mitigación futuras.

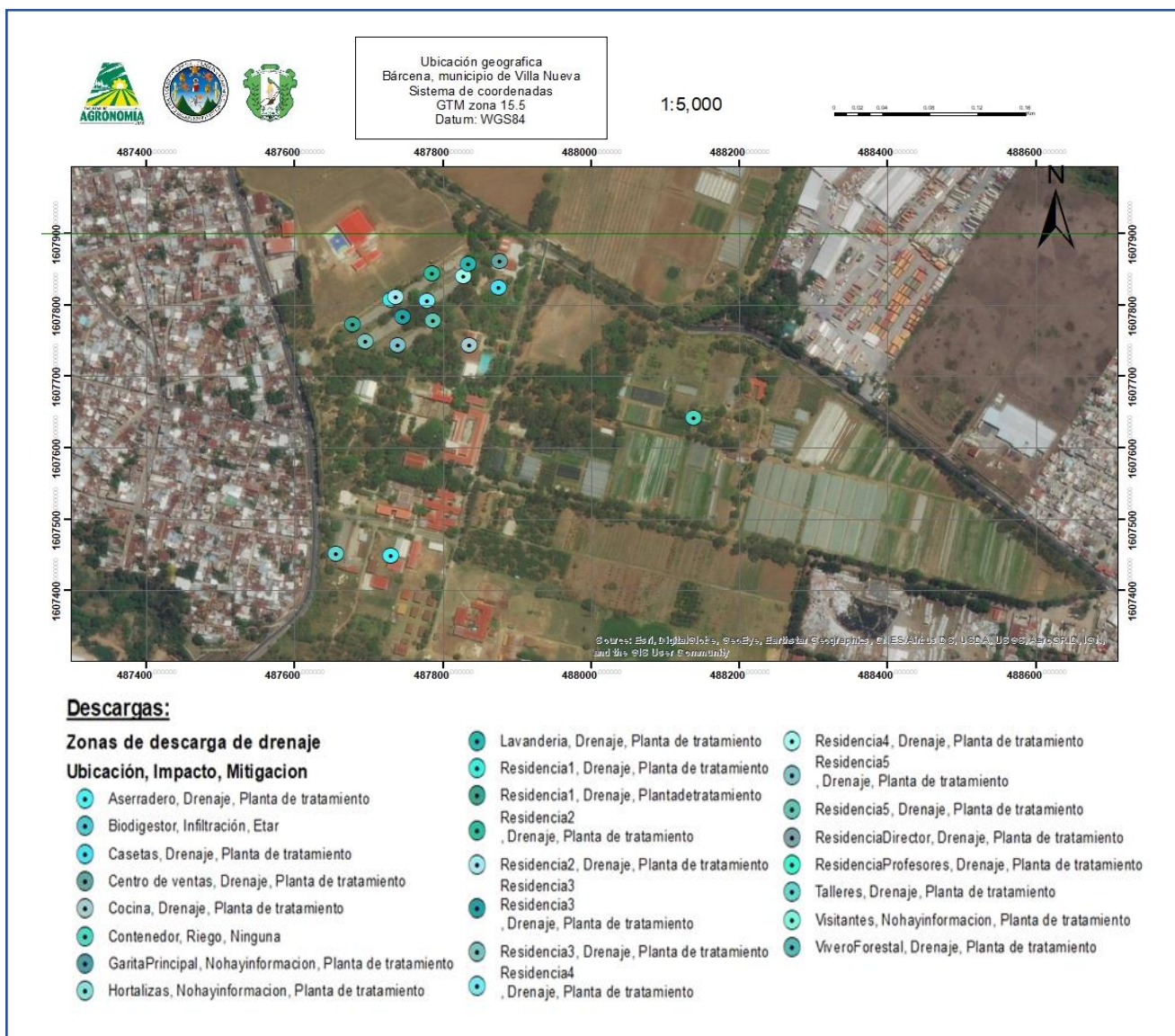


Figura 43. Mapa de zonas de descarga de aguas residuales ENCA.

iii. Riesgo de incendios e inflamabilidad

Hace referencia a cualquier zona propensa a sufrir incendios accidentales según las características de los procesos que se manejan en el lugar y los distintos factores antropogénicos como son las bombas de combustible, tanques de almacenamiento de hidrocarburos, gas propano, maquinas fijas que trabajan con combustibles etc. Las áreas con este riesgo se presentan ubicadas en un mapa en la figura 44 con la finalidad de prevención para las autoridades de la ENCA y de los estudiantes que utilizan las instalaciones.

