

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**DIAGNÓSTICO y SERVICIOS EN LA SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
REALIZADOS EN LA
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-
BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.**



LINDA IXCHEL BAC COJTI

SUPERVISOR: Ing. Agr. Hermógenes Castillo

COHORTE: marzo - agosto 2025

GUATEMALA, 2 SEPTIEMBRE DE 2025

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: gracias por ser mi lugar de tantas experiencias de aprendizajes, que viva la Autonomía Universitaria.

FACULTAD DE AGRONOMÍA: por los conocimientos brindados, experiencias y aprendizajes, y en especial a la carrera de Ingeniería en gestión ambiental local – GAL-.

MI SUPERVISOR Ing. Agr. Hermógenes Castillo: por el apoyo brindado en cada visita realizada, sus observaciones, sugerencias y motivación en mi EPS.

A los INGENIEROS: Ing Juan Marroquín por la orientación de parte de sección de investigación, Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro por el apoyo en resolver dudas de gestiones, Ing. Byron González Chavajay por el apoyo en mi investigación en el tema de residuos y al Lic. en Acuicultura Daniel Ortiz en las gestiones en la Finca Las Ninfas en el tema de ensilajes.

LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA: por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), por el espacio, convivencia, insumos e infraestructura.

A la SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN: por el apoyo brindado en mis servicios y gestiones de EPS, el apoyo y espacio en las diferentes actividades durante mi EPS.

A LA FINCA LAS NINFAS: y a su personal por el apoyo en transporte, por permitirme usar las instalaciones de la finca, insumos y espacio para realizar parte de mis servicios de EPS.

AL LABORATORIO DE SUELOS: por apoyarme en la realización de los análisis de ensilaje.

AI LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DE LA ESCUELA DE ZOOTECNIA DE LA FACULTAD DE VETERINARIA: por el apoyo en realizarme los análisis químicos proximales a las muestras de ensilaje.

A LAS RESIDENCIAS ESTUDIANTILES: a las madrinas, padrinos y estudiantes en general por la convivencia en las residencias.

A LAS ÁREAS DE: vivero forestal, consulados, vida estudiantil, sección de planificación, subdirección, producción animal, en diferentes gestiones relacionados a los servicios profesionales realizados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción general	5
Marco referencial	7
Objetivos generales.....	13
Metodología general	14

Capítulo 1. Diagnóstico de sección de investigación

Introducción	15
Objetivos.....	16
Metodología	16
Resultados	17
Conclusiones	39
Referencias bibliográficas	40

Capítulo 2. Informe de servicios profesionales

Servicio 1. Caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos comunes para el área de cocina y el sitio de disposición temporal

Antecedentes	41
Objetivos	42
Metodología.....	42
Resultados	48
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	66
Anexos.....	68

Servicio 2. Elaboración de nutrientes porcinos y biofertilizante con ensilaje de tilapia *Oreochromis niloticus* Estación piscícola, Finca Las Ninfas, Amatitlán

Antecedentes	73
Objetivos	73
Metodología.....	73
Resultados	78
Conclusiones.....	85
Recomendaciones.....	85
Anexos.....	87

Servicio 3. Aprovechamiento del biocarbón derivado de la producción de carbón vegetal en el área de Consulados en la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Antecedentes	89
Objetivos	89
Metodología.....	90
Resultados	92
Conclusiones.....	98
Recomendaciones	98
Anexos.....	99

Actividades no planificadas	100
Referencias bibliográficas	120
Anexos generales.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

CUADRO 1. Tipos de residuos comunes	11
CUADRO 2. Clasificación climática según Thornthwaite.....	17
CUADRO 3. Características de los suelos	24
CUADRO 4. Zonas de vida de Holdridge	26
CUADRO 5. Análisis FODA para la sección de investigación	33
CUADRO 6. Matriz de priorización de problemas.....	34
CUADRO 7. Matriz de causa y efecto	34
CUADRO 8. Recolección de datos de uso y descarte de aceite.....	45
CUADRO 9. Cuantificación diaria de residuos y desechos sólidos	47
CUADRO 10. Cuantificación semanal de residuos y desechos sólidos.....	48
CUADRO 11. Cuantificación mensual de residuos y desechos sólidos.....	49
CUADRO 12. Máximos y mínimos de residuos orgánicos.....	49
CUADRO 13. Máximos y mínimos de residuos de comida	50
CUADRO 14. Máximos y mínimos de desechos sólidos.....	51
CUADRO 15. Densidades de desechos sólidos.....	51
CUADRO 16. Densidades desechos sólidos, residuos de comida y orgánicos.....	53
CUADRO 17. Porcentaje por día de residuos y desechos sólidos.....	54
CUADRO 18. Cuantificación anual en kg de residuos y desechos sólidos.....	56
CUADRO 19. Metodología de ensilaje	72
CUADRO 20. Materiales para ensilaje biológico.....	74
CUADRO 21. Evaluación sensorial de ensilados biológicos.....	76
CUADRO 22. Parámetros medibles: T, pH, humedad.....	76
CUADRO 23. Características organolépticas del ensilado.....	78
CUADRO 24. Producción de carbón vegetal	88
CUADRO 25. Cuantificación de biocarbón.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de macro localización.....	8
FIGURA 2. Mapa de ubicación	8
FIGURA 3. Mapa clasificación climática Thornthwaite.....	18
FIGURA 4. Mapa de estaciones meteorológicas.....	19
FIGURA 5. Mapa de temperatura media.....	20
FIGURA 6. Mapa evapotranspiración.....	21
FIGURA 7. Mapa geológico.....	22
FIGURA 8. Mapa Hidrológico.....	23
FIGURA 9. Mapa de texturas del suelo.....	24
FIGURA 10. Mapa fisiográfico.....	26
FIGURA 9. Mapa de zonas de vida de Holdridge.....	27
FIGURA 10. Organigrama de la ENCA.....	28
FIGURA 11. Ruta de transporte de residuos.....	43
FIGURA 12. Reciclaje de aceite de cocina.....	46
FIGURA 13. Cuantificación diaria de residuos y desechos sólidos.....	48
FIGURA 14. Cuantificación semanal de residuos y desechos sólidos.....	48
FIGURA 15. Cuantificación mensual de residuos y desechos sólidos.....	49
FIGURA 16. Máximos y mínimos de residuos orgánicos.....	50
FIGURA 17. Máximos y mínimos de residuos de comida.....	50
FIGURA 18. Máximos y mínimos de desechos sólidos.....	51

FIGURA 19. Densidades de residuos y desechos sólidos.....	52
FIGURA 20. Fórmula de densidad.....	52
FIGURA 21. Porcentaje por día de residuos y desechos sólidos.....	54
FIGURA 22. Porcentaje de desechos sólidos.....	54
FIGURA 23. Porcentaje de tipo de residuos orgánicos.....	55
FIGURA 24. Partes de los residuos orgánicos.....	56
FIGURA 25. Cuantificación anual de residuos y desechos sólidos.....	56
FIGURA 26. Tipos de contenedores.....	57
FIGURA 27. Comportamiento del pH del ensilado biológico.....	77
FIGURA 28. Comportamiento de la temperatura del ensilado biológico.....	77
FIGURA 29. Hornos de la producción de carbón.....	89
FIGURA 30. Cuantificación de biocarbón	90
FIGURA 31. Traslado del biocarbón	91
FIGURA 32. Separación del biocarbón.....	92
FIGURA 33. Aplicación del biocarbón en invernadero.....	92
FIGURA 34. Capacitación del manejo y separación de residuos y desechos.....	98

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente informe corresponde al informe final integrados del servicio profesional supervisado EPSA en gestión ambiental realizado en la sección de investigación de la Escuela Nacional de Agricultura -ENCA-, que forma parte de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local -GAL-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- tiene por objeto la formación de peritos en las ciencias agrícolas, forestales y agroindustriales en calidad de técnicos; así como el de planificar, dirigir, coordinar, supervisar y realizar estudios que coadyuven a la investigación y desarrollo agropecuario, forestal y agroindustrial del país. Según la Constitución Política de la República de Guatemala, el cual es decretada el 31 de mayo de 1985, en su Artículo 79 se establece la creación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, para el desarrollo de planes de estudio en los ámbitos agropecuario, forestal y agroindustrial enfocándose en el nivel de enseñanza media, esta entidad tiene un carácter descentralizada y autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio, declarando el interés nacional el estudio, aprendizaje, explotación, comercialización e industrialización agropecuaria.

Este informe comprende dos capítulos, el cual el primero es un diagnóstico del área asignada para realizar el ejercicio profesional supervisado, siendo este la sección de investigación, donde se describe la estructura de la sección, la política y agenda de investigación en la cual se deben seguir las investigaciones realizadas en la ENCA, los ejes estratégicos y líneas base de investigación. También se incluye un breve análisis desde la gestión ambiental de las investigaciones. En el segundo capítulo es más extenso, donde se realizaron los servicios en un tema general como el manejo integral de residuos y desechos sólidos comunes generados en tres áreas: 1) el área de cocina y su sitio de disposición temporal, 2) Finca Las Ninfas con la producción de tilapia y 3) la producción de carbón de carboneras dentro de la ENCA y el área de consulados.

El servicio principal fue la caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos generados diariamente, semanal, mensual y anualmente en el área de cocina, clasificados en tres categorías: residuos orgánicos, residuos de comida específicos del comedor y desechos sólidos. Tomando en cuenta los sitios de disposición temporal y final, para las tres categorías siendo el compostaje en una abonera a corto plazo, el vertedero de AMSA en el km 22 y las opciones de biofertilizante con algunos residuos de comida y orgánicos para el área de producción agrícola. El segundo servicio fue en la Finca Las Ninfas en Amatitlán es una finca que pertenece a la ENCA, donde uno de sus fines es la producción de tilapia, en el proceso de cosecha se generan residuos (vísceras y escamas)

que contaminan, por lo que una medida de mitigación del impacto ambiental fue un ensilaje utilizando los residuos de la tilapia y residuos orgánicos generados de cocina para 1) alimentación de cerdos y/o bovinos en producción animal y 2) biofertilizante en producción agrícola. De la muestra de ensilaje se obtuvo una fermentación láctica llevando un control de pH, humedad, temperatura y sus características organolépticas tales como olor, color y consistencia, con el respaldo del laboratorio de suelos de la Escuela y el laboratorio de bromatología de la Universidad de San Carlos. El tercer servicio dentro de la ENCA se encuentra el bosque de los egresados donde se encuentra dos hornos de producción de carbón, donde se cuantificó los residuos generados de esta producción, donde se clasificaron en cortezas de encino, polvillo de carbón, ceniza y mixto. Esta cuantificación fue basada en la producción de carbón del mes de marzo del presente año. Donde se plantea que el uso potencial para la ceniza y polvillo de carbón sea utilizado en la producción agrícola, en este caso se evaluó su uso en el área denominada Consulados en un invernadero.

Con el fin de la elaboración de un plan integral de residuos y desechos sólidos para la Escuela Nacional Central de Agricultura, contemplando los objetivos de desarrollo ODS: salud y bienestar, comunidades sostenibles y producción y consumo responsable. Así como material de apoyo del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente tales la guía de tipificación iconográfica de separación de residuos y desechos, la guía para la elaboración de caracterización de residuos sólidos comunes, el acuerdo gubernativo 164-2021 donde se encuentra el reglamento para la gestión integral de residuos de desechos sólidos comunes de Guatemala, el reglamento 236 - 2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos.

Se debe considerar que previamente un EPS de Gestión Ambiental, Inglés (2021), realizó caracterización, cuantificación y plan de manejo de residuos y desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas de la ENCA y otra investigación más reciente indica González, (2024), en el área de floricultura y producción animal con el tema de manejo de desechos sólidos, siendo este último un EPS de sistemas de producción agrícola.