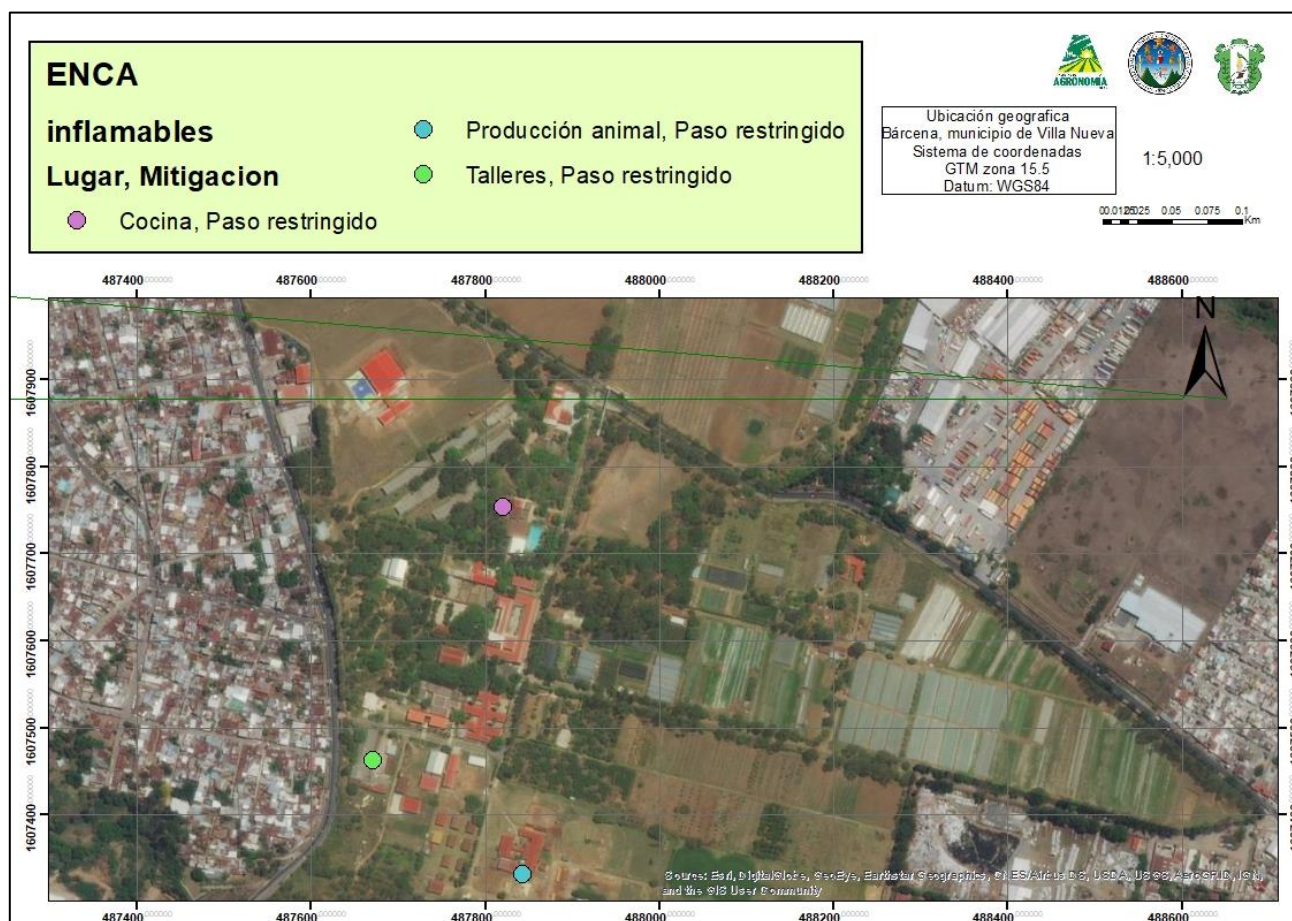


Figura 44. Mapa de zonas de riesgo de incendios ENCA.

3.3. Servicio 2: Servicio de cálculo teórico de volumen y peso de los materiales de desecho ENCA.

3.3.1 OBJETIVOS

A. Objetivo general

Calcular de forma teórica las cantidades de residuos y desechos sólidos generados por las áreas de centro de acopio, residencia del director y subdirector, residencias estudiantiles, antiguo centro de acopio, caseta de ventas, talleres, cárnicos y planta de alimentos, aserradero, producción animal, oficinas centrales, vivero forestal y flores producción de hortalizas, área de cocina y comedor.

a. Objetivos específicos

1. Investigar a través de fuentes secundarias la aplicación para el cálculo y de desechos generados bajo los criterios de unificación de unidades de almacenamiento de residuos basado en la metodología INECC (2019).
2. Calcular la capacidad de los contenedores de las áreas de trabajo para la contención de los materiales de residuos y desechos sólidos los días de muestreos y visitas de campo.
3. Generar las cantidades volumétricas y el peso teóricos de los residuos y desechos sólidos generados por las áreas de trabajo por día de muestreo, semana, mes y año.

3.3.2. Metas

- ✓ La ENCA adquirirá los datos numéricos del volumen y el peso de los residuos generados por las demás áreas de trabajo que no se tomaron en cuenta en la investigación.
- ✓ La ENCA comprenderá mejor su situación ambiental como entidad educativa generadora de materiales de residuos y desechos sólidos.
- ✓ La ENCA se encontrará en capacidad de decidir sobre las alternativas ecológicas que puede utilizar para el aprovechamiento de sus materiales reutilizables y reciclables.
- ✓ La ENCA tendrá la opción de verificar las cantidades de desechos generados aproximados generados por cada una de sus áreas de trabajo.

3.3.3. Metodología para el cálculo teórico de volumen y peso de los materiales de desecho ENCA

A. Fase de Gabinete

- ✓ Se consultaron fuentes secundarias para la obtención de los volúmenes teóricos de los contenedores de residuos sólidos utilizados dentro de la ENCA Para la disposición temporal de los residuos y desechos sólidos.
- ✓ Se concretó una cita con el tren de aseo municipal para realizar rondas de recolección de desechos sólidos junto al camión encargado de la extracción de los desechos sólidos dentro de las instalaciones de la ENCA.
- ✓ Las áreas experimentales elegidas son las siguientes: centro de acopio, residencia del director y subdirector, residencias estudiantiles, antiguo centro de acopio, caseta de

ventas, talleres, cárnicos y planta de alimentos, aserradero, producción animal, oficinas centrales, vivero forestal y flores producción de hortalizas, área de cocina y comedor.

B. Fase de Campo

- ✓ Se llevaron a cabo rondas de reconocimiento y medición de los contenedores de las casetas para la disposición de los materiales de desecho dentro de las instalaciones de la ENCA.
- ✓ Toma de medidas manuales de los depósitos temporales de desechos y residuos sólidos en las áreas de disposición temporal destinadas para contener desechos sólidos a la espera de su extracción los días de recolección los lunes, miércoles y jueves.
- ✓ Toma de datos de vertederos físicos dispuestos por área para el cálculo de capacidad de contención de desechos sólidos.

C. Fase de Post Gabinete

- ✓ Calculo teórico del volumen basado en metodología INECC (2019) para el calculo y de desechos generados bajo los criterios de unificación de unidades de almacenamiento de residuos en las áreas de centro de acopio, residencia del director y subdirector, residencias estudiantiles, antiguo centro de acopio, caseta de ventas, talleres, cárnicos y planta de alimentos, aserradero, producción animal, oficinas centrales, vivero forestal y flores producción de hortalizas, área de cocina y comedor.

3.3.4. Resultados

A. Fase de gabinete inicial

Para llevar a cabo el cálculo es necesario tomar en cuenta los factores físicos de las áreas, su disposición, el número de depósitos contenedores de desechos y la cantidad de desechos encontrados los días de muestreo, los contenedores de desechos utilizados por la escuela en su mayoría son toneles de plástico de dimensiones de 0.90 m de alto por 0.52 m de ancho (0.90 m x 0.52 m) y un radio de 0.26 m. Dispuestos en áreas específicas para la recolección de los materiales, para el cálculo teórico en metros cúbicos (m^3) de la cantidad de desechos generados en las distintas áreas dentro de la escuela, se hará uso de la siguiente ecuación para calcular el volumen de un cilindro: $V = \pi r^2 h$.