Cabe resaltar que estos servicios se basaron en la línea de investigación de gestión ambiental de la contaminación y manejo de desechos, respondiendo a los requerimientos de las investigaciones para la Escuela Nacional Central de Agricultura.

II. MARCO REFERENCIAL

Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

Según la Constitución Política de la República de Guatemala, el cual es decretada el 31 de mayo de 1985, en su Artículo 79 se establece la creación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, para el desarrollo de planes de estudio en los ámbitos agropecuario, forestal y agroindustrial enfocándose en el nivel de enseñanza media, esta entidad tiene un carácter descentralizada y autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio, declarando el interés nacional el estudio, aprendizaje, explotación, comercialización e industrialización agropecuaria. La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- tiene por objeto la formación de peritos en las ciencias agrícolas, forestales y agroindustriales en calidad de técnicos; así como el de planificar, dirigir, coordinar, supervisar y realizar estudios que coadyuven a la investigación y desarrollo agropecuario, forestal y agroindustrial del país. (Ley Orgánica de la ENCA, Decreto 51-86 del Congreso de la República).

Dentro de la organización de la Escuela Nacional de Agricultura -ENCA-, se encuentra el consejo directivo, que tiene a cargo la dirección de la escuela, bajo de este se ubica la sección de investigación siendo esta una unidad que coadyuve en solución técnico/científico en las especialidades agrícola y forestal. En esta sección se da apoyo en actividades diarias, se gestiona servicios, se da seguimiento y supervisión de actividades asignadas, se encarga de documentar las actividades para la formulación de procedimientos forestales / ambientales. Así como la formulación de propuestas de investigación en el tema ambiental. Ubicación: La ubicación de la Finca Bárcena, Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala en las coordenadas geográficas 14°32'18" N y 19°36'46"O, a una altura de 1406 msnm.

Ubicación y localización geográfica

La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- se encuentra ubicada en el kilómetro 17.5 carretera al Pacífico, Finca Bárcena, municipio de Villa Nueva, en el departamento de Guatemala, en las coordenadas geográficas 14° 32' 18" N 90° 36' 46" O a una altura de 1406 msnm.

Colindancias:

Colinda al Norte con la Aldea Lo de Ramírez, al Sur con Residenciales Almendas de Santa Clara, al Este con Residenciales Altos de Bárcenas y al Oeste con la Colonia Ulises Rojas.

Figura No. 1

Mapa de macrolocalización de aldea Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

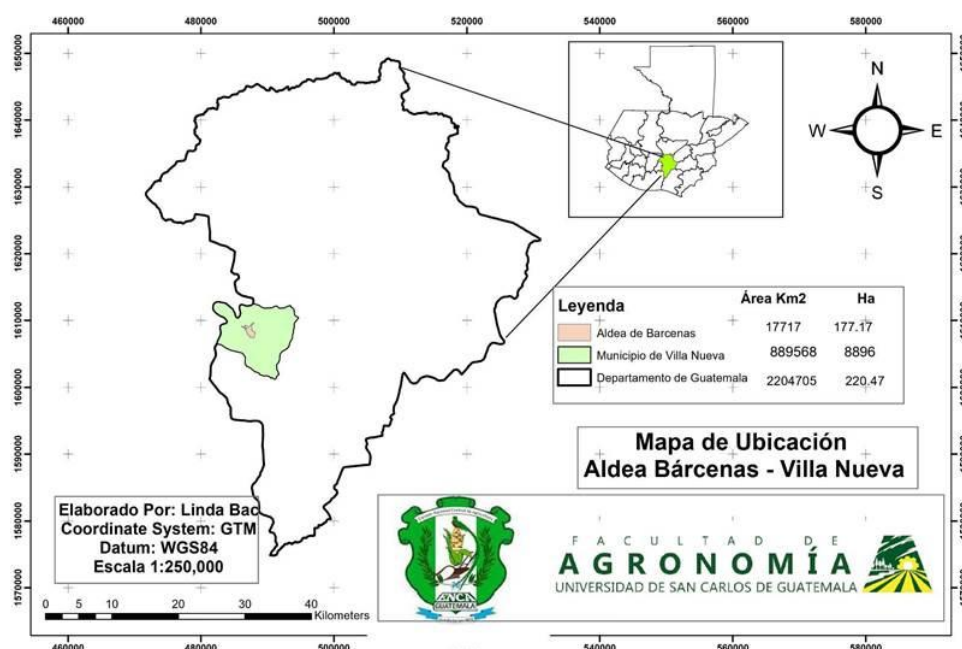
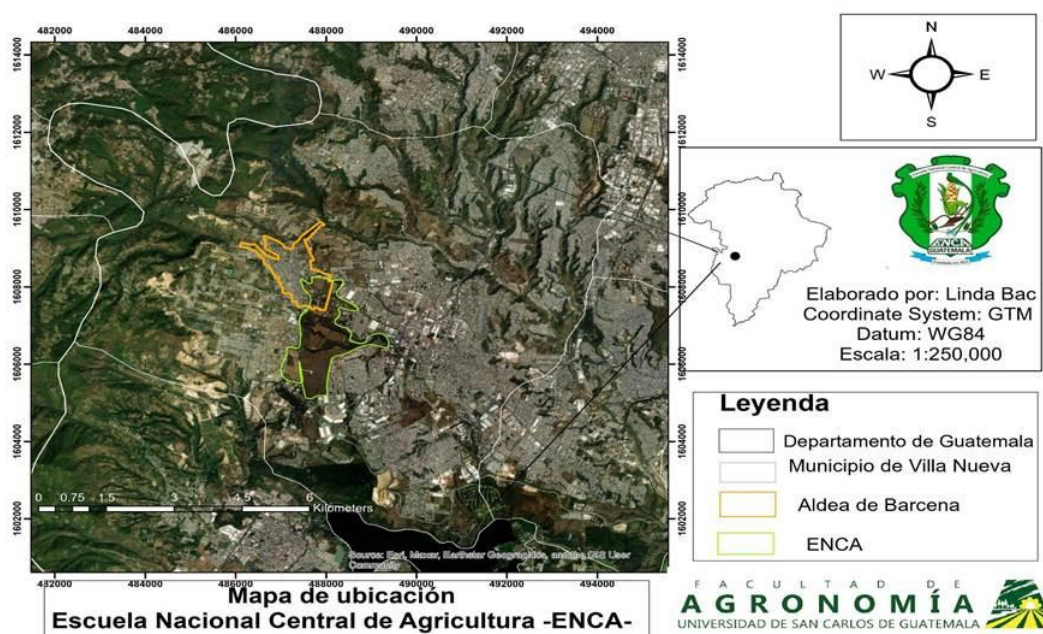


Figura No. 2

Mapa de ubicación de la Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA-



Sección de investigación

Como parte de la sección de investigación, se encuentran la supervisión de los proyectos establecidos, generación de propuestas nuevas de investigación y la resolución de problemáticas de interés. En la temática ambiental la problemática abordada en la siguiente propuesta es la generación de desechos sólidos en un área determinada. La gestión integral de los residuos y desechos sólidos a nivel nacional es actualmente valorada por la implementación del Acuerdo Gubernativo 164-2021 que tiene como objeto establecer normas ambientales aplicadas para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, asegurando la protección de la salud humana y evitar la contaminación del ambiente. La gestión de los residuos implica conocer las características principales de los residuos con relación a la generación y composición de los mismos, para fortalecer la adecuada gestión de los mismos. El evaluar el conocimiento y la capacidad de gestión de residuos y desechos sólidos sentará las bases para futuras estrategias y acciones en el manejo integral.

Esta investigación permitirá entender los recursos y las capacidades técnicas locales, siendo una base para mejorar la gestión de residuos y el fomento de prácticas sostenibles en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

EJES ESTRATÉGICOS DE LA SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN - ENCA-

Eje Estratégico de Investigación 1: Gestión Forestal, Ambiental y Cambio Climático

- Línea de Investigación Propuesta (L6): Contaminación y Manejo de Desechos.
- Alcance y enfoque de la Investigación: Manejo de desechos pecuarios, desechos agrícolas, contaminación por uso de pesticidas.

Eje Estratégico de Investigación 4: Desarrollo Rural

- Línea de Investigación (L4): Proyectos sostenibles en áreas rurales.
- Alcance y enfoque de la investigación: formulación y gestión de proyectos, comunitarios y escolares realizados por la ENCA. Identificación de servicios ambientales comunitarios y urbanos.

Principios de la Investigación de acuerdo a la Política de la Investigación de la ENCA:

- Investigación con enfoque pedagógico: promover y generar vínculo entre docencia e investigación, integrando las áreas de producción de la ENCA. Priorizando la participación de estudiantes
- Integración de equipos de investigación: potenciar capacidades de forma individual o en grupo.
- Criterios de actuación: se realizará con eficiencia, pertinencia, relevancia y calidad (ENCA, 2022).

Desecho: Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo. Puede ser que por usada o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo (CEPAL, 2016).

Residuo: Parte o porción que queda de un todo. Es aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo. Es aquel material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación (CEPAL, 2016).

Residuos Sólidos: Salud y Medio Ambiente:

El manejo inadecuado de los residuos produce impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente. Por un lado, una inadecuada gestión de los residuos, en botaderos a cielo abierto, provoca serios impactos en la salud de la población, en especial debido a enfermedades entéricas, como tifus, cólera y hepatitis, y también cisticercosis, triquinosis, leptospirosis, toxoplasmosis, sarnas, micosis, rabia, salmonelosis y otras, dependiendo de las condiciones locales. Entre los efectos ambientales, hay que destacar el deterioro de la calidad de las aguas superficiales por escurrimiento de los lixiviados, que resulta del contenido líquido de los residuos más el arrastre de aguas lluvias, y por la acción de los líquidos percolados en las napas freáticas. También hay repercusiones en la calidad del aire, por emisiones gaseosas, en particular de biogás (CEPAL, 2016).

Clasificación de los Residuos

Los desechos sólidos se clasifican de acuerdo a sus características, según su origen en la producción, por el tipo y constitución, por el tiempo que sus materiales tardan en descomponerse o degradarse.

→ **Orgánica:** Es todo desecho de origen biológico, alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y semillas de frutas, huesos y sobras de animales, etc.

→ Inorgánica: Es todo desecho de origen no biológico, es decir, de origen industrial o algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas (CEPAL, 2016).

Según el tiempo que tardan sus materiales en degradarse:

→ Biodegradables: Se descomponen en forma natural en un tiempo relativamente corto. Por ejemplo: los desechos orgánicos como los alimentos, tardan poco tiempo en descomponerse.

→ No Biodegradables: No se descomponen fácilmente, sino que tardan mucho tiempo en hacerlo. Por ejemplo: el vidrio tarda unos 4.000 años, el plástico tarda de 100 a 1.000 años, una lata de refresco tarda unos 10 años y un chicle unos cinco años (CEPAL, 2016).

Según su origen:

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

→ Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP): Son los producidos en procesos industriales y que deben ser gestionados de forma especial. Se considera RTP tanto la sustancia como el recipiente que lo ha contenido (CEPAL, 2016).

Tipos de Residuos

Cuadro No. 1

Tipos de residuos comunes

Tipos de residuos	Unidades de expresión
Domésticos	Kg/hab/día nos da un dato relativo de la producción de residuos en una determinada área.
Comerciales	Kg/hab/día
Industriales	Deberían de expresarse en base a una medida repetitiva de producción, tales kilogramos por paquete.
Agrícolas	Deberían de expresarse en

	base a una medida repetitiva de producción, tal Kg de estiércol/peso de residuo/día
--	---

(CEPAL, 2016).

Desechos sólidos en Guatemala

Para el departamento de Guatemala la disposición final es la que mayor problemática presenta. Si bien en ella se encuentra material para reciclar, la mayor parte se encuentra conformada por material orgánico, que regularmente se acumula en los vertederos. La composición de los desechos sólidos es la siguiente: 3% tela, 3%, madera, 4% vidrio, 5% aluminio, 6% plástico, 11% papel y cartón y 68% orgánico. De estos porcentajes, el 70% se convierte en inutilizable, debido al alto porcentaje de humedad que contiene. La generación de desechos en la ciudad capital ha crecido proporcionalmente al aumento de la

población y el consumo. El vertedero controlado, en donde se depositan los desechos en la ciudad de Guatemala, se ubica en un barranco que divide la zona 3 y la zona 7, zonas de alto nivel de densidad demográfica. El tamaño aproximado es de 19.3 hectáreas (Valladares, 2023).

El manejo de los desechos sólidos involucra a varios municipios, en tanto que es un problema metropolitano. Hasta el momento la disposición final se concentra en el vertedero de la zona 3 y en el vertedero de AMSA, en el kilómetro 22 hacia el Pacífico. En el primero llegan a depositar la basura 14 municipios, mientras que en el segundo se estima que lo usan aproximadamente 32 municipios. Diariamente ingresan 3,200 toneladas de basura, mientras que en el de AMSA (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán) recibe 1200 toneladas de basura diariamente (Valladares, 2023).

Desechos a nivel municipal de Villa Nueva

Para Villa Nueva la Sección de Servicios Públicos de la municipalidad, está encaminado a empezar a resolver la problemática ambiental que se vive en el municipio. En el 2018 ingresaron al Sitio de Disposición Final de la zona 3, un total de 940,140 toneladas de desechos sólidos y 382,555.8 toneladas al relleno sanitario ubicado en Villa Nueva.

En el kilómetro 22 de la ruta hacia el Pacífico se encuentra un botadero administrado por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA). Según la institución, este botadero abrió sus puertas en 1999 con el propósito de aliviar la carga del relleno sanitario de la zona 3, Ciudad de Guatemala. Son en total de 34

municipalidades envían de 1 mil a 1,5 toneladas de residuos a diario, estos provienen en especial de Villa Nueva, Amatlán, Villa Canales, Tecpán, Chimaltenango, San Miguel Petapa y San Lucas Sacatepéquez.

En el 2018 ingresaron al sitio de disposición final 382,555.8 toneladas al relleno sanitario ubicado en Villa Nueva. El porcentaje de desechos sólidos que ingresan al relleno sanitario del kilómetro 22, de población del municipio el de mayor rango es el desecho domiciliario abarcando el 81.9 %, seguido de la industria 6.6 %, esto son datos del año 2023 (Rodríguez, 2023). Dentro de este porcentaje que ingresa están los desechos de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, para lo cual en el presente trabajo se caracterizó y cuantificó ciertas secciones de generación de residuos y desechos en la Escuela.

Residuos y desechos sólidos en la ENCA

En la Enca Inglés realizó (2021), una caracterización, cuantificación y plan de manejo residuos y desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas, vivero forestal y centro de ventas de la ENCA, 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. Concluyendo para el año 2021, donde las áreas mencionadas no cuentan con un plan de manejo de residuos y desechos sólidos acorde a las características de sus actividades. Además “el 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”.

Otra investigación más reciente González, (2024), indica en el área de floricultura y producción animal con el tema de manejo de desechos sólidos, en la cual indican que el área de producción animal de la ENCA genera aproximadamente 7m³ de bovinaza a la semana, en la producción de conejaza, con una población promedio de 80 conejos, se estima una producción semanal de 1m³ conejaza por semana. Lo que indica que el potencial aprovechamiento de los desechos orgánicos, de la ENCA, por medio de la lombricultura, se presenta como una alternativa viable para la sustentabilidad de la producción agropecuaria de la institución.

Estos estudios previos demuestran que existen cuantificaciones de residuos y desechos solamente en las áreas de: hortalizas, vivero forestal, encamarket, floricultura y producción animal, más no existen estudios de otras áreas sean de caracterizaciones y

cuantificaciones. Es por ello que el presente estudio se centró en la caracterización y cuantificación en las áreas de disposición temporal del área de cocina, en tres categorías: residuos orgánicos, desechos sólidos y residuos de comida; dentro del cual se contempló la cuantificación y manejo de los residuos en la Finca Las Ninfas derivados de la producción de tilapia y la cuantificación de residuos derivados de la producción de carbón en los dos hornos internos de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

III. Objetivos generales

- Aplicar los conocimientos de gestión ambiental tanto teórico como práctica en la Escuela Nacional Central de Agricultura.
- Desarrollar metodologías aplicadas en la gestión ambiental.
- Vincular la gestión ambiental con temas de producción agrícola y forestal.

Metodología general

1. Se siguió la metodología general EPSA la cual inicia con el curso propedéutico realizado a finales del mes de febrero del presente año. La cual consistió en tres fases: 1) La parte teórica de EPS, 2) trabajo de campo de un diagnóstico de forma grupal para el área de la Laguna Monja Blanca del Municipio de Palencia con el supervisor el Ing. Fredy Hernández Ola, titulado: "Diagnóstico de la Laguna Monja Blanca, plan de estudio de especies nativas del área y proyecto de investigación: Valoración económica de los servicios ambientales que provee la Laguna Monja Blanca, en el municipio de Palencia, departamento de Guatemala" y 3) un ejercicio de la elaboración de un EPS de forma grupal contemplando, diagnóstico, servicios e investigación, posteriormente se entregó un informe escrito y presentación. En el grupo donde se trabajó en su mayoría fuimos de gestión ambiental.
2. Fase del diagnóstico la cual consistió en el área asignada la cual fue la sección de investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, lo que representa el primer capítulo de este informe.
3. Fase de servicios la cual consistió en tres con el fin de elaborar un plan de manejo de residuos y desechos sólidos para la ENCA, la cual representa el segundo capítulo de este informe.
4. Fase de entrega de documentos finales la cual consiste en dos informes para la Escuela Nacional Central de Agricultura: 1) para la biblioteca y 2) para la sección de investigación. También se entregó a la coordinación de EPS de la Facultad de Agronomía.

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Introducción

El presente capítulo I detalla el diagnóstico realizado en la sección de investigación de la Escuela Nacional de Agricultura -ENCA-, que forma parte de la fase inicial del ejercicio profesional supervisado que forma parte de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local -GAL-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- tiene por objeto la formación de peritos en las ciencias agrícolas, forestales y agroindustriales en calidad de técnicos; así como el de planificar, dirigir, coordinar, supervisar y realizar estudios que coadyuven a la investigación y desarrollo agropecuario, forestal y agroindustrial del país.

Según la Constitución Política de la República de Guatemala, el cual es decretada el 31 de mayo de 1985, en su Artículo 79 se establece la creación de la Escuela Nacional Central de Agricultura, para el desarrollo de planes de estudio en los ámbitos agropecuario, forestal y agroindustrial enfocándose en el nivel de enseñanza media, esta entidad tiene un carácter descentralizada y autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio, declarando el interés nacional el estudio, aprendizaje, explotación, comercialización e industrialización agropecuaria.

Dentro de la organización de la Escuela Nacional de Agricultura -ENCA-, se encuentra el consejo directivo, que tiene a cargo la dirección de la escuela, bajo de este se ubica la sección de investigación siendo esta una unidad que coadyuve en solución técnico/científico en las especialidades agrícola y forestal. En esta sección se da apoyo en actividades diarias, se gestiona servicios, se da seguimiento y supervisión de actividades asignadas, se encarga de documentar las actividades para la formulación de procedimientos forestales / ambientales. Así como la formulación de propuestas de investigación en el tema ambiental.

Actualmente para el 2025, es el último año donde existe una política y agenda de investigación de la ENCA 2022-2025.

A continuación, se presenta el diagnóstico realizado en la sección de investigación de la ENCA, como parte de la primera parte del ejercicio profesional supervisado de la carrera de gestión ambiental, para lo cual se elaboró a partir de recorridos, preguntas, toma de fotografías, entrevistas semiformales, haciendo énfasis en el manejo de las investigaciones, recursos disponibles y problemas identificados.

Además, se realizó un reconocimiento del área y revisión bibliográfica relacionada con estudios previos realizados en la sección. Se identificaron las principales problemáticas del área son la escasez de personal y de investigaciones en el ámbito ambiental y con ellos estudios en los temas ambientales tales como manejo de residuos y desechos sólidos, riesgos ambientales en las fincas, certificaciones y acreditaciones ambientales, ingeniería sanitaria, evaluaciones de impactos ambientales, entre otros.

Objetivo General

- Elaborar un diagnóstico del área ambiental de la sección de investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Objetivos Específicos

- Describir el área de la sección de investigación de la Escuela Nacional de Agricultura -ENCA-.
- Identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tengan relación directa con el área de investigación de la ENCA.
- Realizar una matriz de priorización de problemáticas identificadas en el área ambiental de la sección de investigación de la ENCA.

Metodología

Descripción del marco institucional y legal de la Sección de Investigación de la ENCA

Método: dentro de la metodología empleada se hicieron recorridos en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, toma de apuntes y fotografías, visita a la página de la ENCA con énfasis en la sección de investigación, así mismo se dio lectura a tres documentos utilizados en la sección de investigación:

- Política de investigación de la ENCA: de política los siguientes aspectos: marco conceptual, marco legal/institucional, principios de la política, instrumentos, documentación y divulgación.
- En la Agenda de investigación agropecuaria y forestal se destacaron los siguientes aspectos: objetivos, alcances, ejes estratégicos, actores, alianzas estratégicas, financiamiento y divulgación.
- Guía de procedimientos para la investigación: los procedimientos con el personal, protocolos y requerimientos de apoyo, implementación de acciones y divulgación de resultados y procedimientos con entidades externas y la ENCA.

Identificación de los aspectos negativos y positivos de la Sección de Investigación

Método: se utilizó una herramienta de análisis FODA, para hacer resaltar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Estas se pudieron realizar por medio de observación directa, lecturas de investigaciones realizadas en la sección de investigación, lecturas de informes de epesistas anteriores en la sección, preguntas directas al área de investigación, visualización de la página de la ENCA. Para poder obtener una síntesis del panorama completo de la sección de investigación.

Priorización de las problemáticas identificadas en la Sección de Investigación

Método: Se enlistó una lista de problemáticas de la sección de investigación derivado de la metodología mencionada y se prosiguió a realizar la herramienta de la “Matriz de Eisenhower”, para priorizar acciones en urgente, importante, no urgente y no importante, de las problemáticas enlistados. También se usó la matriz de causa y efecto para evaluar las problemáticas enlistas.