Se deben ingresar las medidas promedio de los toneles utilizados como vertederos dentro de la formula obteniendo así siguiente volumen unitario por unidad (tonel):

$$V = \pi(0.26 \text{ m})^2(0.90 \text{ m})$$

$$V = 0.19 \text{ m}^3$$

El valor resultante de cada área de máxima capacidad (la cantidad de toneles llenos por día de recolección) se multiplicará por 3 que representarán los días de extracción de desechos sólidos por parte del tren de aseo municipal.

Para realizar la conversión a toneladas (t) se utilizará el siguiente factor de conversión basada en el método INECC, (2019):

$$1.5 \text{ Tonelada (t)} = 1 \text{ m}^3$$

B. Fase de campo

Se llevaron a cabo visitas de campo para realizar las mediciones y los muestreos de la cantidad de desechos que pueden contener las diferentes áreas de trabajo de la ENCA. Los días en los que se llevaron a cabo las mediciones y los muestreos fueron los lunes, miércoles y viernes, se observó la máxima capacidad de los contenedores en una situación real para luego llevar a cabo el cálculo teórico de lo que puede suceder de manera semanal, mensual y anual con la generación de residuos en cada área.

Se descubrió que en áreas como las residencias estudiantiles, las áreas de paso como el archivo muerto, o áreas relacionadas con actividades fuertemente estudiantiles tienden a generar residuos sólidos domiciliarios en mayores cantidades, especialmente en temporada de exámenes, las diferentes áreas destinadas para la disposición temporal de los residuos y desechos sólidos tienden a sobre pasar su capacidad especialmente los fines de semana y las condiciones de la áreas de contención al tener un diseño obsoleto tradicional, no es capaz de contener las cantidades de residuos y materiales de desecho que generan los estudiantes y personal en general.

Estas imágenes son un ejemplo de las áreas de disposición de residuos sólidos captadas los días en que fueron realizados los de muestreos, se contó con la colaboración del equipo de trabajo del camión del tren de aseo municipal.

La figura 45 es un ejemplo de un día normal de recolección de residuos sólidos los días lunes, los levantamientos de información se realizaron con el apoyo del personal del camión encargado de la extracción de “basura” del tren de aseo municipal.



Figura 45. Disposición de residuos sólidos de las residencias estudiantiles.

La figura 46 nos muestra el área de disposición temporal de residuos sólidos ubicada frente al archivo muerto de la ENCA.



Figura 46. Disposición de residuos sólidos del archivo muerto.

La figura 47 nos muestra la disposición de los residuos de desecho del área de la cocina y el comedor en un día de muestreo.



Figura 47. Disposición temporal de los residuos de la cocina y comedor.

C. Fase de post gabinete

a. Centro de acopio

El centro de acopio en la actualidad eliminó en su mayoría el uso plásticos para la reducción del volumen de estos y así disminuir el impacto del medio ambiente que estos puedan causar al momento de salir de las instalaciones, para ello realiza sus ventas solicitando a los clientes llevar bolsas propias, dando así una mejor impresión institucional para el público promoviendo un cambio en la manera de realizar compras a la sociedad, además de estas acciones cuenta con una zona específica para ubicar sus desechos sólidos, esta se encuentra ubicada en la parte frontal de las instalaciones, cuenta con tres toneles de plástico.

La capacidad volumétrica de cada uno es de 0.19 m^3 , haciendo un total de 0.57 m^3 de capacidad total en el área de disposición temporal de los desechos sólidos dada la cantidad de recipientes que alberga el lugar (3 toneles), gracias a los muestreos se registró un promedio de materiales de desechos generados de 2 toneles equivalentes a 0.38 m^3 por día de muestreo, estos se multiplicaron por 3 días de recolección de basura haciendo un total de 1.14 m^3 a la semana equivalentes al realizar la conversión a toneladas se utilizó el factor de conversión de 1.5 Tonelada (t) = 1 m^3 dando un total de 1.71 t semanales.