Resultados

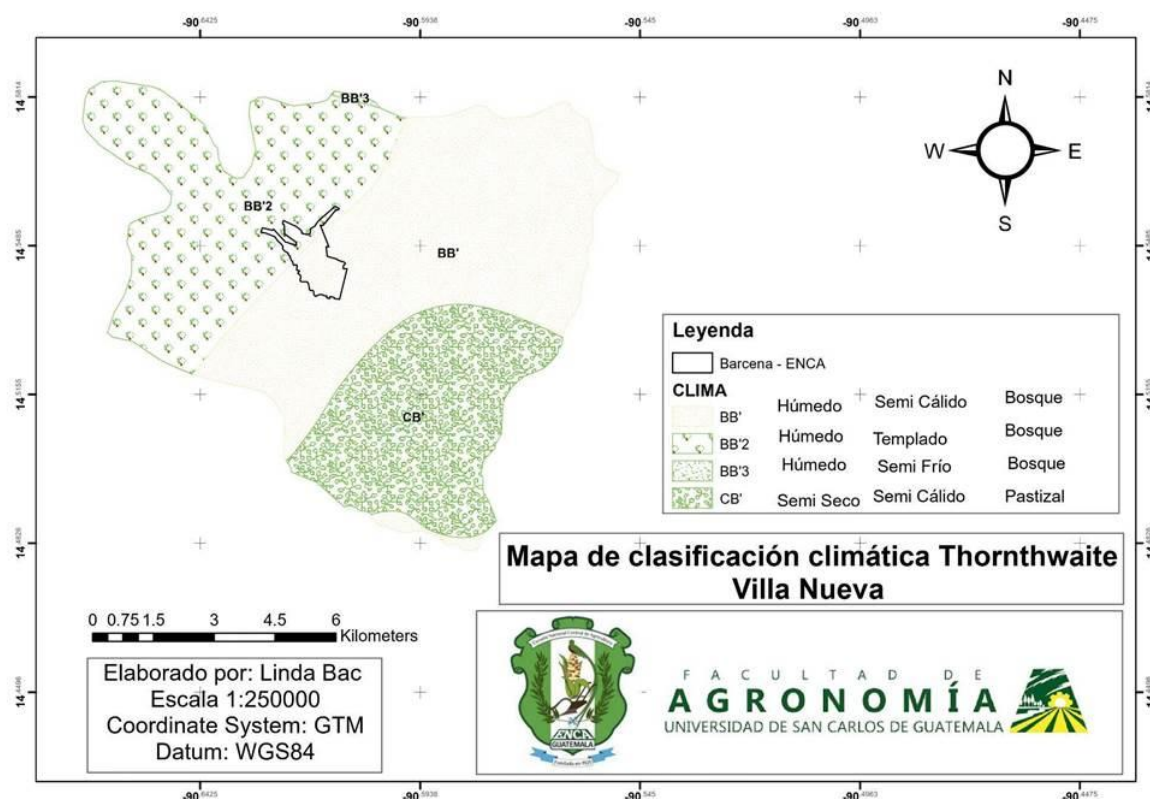
CLIMA

El mapa “Clasificación Climática por Thornthwaite de la República de Guatemala”, en su conjunto presenta 13 tipos climáticos; resuelve satisfactoriamente las diferencias climáticas entre regiones de planicies, laderas, depresiones orográficas, valles, mesetas, tierras altas y complejos volcánicos. De forma generalizada se describen los 13 tipos climáticos agrupados por temperatura, es común que en la semántica del lenguaje se haga mención en primer lugar a la jerarquía de temperatura.

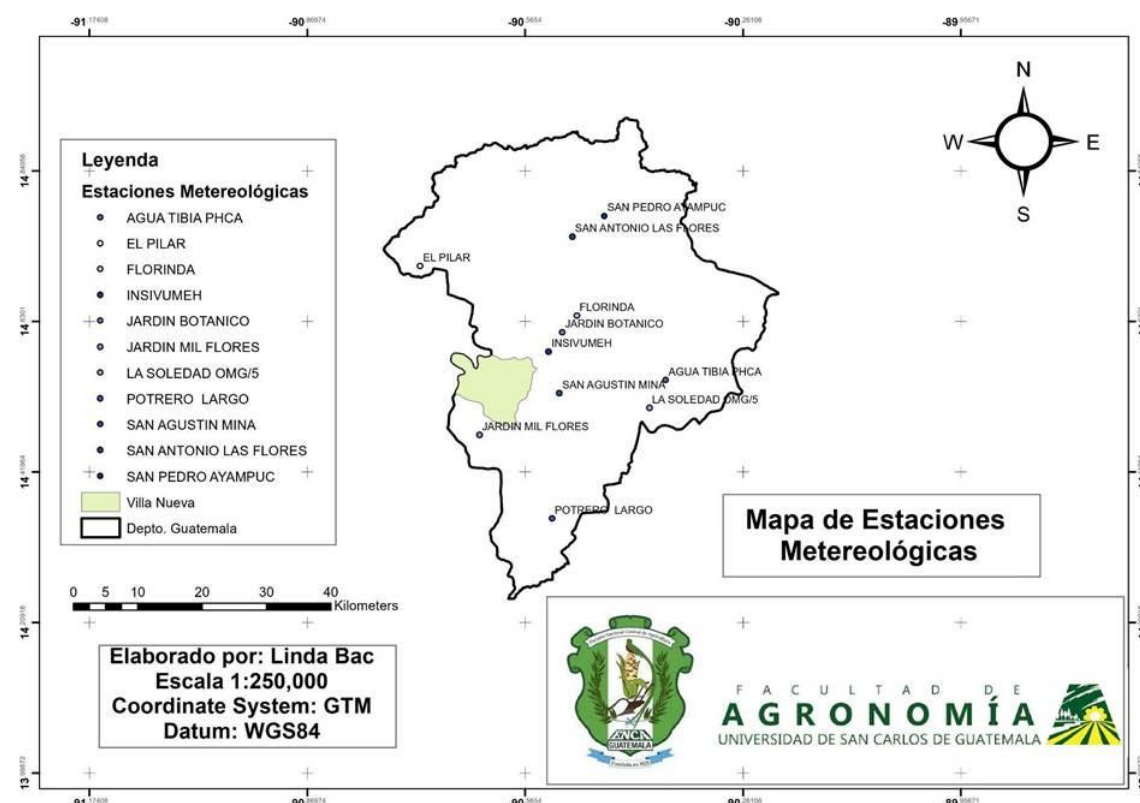
De acuerdo al mapa generado en ArcGis 10.8 de sistemas de información geográfica SIG, el Municipio de Villa Nueva consta de los siguientes climas según Thornthwaite:

Cuadro. No. 2*Clasificación climática según Thornthwaite*

Clasificación	Humedad	Clima	Vegetación
BB'	Húmedo	Semicálido	Bosque
BB'2	Húmedo	Templado	Bosque

Figura No. 3*Mapa de Clasificación Climática según Thornthwaite***ESTACIONES METEREOLÓGICAS**

Para el municipio de Villa Nueva no se cuenta con estaciones metereológicas, solamente las más cercanas son las de la Ciudad de Guatemala: estación del INSIVUMEH y la estación del Jardín Botánico.

Figura No.4**Mapa de Estaciones Meteorológicas****Estación Luna - Ana café de Ciudad de Guatemala**

A continuación, los datos los últimos cuatro años a partir de 2020 al 2024, con datos de: humedad relativa, viento, temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, radiación solar máxima, horas sol, días sin lluvia y días con lluvia.

Datos de la estación meteorológica de Anacafé

Lluvia mm	Hum. Media	Viento Med. Kph	Temp. Media	Temp. Máx	Temp. Min	Rad.Solar Máx	Horas Sol	Días sin Lluvia	Días con Lluvia	
Resumen	1311.9	83	1.2	18.2	30.4	7.3	1320	2874	240	95
Lluvia mm	Hum. Media	Viento Med. Kph	Temp. Media	Temp. Máx	Temp. Min	Rad.Solar Máx	Horas Sol	Días sin Lluvia	Días con Lluvia	
Resumen	4.7	66.6	0.7	13	26.7	0	1082	266.4	23	8
Lluvia mm	Hum. Media	Viento Med. Kph	Temp. Media	Temp. Máx	Temp. Min	Rad.Solar Máx	Horas Sol	Días sin Lluvia	Días con Lluvia	
Resumen	1514.2	84.3	0.3	17.1	28.1	0	1465	2962.9	172	193
Lluvia mm	Hum. Media	Viento Med. Kph	Temp. Media	Temp. Máx	Temp. Min	Rad.Solar Máx	Horas Sol	Días sin Lluvia	Días con Lluvia	
Resumen	1600	71.4	0.8	17.5	32.2	-38.1	1489	3863.5	218	147
Lluvia mm	Hum. Media	Viento Med. Kph	Temp. Media	Temp. Máx	Temp. Min	Rad.Solar Máx	Horas Sol	Días sin Lluvia	Días con Lluvia	
Resumen	0	43.1	0.5	29.7	91.8	-2.7	1488	4954.8	294	0
	886.16	69.68	0.7	19.1	41.84	-6.7	1368.8	2984.32	189.4	

Fuente: datos obtenidos de Anacafé

Para la Escuela Nacional de Agricultura - ENCA-, se tiene actualmente una estación meteorológica y microsensar que medirá: contaminación por partículas (PM1, PM2.5,

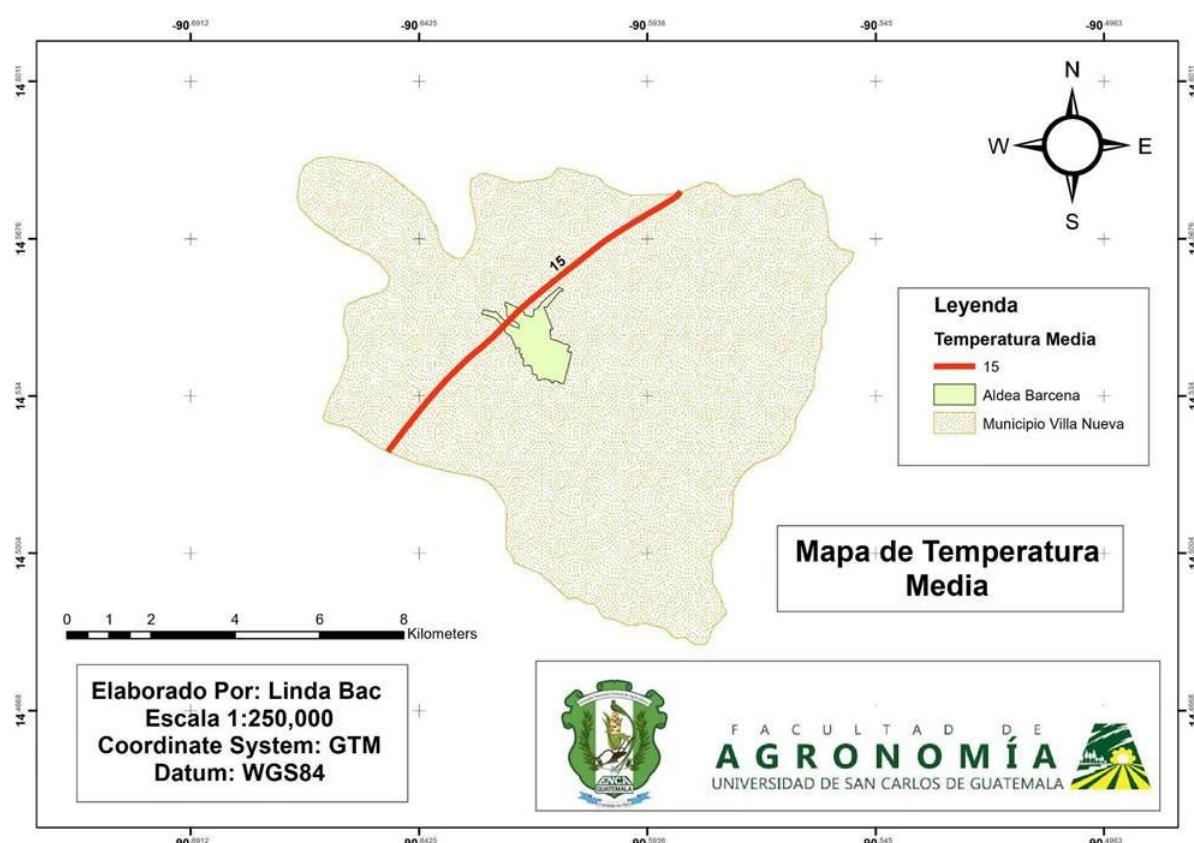
PM10, PM100), temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y dirección de viento; de los cuales los microsensors adjunto a la estación servirán como guía para la selección y uso en aplicaciones relacionadas con el monitoreo del aire, para generar información cuantitativa en una temporalidad de tiempo y así poder realizar boletines mensuales de los datos generados para futuras investigaciones. Actualmente están en calibración, por lo que aún no hay datos específicos para la ENCA.

TEMPERATURA MEDIA

La temperatura media para la parte noroeste la temperatura media es de 15 °C.

Figura No. 5

Mapa de temperatura media



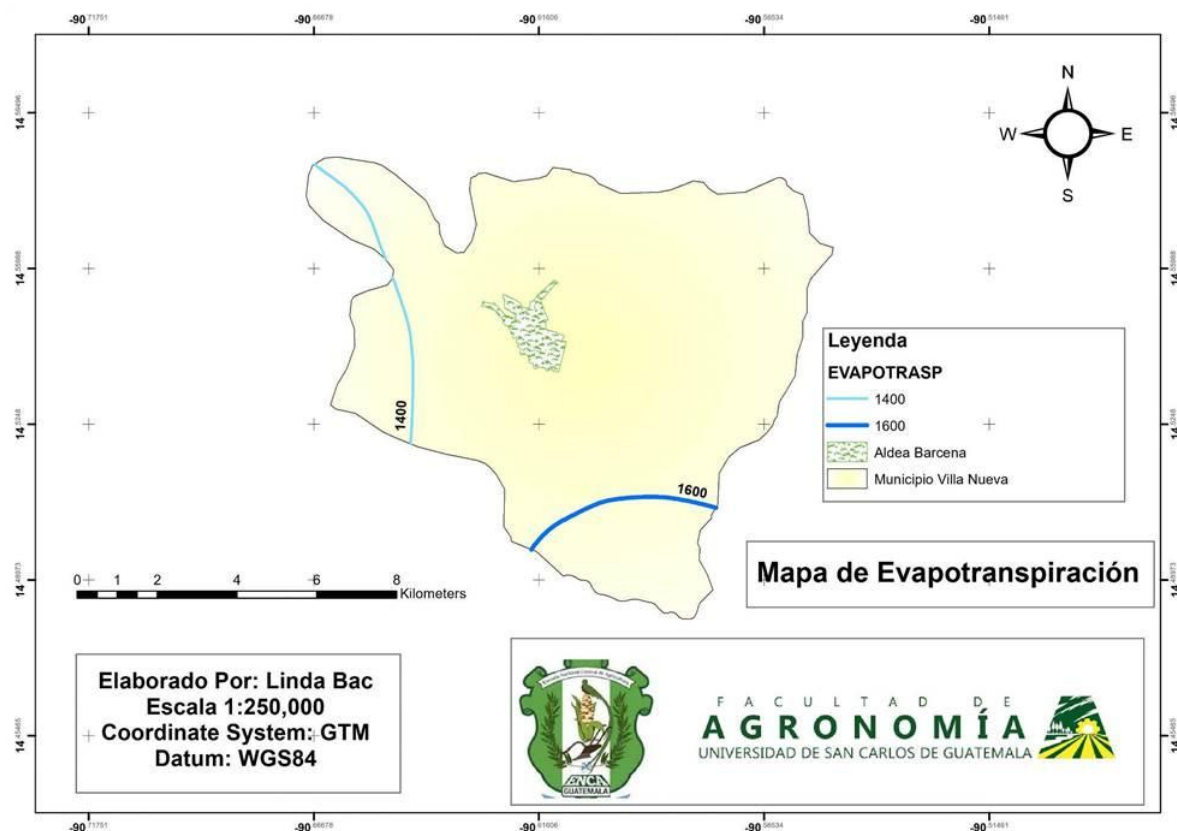
EVAPOTRANSPIRACIÓN

Es la suma de los fenómenos de evaporación del suelo, y transpiración de las plantas. Por una parte, la superficie del suelo se deseca emitiendo vaporizada a la atmósfera el agua que ocupa los macroporos y la que asciende por capilaridad, y por otra, que la planta, por cada kilogramo de materia seca que forma, transfiera varios cientos de litros, a través de las estomas. Esta se mide por la altura que ocuparía la capa de agua evapotranspirada en un cierto periodo de tiempo, expresada en miligramos y en pulgadas, así una

evapotranspiración mensual de 100 mm equivale a una pérdida de agua en el mes considerado, de 100 litros por metro cuadrado, o de 1000 metros cúbicos de hectárea (Herrera, 2014).

Figura No. 6

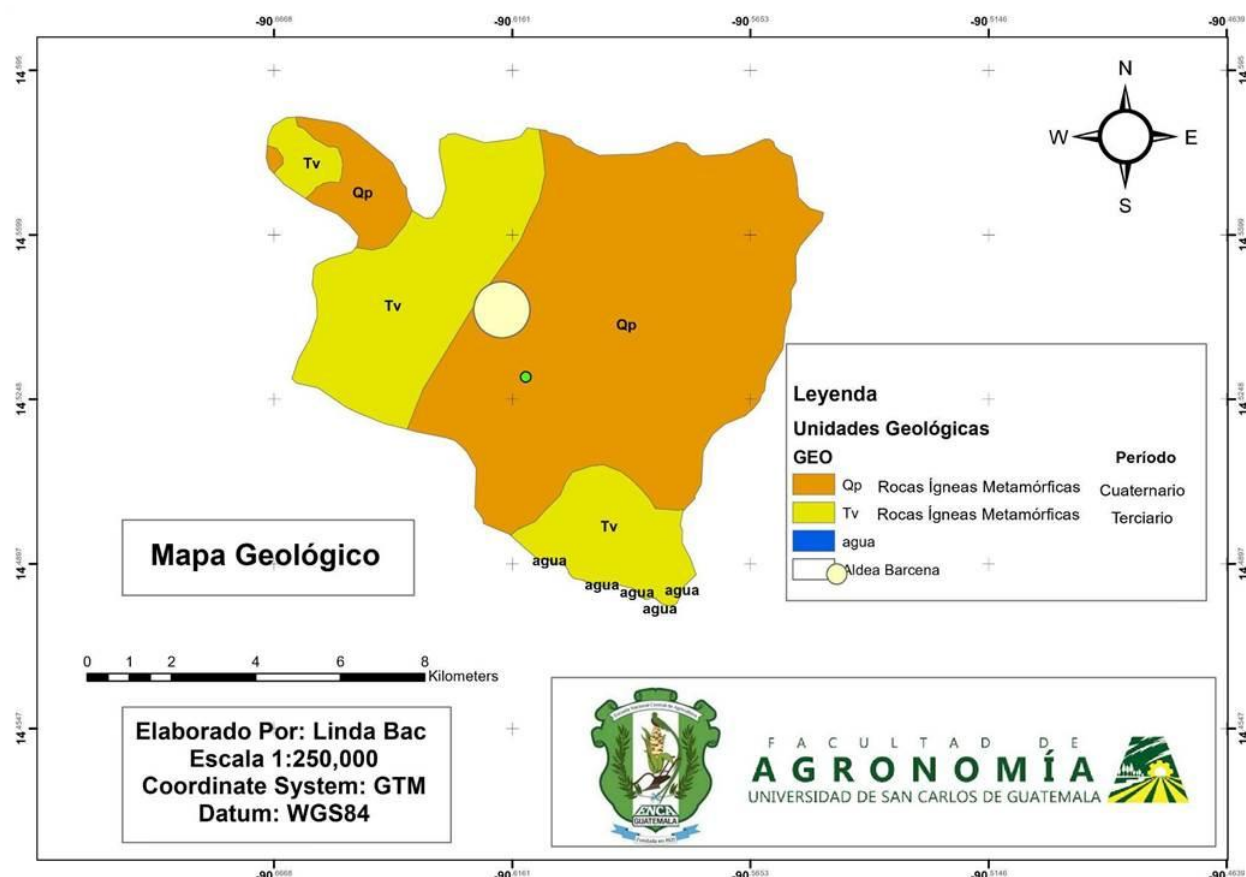
Mapa de Evapotranspiración



GEOLOGÍA

De acuerdo al mapa geológico generado la unidad geológica que corresponde a la aldea Bárcena son rocas ígneas metamórficas (Qp), del período terciario.

Figura No. 7
Mapa Geológico



Rocas Ígneas Metamórficas (Tv): del Período Terciario; con características de rocas volcánicas sin dividir. Predominantemente Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico, y sedimentos volcánicos. Las rocas ígneas comprenden aquellas que se han formado a partir de un material preexistente que ha tenido una etapa de fusión. Se han formado por solidificación (cristalización) de magmas, cuyo origen se encuentra en el interior de la tierra. Las clases y cantidades de varios minerales contenidos en una roca ígnea dependen de la composición química del magma o de la lava (Herrera, 2022).

Rocas ígneas metamórficas (Qp): del período cuaternario; con características de Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso (Herrera, 2022).

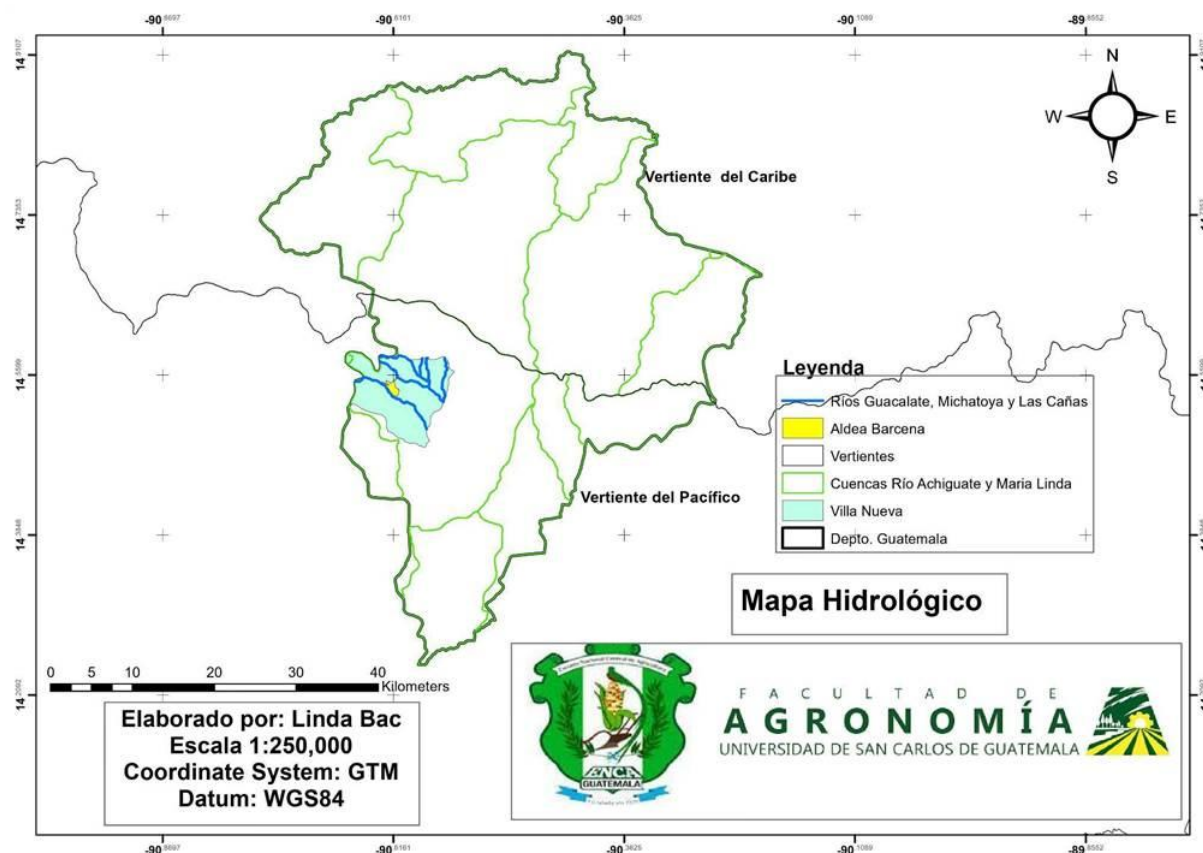
HIDROLOGÍA

De acuerdo al mapa generado en ArcGis 10.8, se utilizaron las capas de vertientes, capas, ríos, departamentos, municipios y centros poblados. El municipio de Villa Nueva, específicamente la Aldea de Bárcena se encuentra situado y/o se ve afectado por los siguientes aspectos hidrológicos:

- Vertiente del Pacífico,
- Cuencas: Achiguate y María Linda
- Ríos: Guacalate, Michatoya y Las Cañas

Figura No. 8

Mapa Hidrológico



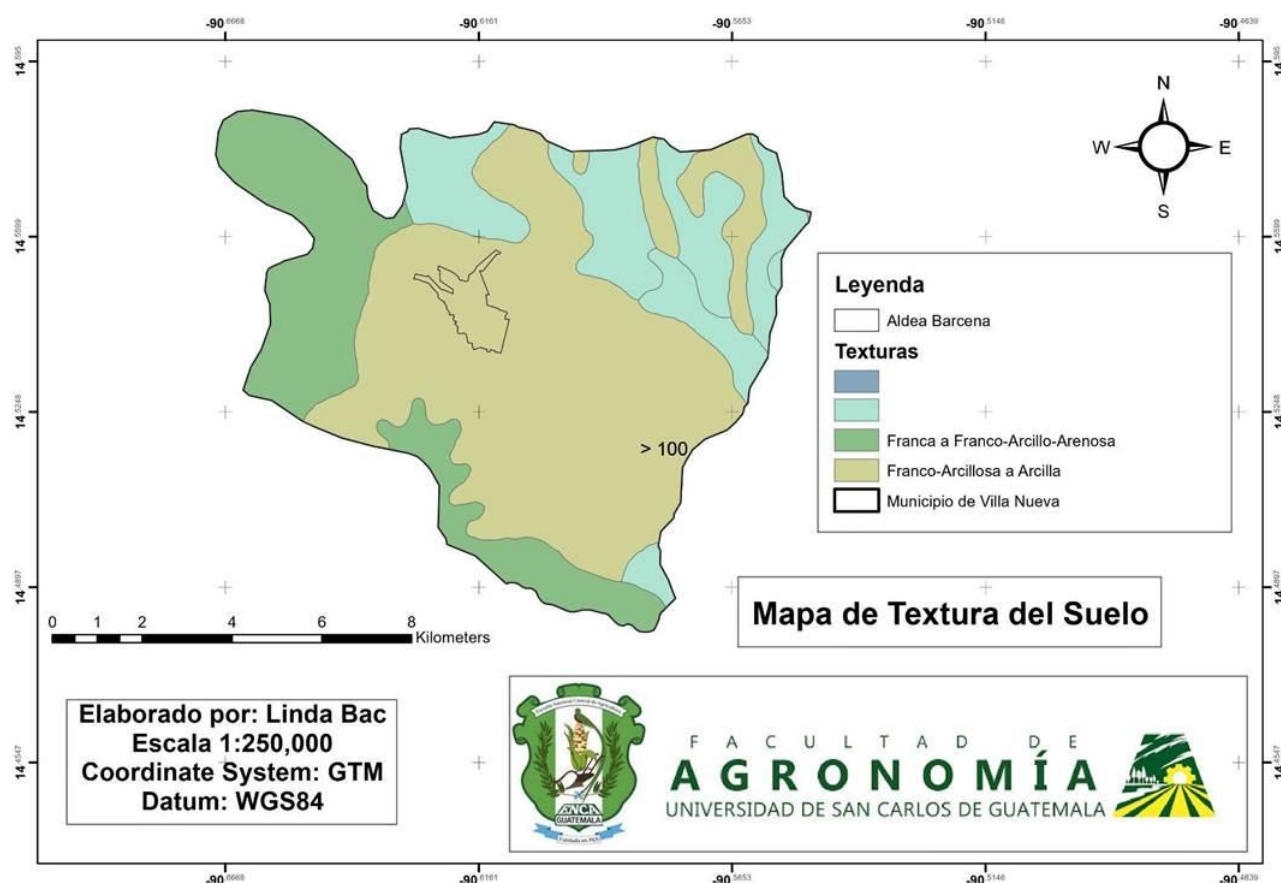
SUELOS

Con los suelos sus características físicas del mismo también se puede mencionar el color y consistencia del suelo, que ayudan para conocer el contenido de materia orgánica y la plasticidad o pegajosidad del suelo. Estas características son de importancia para determinar las bases para clasificación de suelos y su manejo. La textura se refiere a la proporción (% peso) en que se encuentran las partículas primarias del suelo: arcilla, limo y arena. La textura representa la composición granulométrica del suelo, composición cuantitativa de arena, limo y arcilla.

De acuerdo al mapa generado por ArcGis 10.8, la Escuela Nacional Central para la Agricultura -ENCA-, se encuentra localizada con una textura de franco-arcillosa a arcillosa.

Figura No. 9

Mapa de Texturas de Suelos de Aldea Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

**Cuadro No. 3**

Características de los suelos

Textura	Color	Textura superior		Profundidad efectiva	pH	Riesgos	Materia orgánica	Drenaje	Relieve	Serie de suelos
Franca a franco-arcillo-arenosa	Café muy Oscuro a Café	Modera-mente Fina		110	6 Ácido	Erosión Alto con pendiente	Ceniza Volcánica Po- mácea	Buen Drenaje	Ondulado a Inclinado	Cauqué Cq
Franco-arcillosa	Café muy Oscuro a	Modera-mente		> 100	6.13 Ácido	Bajo (en su mayoría en	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Plano u Ondulado	Guatemala Gt

arcilla	Café Oscuro o Café	Fina				las zonas quebradas)	ca			
---------	--------------------	------	--	--	--	----------------------	----	--	--	--

FISIOGRAFÍA

Para Guatemala la actividad volcánica ha existido desde el Paleozoico, grandes erupciones principalmente basalto y riodacitas, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte. Esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por la tensión local, la cuál quebró y movió el material de la superficie como, por ejemplo, el valle hendido (graven) en que está localizada la Ciudad de Guatemala.

Subregión zona montañosa y planicie central (Tecpán-Jalpatagua):

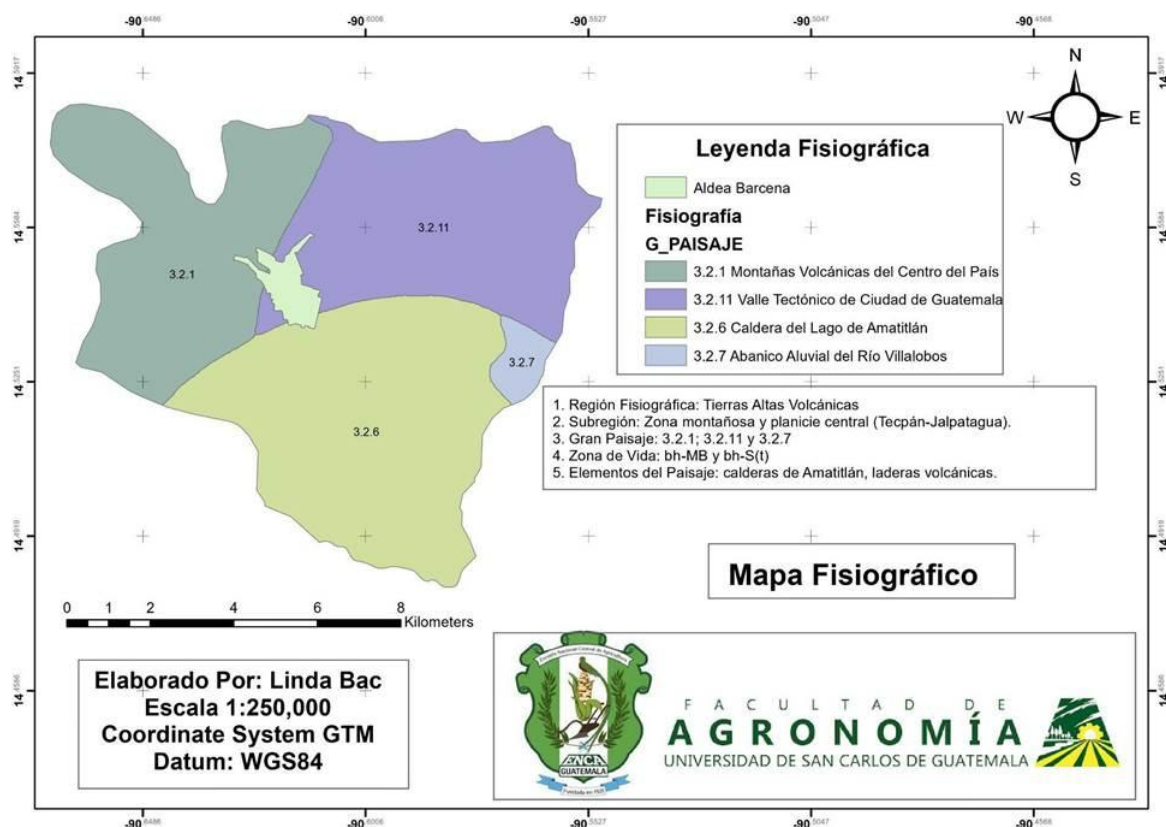
Es un relieve muy complejo con alturas de 500 a 2,500 msnm. Hay presencia de drenaje del tipo dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trenzado. Es un ambiente volcánico, los materiales geológicos que se observan son rocas volcánicas, andesitas y basaltos, flujos riolíticos (obsidianas y perlitas); materiales aluviales, sedimentos fluvio-lacustres, lahares y ceniza volcánica. La edad de estos materiales corresponde al Plioceno, Pleistoceno, Cuaternario Antiguo, Cuaternario.

Para la ENCA que se encuentra ubicada en la aldea de Barcena, abarca el elemento fisiográfico de gran paisaje:

- Valle tectónico de Ciudad de Guatemala: : Se encuentra en todo el valle donde se asienta la Ciudad de Guatemala en el Departamento de Guatemala. La unidad es un relleno piroclástico de topografía suave, con pendientes de 4 a 18%, orientadas al Norte y otras al Sur, debido a que en esta unidad se encuentra el parteaguas continental de la divisoria de la vertientes del Mar Caribe y Océano Pacífico, en sentido Este-Oeste. En el sur se encuentran los ríos Villalobos y sus afluentes que drenan al lago de Amatitlán.
- Montañas Volcánicas del Centro de País:
 - Elementos del paisaje: El relieve está caracterizado por valles con laderas de pendientes muy fuertes y en algunos lugares escarpadas.
- Caldera del Lago de Amatitlán: Se localiza a 15 kilómetros al Sur de la Ciudad de Guatemala, en el Departamento de Guatemala. El principal sistema fluvial que entra al lago lo constituye el río Villalobos y sus afluentes que corren en sentido Norte a Sur

Figura No. 10

Mapa Fisiográfico de aldea Barcena, Villa Nueva, Guatemala.