b. Residencia del director y subdirector

Esta área cuenta con dos toneles que a máxima capacidad de uso representaría un volumen de 0.38 m^3 y tomando en cuenta la variabilidad de la cantidad de desechos generada en estas dos residencias, en promedio se descubrió que entre ambas residencias producen un total de 0.19 m^3 de desechos cada día de recolección de desechos dando un total de 0.57 m^3 de desechos de carácter domiciliar semanales equivalentes a 0.86 t.

c. Residencias estudiantiles

El área de residencias estudiantiles cuenta con un área de disposición temporal de desechos sólidos ubicada en la parte trasera de la residencia 2. Esta dispone de 11 toneles utilizados como contenedores para residuos sólidos, los cuales en promedio se mantienen llenos el día de recolección de basura, por lo que se hará el cálculo del área trabajando a capacidad máxima que sería equivalente a 2.09 m^3 por día de recolección, lo que sería equivalente a 6.27 m^3 o 9.41 t a la semana.

d. Antiguo centro de acopio

El antiguo centro de acopio cuenta con 2 toneles como vertederos para la disposición temporal de residuos y desechos sólidos de carácter domiciliar, estos equivalen a una capacidad máxima de 0.38 m^3 de desechos sólidos, en promedio por día de recolección se recogen cerca de 0.12 m^3 por día, lo que en una semana sería igual a 0.36 m^3 o 0.54 t semanales.

e. Archivo muerto

En el área de parqueos cercana a la caseta de ventas frente al archivo muerto, al ser un paso peatonal céntrico importante ya que conecta a las residencias estudiantiles con el área de edificios centrales, se ubican 3 toneles físicos que no tienen capacidad para contener los desechos que son depositados ahí, por ende son depositados a sus costados en el suelo, al momento de realizar los muestreos, se calculó que los desechos depositados en el suelo llenaban 2 toneles más dando una totalidad de 5 toneles a máxima capacidad lo cual en promedio representa 0.95 m^3 de materiales de desecho de carácter domiciliar por día de muestreo, durante la semana se estima que cerca de 2.85 m^3 o 4.28 t de residuos son extraídos semanal mente de este sector.

f. Talleres cárnicos y planta de alimentos

En esta ubicación se encuentran 2 toneles físicos los cuales representan 0.38 m^3 a máxima capacidad, en ocasiones especiales como en aniversarios o festividades los desechos pueden llegar a representar 3 toneles dando un total de 0.57 m^3 de máxima capacidad para contener residuos y desechos sólidos, durante los días de muestreo se calcularon aproximadamente 0.19 m^3 de desecho diarios, esto representa a la semana un total de 0.57 m^3 o 0.86 t de residuos y desechos sólidos.

g. Aserradero

En esta área se ubica un tonel con capacidad de 0.19 m^3 que generó durante los días de muestreo cerca de 0.06 m^3 de desechos sólidos entre aserrín y residuos domiciliarios, un total de 0.18 m^3 o 0.27 t de materiales de desecho a la semana.

h. Producción animal

El área de producción animal cuenta con 12 toneles que a máxima capacidad puede contener hasta 2.28 m^3 de desechos domiciliarios, contabilizando los desechos producidos en las rondas de los días miércoles (único día de extracción para esta área), se recolecta alrededor de 4 toneles de desechos domiciliarios, equivalentes a 0.76 m^3 o 1.14 t de residuos sólidos de carácter domiciliar a la semana.

i. Oficinas centrales

El área de oficinas centrales en promedio genera 3 toneles de desechos sólidos por cada día de recolección, en promedio se extrae 0.57 m^3 de residuos domiciliarios cada día de recolección, haciendo un total de 1.71 m^3 o 2.57 t de desechos semanales.

j. Vivero forestal y horticultura

En estas áreas debido a las actividades estudiantiles, en promedio se obtiene un total de 3 toneles de desechos sólidos que representan 0.57 m^3 de desechos sólidos por día de muestreo, eso equivaldría a 1.71 m^3 o 2.57 t de desechos domiciliarios generados durante las actividades estudiantiles semanales.

k. Producción de hortalizas

El área de producción de hortalizas cuenta con una disponibilidad de 10 depósitos de basura, de los cuales son recolectados alrededor de 3 toneles a máxima capacidad dando un valor promedio de 0.57 m^3 de desechos extraídos los días viernes (único día de recolección para esta área) generando semanalmente cerca de 2.57 t cabe resaltar que estos desechos únicamente son los de carácter domiciliar sin contar las cantidades de materia de desecho orgánico que pueda generar esta área.

l. Área de cocina y comedor

Esta área en promedio produce 6 toneles de desechos sólidos que en promedio representa cerca de 1.14 m^3 de desechos sólidos por día de recolección, lo que daría semanalmente representaría cerca de 3.42 m^3 o 5.13 t de desechos sólidos semanales producto del funcionamiento de la cocina y el comedor.

m. Resumen de cuantificación teórica

Los resultados teóricos obtenidos es el reflejo de las cantidades de materiales de desecho de carácter domiciliar generados por las 12 áreas de trabajo de la ENCA investigadas, es necesario tomar en cuenta que los desechos orgánicos de áreas como el vivero forestal, producción animal o producción de hortalizas no se tomó en cuenta dadas las condiciones en que estos residuos se manejan, el cuadro 21 presenta los resultados teóricos en metros cúbicos, toneladas y kilogramos, representa las cantidades obtenidas el día de muestreo, su equivalente a la semana, su cantidad mensual y su posible cantidad anual, es necesario destacar que las cantidades pueden ser variables a lo largo del año pero se establece que cerca de 120,660.00 kg son enviados anualmente a vertederos municipales. La ENCA se beneficiará revisando el promedio mensual o anual de los desechos generados en cualquiera de las áreas en cualquier momento para planificar futuros proyectos en el manejo de sus desechos.

Cuadro 21. Resultados del día de muestreo, semanal y anual de los materiales de desecho.

Área de estudio	Día de muestreo en metros cúbicos (m^3)	Semanal en metros cúbicos (m^3)	Toneladas semanales (t)	Mensual en toneladas (t)	Anual en kilogramos (kg)
Centro de acopio	0.38	1.14	1.71	6.84	6840.00
Residencias del director y subdirector	0.19	0.57	0.86	3.42	3420.00
Residencias estudiantiles	2.09	6.27	9.41	37.62	37620.00
Antiguo centro de acopio	0.12	0.36	0.54	2.16	2160.00
Archivo muerto	0.95	2.85	4.28	17.1	17100.00
Talleres, cárnicos y planta de alimentos	0.19	0.57	0.86	3.42	3420.00
Aserradero	0.06	0.18	0.27	1.08	1080.00
Producción animal	0.76	0.76	1.14	4.56	4560.00
Oficinas centrales	0.57	1.71	2.57	10.26	10260.00
Vivero forestal y flores	0.57	1.71	2.57	10.26	10260.00
Producción de hortalizas	0.57	0.57	0.86	3.42	3420.00
Área de Cocina y comedor	1.14	3.42	5.13	20.52	20520.00
Valores totales:	7.59	20.11	30.17	120.66	120660.00

3.3.5. Anexos



Figura 48A. Infraestructura del área de producción animal.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA-FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES-IIA-



Recibido
15-01-21
Job Inglés

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

REF. Sem. 32/2020

"CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL Y CENTRO DE VENTAS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

JOB ELIAS INGLÉS ROMERO

CARNE:

200916097

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edwin Cano
Ing. Agr. José Ricardo Catalán
Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Ing. Agr. José Ricardo Catalán
ASESOR ESPECÍFICO

INGENIERO AGRÓNOMO
José Ricardo Catalán Rodas

08 JUL 2020

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DOCENTE ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA

CFLB/nm
c.c. Archivo



Ref. SAIEPSA.26.2021

Guatemala, 17 marzo de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN: CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL, CENTRO DE VENTAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: JOB ELIAS INGLÉS ROMERO

No. CARNÉ 200916097

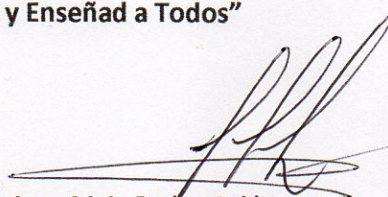
Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL, CENTRO DE VENTAS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edwin Cano Morales
Ing. Agr. José Ricardo Catalán
Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”


Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS



No. 25.2021

Trabajo de Graduación: "CARACTERIZACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, VIVERO FORESTAL, CENTRO DE VENTAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA (ENCA) FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A. "

Estudiante: Job Elías Inglés Romero

Carné: 200916097

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