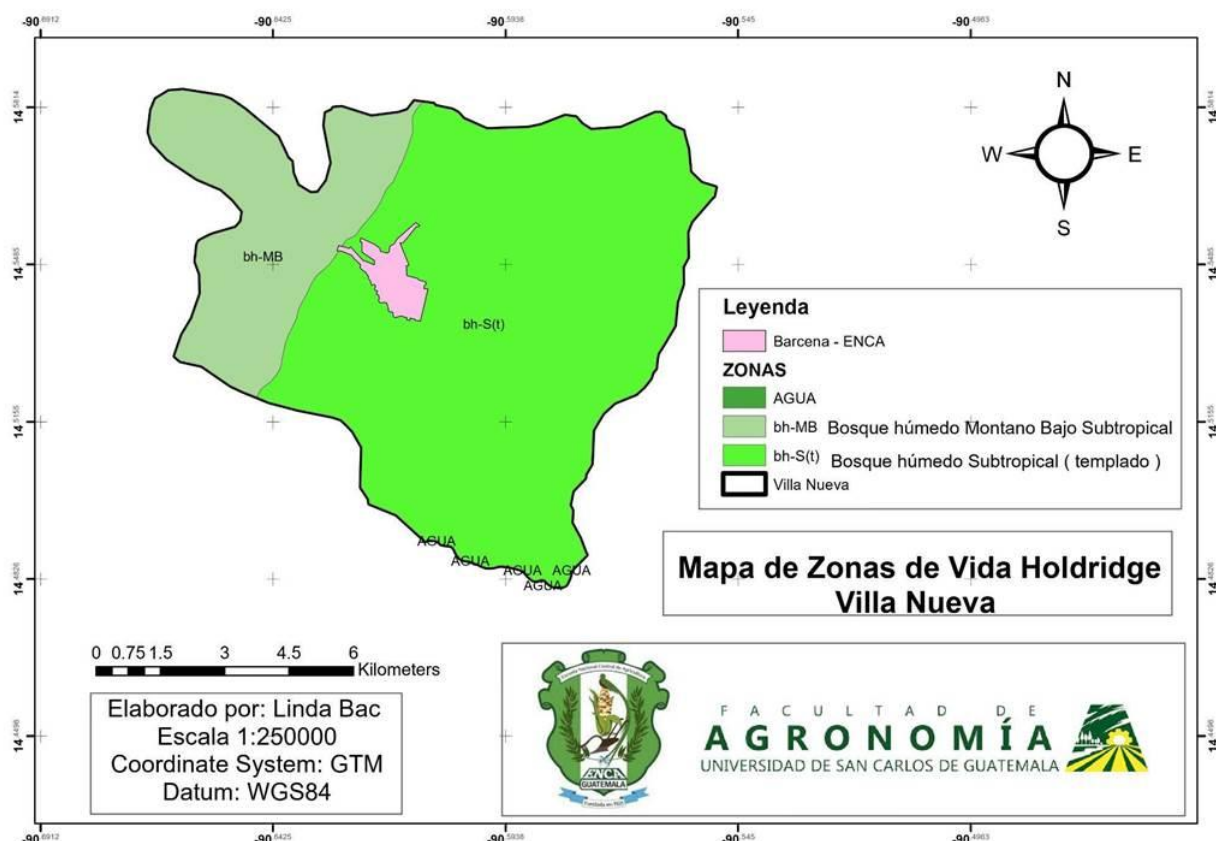
ZONAS DE VIDA

De acuerdo al mapa generado en ArcGis 10.8 de sistemas de información geográfica SIG, el Municipio de Villa Nueva consta de dos zonas de vida las cuales son:

Cuadro. No. 4

Zonas de vida de Holdridge

Bosque húmedo montano bajo subtropical	bh-MB	Precipitación promedio 1322 mm	Relieve Plano a accidentado
Bosque húmedo subtropical (templado)	bh-S(t)	1224	Relieve Ondulado, accidentado y escarpado

Figura No. 11*Mapa de Zonas de Vida Holdridge de Villa Nueva***ESCUELA NACIONAL CENTRAL -ENCA-****Organigrama**

El organigrama de la ENCA se encuentra conformado en la jerarquía más alta por el Consejo Directivo de la ENCA, los cuales están representados por:

- Asociación de peritos agronómicos y forestales
- Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación.
- Claustro de catedráticos ENCA
- Cámara de industria de Guatemala
- Directiva ENCA

Figura No. 12

Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-



Política de investigación de la ENCA: es una declaración institucional que establece una orientación sobre los límites para operar en una investigación.

- Principios: investigación aplicada, investigación con enfoque pedagógico, innovación agropecuaria y forestal, integración de equipos de investigación, criterios de actuación.
- Instrumentos: agenda, guías de procedimientos, protocolos, incentivos, alianzas interinstitucionales, carga académica, recursos financieros.

Agenda de investigación agropecuaria y forestal de la ENCA 2022-2025: instrumento orientador de carácter dinámica, tiene como fin el orientar la acción investigativa mediante las líneas estratégicas, el promover el mejoramiento permanente de la formación académica, incentivar la colaboración de grupos de investigación, promover la investigación que permita proyección social y forestal, promover vínculos nacionales e internacionales y posicionar a la escuela en un ámbito profesional.

Ejes Estratégicos de investigación:

Eje estratégico de investigación 1: Gestión forestal, ambiental y cambio climático

- Objetivo del eje estratégico de investigación: Abordar prácticas agrícolas, pecuarias y forestales que permitan la adaptación y mitigación al cambio climático y promover una gestión ambiental integral a partir del manejo sostenible de ecosistemas.
- Líneas de investigación propuestas: gestión del agua, protección forestal, restauración de paisajes, gestión de riesgos a desastres naturales, manejo y conservación del medio ambiente, contaminación y manejo de desechos, manejo forestal.

Eje estratégico de investigación 2: educación integral, agropecuaria y forestal.

- Objetivo del eje estratégico de investigación: Promover que en la ENCA se desarrolle una educación integral que permita formar técnicos con valores y conocimientos de alto nivel. Y que estas experiencias positivas puedan ser transferidos a los centros educativos que integran el CEMAF.
- Líneas de investigación propuestas: curriculum agropecuario y forestal, evaluación institucional y acreditación en la educación agropecuaria y forestal, humanización del ser social, tecnología educativa agropecuaria y forestal, didáctica en la educación agropecuaria y forestal.

Eje estratégico de investigación 3: agricultura sostenible

- Objetivo del eje estratégico de investigación: Desarrollar sistemas productivos sostenibles, en diferentes escalas de producción; pequeños productores, producción comercial y cultivos de exportación.
- Líneas de investigación propuestas: nutrición, sanidad, buenas prácticas agrícolas, tecnología agropecuaria, agricultura orgánica, MIP agropecuario y forestal, seguridad, ambiente e inocuidad, agricultura de precisión, mejoramiento genético.

Eje estratégico de investigación 4: desarrollo rural

- Objetivo del eje estratégico de investigación: Desarrollar acciones de investigación que permitan mejorar los medios de vida de la población rural de Guatemala, promoviendo generar resiliencia y adaptación a las condiciones cambiantes del clima.
- Líneas de investigación propuestas: diagnóstico comunitario rural, organización comunitaria, generación de alternativas económicas, proyectos sostenibles en áreas rurales, seguridad alimentaria y nutricional, educación no formal a nivel técnico-comunitario.

Eje estratégico de investigación 5: cadenas de valor

- Objetivo del eje estratégico de investigación: Establecer mecanismos que permitan desarrollar las actividades agrícolas para alcanzar los máximos ingresos para los productores agrícolas, forestales y pecuarios.

- Líneas de investigación propuestas: inteligencia de mercados agrícolas, planes de negocios, emprendedurismo e innovación de productos agropecuarios y forestales, desarrollo de productos agroindustriales y encadenamientos productivos.

Guía de procedimientos para la investigación de la ENCA 2022-2025: la guía de procedimientos considera dos secciones, en la primera se establecen los procedimientos para realizar ensayos, estudios, experimentos y pruebas de productos o servicios. En la segunda se presentan los procedimientos para la realización de ensayos, estudios, experimentos y pruebas de productos o servicios entre entidades externas (estudiantes tesistas, practicantes, investigadores egresados, empresa privada, organizaciones no gubernamentales, comunidades, asociaciones, entre otros) y la ENCA.

- Para investigación con personal de la ENCA: aplica a todo el personal de la ENCA que proponga desarrollar un ensayo, experimento, estudio, investigación, pruebas de productos o servicios.
- Para investigación con entidades externas y la ENCA: para todos aplica roles y responsabilidades de cada una de las partes, firma de carta de entendimiento por las entidades involucradas, implementación de acciones y divulgación de resultados.

Sección de Investigación:

Una de las funciones de la sección de investigación es la coordinación de los diferentes EPS, el control y seguimiento de los servicios e investigaciones, descriptor de actividades, coordinar hospedaje, alimentación, papelería, entre otros. Y de manera directa y enfatizada cuando se encuentran en el área de investigación.

Dentro de la ENCA, actualmente se encuentran once epesistas, de las carreras de:

- Sistemas de producción agrícola -SPA- (3)
- Industrias agropecuarias y forestales -IIAF- (3) y
- Gestión ambiental local -GAL-, de la Facultad de Agronomía.

También existen de los centros universitarios y otras unidades académicas.

- Carrera de Floricultura del centro universitario de Huehuetenango.
- Escuela de Zootecnia de la Facultad de Veterinaria
- Escuela de Ciencias Psicológicas

Personal de sección de investigación:

- Jefe de sección de investigación: Ing. Juan Adrián Marroquín Estrada
- Dos epesistas:
 - Gestión ambiental local -GAL- de la Facultad de Agronomía.

- Sistemas de producción Agrícola -SPA- del centro universitario de Chimaltenango - CUNDECH-.

Proyectos de investigación vigentes en la Sección de Investigación de la ENCA

En la sección de investigación se cuentan con EPS que actualmente hacen servicios e investigación, distribuidos en diferentes áreas tales agrícola, forestal, agroindustrial e investigación, de seis y ocho meses. De las cuales dos directamente están bajo la dirección de sección de investigación, las cuales son:

- En el eje estratégico de gestión forestal, ambiental y cambio climático:
 - Contaminación y manejo de desechos
- En el eje estratégico de agricultura sostenible:
 - Agricultura orgánica

Otras investigaciones se encuentran en las áreas de lácteos, cárnicos, consulados, maderas, entre otros.

Fincas de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

En las dos fincas de la ENCA, también se realizan investigaciones dentro de la sección de investigación:

1. Finca Las Ninfas, Amatitlán, Guatemala.
2. Finca La Montañita

Descripción de actividades de EPS de gestión ambiental.

a) Servicio técnico profesional

- Apoyo en actividades diarias dentro de la sección de investigación.
- Gestión de servicios dentro del área de investigación.
- Seguimiento y supervisión de actividades asignadas dentro del área de investigación en las diferentes investigaciones forestales/ambientales.
- Documentar todas las actividades para la formulación de registros y procedimientos forestales/ambientales.
- Elaboración de informes y reportes requeridos.

b) Generación exclusiva para la ENCA

- Formular propuestas de servicios en bienestar del área
- Formular guías de procedimientos y/o formatos que se requieran.

c) Investigación

- Formular una propuesta de investigación en el tema ambiental sobre caracterización y manejo de desechos.
- Documentar la propuesta de investigación y ejecutarla de manera que responda una necesidad identificada.
- Elaborar informe final de investigación.

d) Servicios de capacitación

- Impartir capacitaciones que se requieran en temas ambientales

Propuesta de servicio principal:

1. "Caracterización de residuos y desechos sólidos del área de cocina, para elaborar un plan de manejo de residuos y desechos sólidos en la Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA-.

Problemáticas - sección de investigación:

- Poco personal en la sección de investigación
- Mínima infraestructura física (oficinas)
- Escasas investigaciones en el ámbito ambiental.
- No existe antecedentes de epesista de gestión ambiental.
- Dentro de las infraestructuras de sección de investigación, escaso espacio del invernadero de cristal.
- No existe ventilación en el área de trabajo.
- El interés por epesistas de seis meses es menor.
- Riesgos externos a la ENCA, como bloqueos, paros, problemas de transporte, entre otros.
- Riesgos externos como factores del clima para darle continuidad a las investigaciones.
- El recurso financiero puede variar según año y presupuesto fiscal asignado a la sección de investigación.
- No existe una base de datos de las investigaciones previas.
- La continuidad de las investigaciones al cabo del tiempo estipulado

Análisis FODA de la sección de Investigación:

FODA: El análisis consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles, también se conocen como factores externos e internos, asociados a la institución que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación

externa, es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. La matriz FODA constituye el punto de partida para la formulación o elaboración de estrategias; de dicha matriz se pueden realizar nuevas matrices (Ponce, 2007).

Cuadro No. 5

Análisis FODA para la sección de investigación



Matriz de Priorización de problemas

Cuadro No. 6.

Matriz de priorización de problemas para la sección de investigación

MATRIZ DE EISENHOWER SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA		
	URGENTE	NO URGENTE
IMPORTANTE	- Escases de personal en la sección de investigación. - Escases de investigaciones en el ámbito ambiental - El recurso financiero limitado según presupuesto anual y fiscal destinado a investigación puede ser variante. - Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental, manejo de desechos y residuos sólidos, riesgos ambientales en la ENCA y fincas (inundaciones, deslizamientos), certificaciones y acreditaciones ambientales, geológico, hidrogeológico (pozos y agua subterránea), ingeniería sanitaria (tuberías, hidráulica, aguas residuales), etc. - No se cuenta con una página web de las fincas de la ENCA.	- Mínima estructura física: mobiliario y equipo (oficinas, escritorios, computadoras, etc). - No existe antecedentes de especialistas de gestión ambiental. - No hay registro de una base de datos de investigaciones previas. - El seguimiento de las investigaciones al acabar el tiempo de estipulado. - Un documento donde tengan contempladas las políticas, acuerdos de la legislación nacional que se rijan las investigaciones: A.G. 164,2021 (desechos y residuos), A.G. 236-206 (aguas residuales), listados taxativo de proyectos, Obras, Industrias o Actividades A.M 402-2021 (evaluación ambiental), A.G. 137-2016 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, entre otros.
NO IMPORTANTE	- Dentro de las infraestructuras de sección de investigación, escaso espacio del invernadero de cristal. - Las diferentes plagas que pueden atacar a los cultivos. - En el área física de sección de investigación se cuenta zancudos. .	- Riesgos asociados al clima (lluvias intensas, granizo, elevada temperaturas) que puedan afectar el avance de las investigaciones. - Riesgos a factores externos de la ENCA: bloqueos, paros, etc (excepciones raras).

Matriz de causa y efecto de problemáticas de la sección de investigación:

Calificación propuesta para la sección de investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, donde se determinó el rango de magnitud, usando una calificación de 1 a 8, en donde están valoradas en cuatro categorías:

- 1-2: importancia y urgencia baja.
- 3-4: interés bajo y pocos recursos financieros e institucionalidad.
- 5-6: importancia y urgencia alta, e incidencia de los actores.
- 7-8: se necesitan rutas estratégicas ya sean a mediano y largo plazo, por lo mismo puede llegar a ser complejos.

Cuadro. No. 7*Matriz de causa y efecto de sección de investigación*

Causa/efecto	Aumento de investigaciones, cooperantes y financiamiento	Aumentos de proyectos en la gestión ambiental	Personal de gestión ambiental y aumento de personal en sección de investigación	Buena planificación y manejo integral y eficiente en la sección de investigación	Total
Escasez de personal en la sección de investigación	6	7	6	8	27
Escasez de investigaciones en el ámbito ambiental	6	7	7	8	28
El recurso financiero limitado según presupuesto anual y fiscal destinado a investigación puede ser variante.	4	6	5	8	23
Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental.	6	6	6	8	26
No se cuenta con una página web de las fincas de la ENCA	4	6	6	8	24

De acuerdo con la matriz de priorización de Eisenhower de problemas identificadas en la sección de investigación, se han identificado las siguientes:

- **Escasez de personal en la sección de investigación:** esto pueden ser diferentes causas asociadas al desinterés de parte de las autoridades, falta de presupuesto, la temporalidad de convocatorias es corta, entre otros. Cuando la sección de investigación además de supervisar a todos los epesistas de la ENCA, tiene a cargo a epesistas dentro de sección de investigación, hacer convenios con cooperantes, planificación de actividades, descriptor de actividades de epesistas, papelería y gestión de cada epesista. Son muchas gestiones tanto dentro de la ENCA, las dos fincas que administra la escuela.
- **Escasez de investigaciones en el ámbito ambiental:** la ENCA históricamente se ha especializado en estudios agrícolas en su mayoría, seguido de investigaciones forestales y agropecuarios. Pero su fuerte nunca ha sido el tema ambiental, sin embargo, estos temas tienen relación ya sea directa o indirectamente con el tema ambiental propiamente en temas como el manejo de residuos y desechos sólidos que realizan en cada área de la escuela y de las dos fincas. La evaluación del impacto ambiental que realiza cada área y por ende cada investigación y/o servicio que realizan investigadores internos o externos de la sección de investigación. Se debe contemplar que cada investigación aplique un monitoreo y mitigación del impacto de la investigación a realizar.

Por otro lado también se debe generar información en temas ambientales tales como: estudios derivados de evaluación de impacto ambiental, manejo de desechos y residuos sólidos, riesgos ambientales en la ENCA y fincas (inundaciones, deslizamientos), certificaciones y acreditaciones ambientales, geológicos, hidrogeológicos (pozos y agua subterránea), ingeniería sanitaria (tuberías, hidráulica, aguas residuales), monitoreos ambientales (aire y agua), diagnóstico de los recursos naturales, entre otros.

La sección de investigación de la ENCA, debería de contar con una sección de sistemas de información geográfica haciendo uso de programas como ArcGis, entre otros.

- **El recurso financiero limitado según presupuesto anual y fiscal destinado a investigación puede ser variante:** el presupuesto es un tema muy importante en cualquier institución e investigación, para el equipo, insumos y materiales. Así mismo para gestiones, permisos, licencias, entre otros gastos. Así mismo para gastos de movilidad (gasolina, pasajes, etc).
 - Dependiendo del tipo de investigación algunas necesitan llevar a análisis de suelo, agua, en otros lugares tales como la facultad de Agronomía, Ingeniería o Farmacia.

- Trasladar especímenes de colectas para identificación en herbarios y colecciones biológicas.
- Licencias ambientales en entidades como el Ministerio de Ambiente.
- Reuniones, visitas, convenios con otras entidades tales como el MAGA, MARN, entre otros.
- Compra de equipo, insumos y materiales para uso interno de investigaciones.
- **Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental:** basándose en instrumentos ambientales cuando si y sólo si una investigación conlleve un impacto ambiental.
- **No se cuenta con una página web de las fincas de la ENCA:** es necesario contar con sitios web de ambas fincas, que proporcionan información socioeconómica como biofísica, infraestructura, accesibilidad, área, zonificación de las fincas, manejo y administración de las mismas. Así mismo dentro del portal tener las investigaciones realizadas en ambas fincas, para referencias para futuras investigaciones y contar con su biblioteca tanto física como virtual actualizada.

Algunas consideraciones para investigaciones en la sección de investigación:

Para las distintas investigaciones se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Matriz de priorización de problemas
- Matriz de causa y efecto derivado de la priorización de problemas.
- Socialización previa, durante y en la fase de terminado.
- Recursos humanos que necesitará para la investigación.
- Materiales y equipo
- Instalaciones y/o lugar donde se trabajará
- Presupuesto
- Diseño experimental
- Diagnóstico del lugar asignado previo a iniciar la investigación
- Control y seguimiento: matriz de monitoreo y mitigación
- Equipo y protección personal
- Temporalidades a evaluar
- Metodología y recopilación de datos
- Principios de la Investigación de acuerdo a la Política de la Investigación de la ENCA:
- Ejes estratégicos y líneas de investigación

Gestión ambiental en la sección de investigación:

- Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental, manejo de desechos y residuos sólidos, riesgos ambientales en la ENCA y fincas (inundaciones, deslizamientos), certificaciones y acreditaciones ambientales, geológico, hidrogeológico (pozos y agua subterránea), ingeniería sanitaria (tuberías, hidráulica, aguas residuales), evaluación de impacto ambiental, entre otros.
- Tomar en cuenta la legislación nacional tales como: A.G. 164,2021 (desechos y residuos), A.G. 236-206 (aguas residuales), listados taxativos de proyectos, Obras, Industrias o Actividad. A.M 402-2021 (evaluación ambiental), A.G. 137-2016 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, entre otros.
- Certificaciones ambientales tales como: ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental, ISO 9001 de Gestión de Gestión de Calidad, ISO 14024 de ecoetiquetas Ila cual garantiza que cierto producto cumple con las condiciones exigidas para definirlo como ecológico y poco nocivo para el medio ambiente; la norma de sistema de gestión ambiental de la norma 14001.

Este trabajo nos permitirá adquirir herramientas conceptuales y prácticas que permitan definir el estado en que se encuentra el ambiente en estudio, así como participar en el desarrollo de estrategias según cada problemática y en la toma de decisiones para una planificación del área de sección de investigación. Tomando como base las fortalezas y oportunidades para darle seguimiento y/o continuidad y mejoras. Así como las debilidades y amenazas como prioridades para llevarlas a un punto de análisis para una buena planificación a corto y largo plazo.

Como parte de la sección de investigación, se encuentran la supervisión de los proyectos establecidos, generación de propuestas nuevas de investigación y la resolución de problemáticas de interés. Considerando tomar el futuro en el tema ambiental, para cada área dentro de la ENCA (producción animal, hortalizas, maderas, lácteos, floricultura, cárnicos, entre otros); temas ambientales tales como el manejo de desechos y residuos, que actualmente en Guatemala son temas que se manejan desde el tema municipal y comunitario. La ENCA tiene los recursos y la voluntad para poder hacer énfasis en los temas ambientales, y empezar a dejar precedente a nivel nacional como modelo del uso de los recursos naturales de manera integral y eficiente.

Así mismo se espera que dentro de la sección de investigación se tomen a consideración a corto y mediano plazo personal para el área de gestión ambiental como lo son epesistas para trabajar servicios e investigación.

CONCLUSIONES

- Dentro del análisis Foda las debilidades se encuentran: la escasez de personal y espacio físico, escasas investigaciones ambientales, no se contaba con antecedente de eps ambiental, no existe un registro de base de datos de investigaciones y el seguimiento de las investigaciones al terminar el tiempo y recurso financiero estipulado es incierto.
- Las amenazas de la sección de investigación se encuentran los riesgos asociados al clima (altas temperaturas, intensas lluvias, granizo), que pueden afectar cultivos en las investigaciones, riesgos externos (paros, bloqueos), recursos financieros limitados según presupuesto fiscal y anual, y las plagas.
- En los factores positivos como las fortalezas están: la sección de investigación cuentan y dar oportunidad a epesistas de varias carreras como lo son de sistemas de producción agrícola, gestión ambiental, industrias agropecuarias y forestales, psicología y zootecnia, entre otros, así como de varios centros universitarios como lo son de Chimaltenango, Huehuetenango y Santa Rosa; se hacen publicaciones en una revista científica interna y póster científico, se tienen un respaldo legal, se cuenta con una agenda, política y guía de procedimientos para realizar investigación, existen convenios con instituciones estatales y privadas, hay cooperantes que apoyan en insumos y/o financian investigaciones.
- La sección de investigación cuenta con varias oportunidades las cuales son: contratación de personal de investigación (técnicos de campo, fincas), la diversa generación de propuestas de investigación y servicios de epesistas como investigadores externos e internos, más espacios para epesistas de gestión ambiental, la oportunidad de publicación en revista y poster científico, un estipendio mensual, no solo hacer investigación en la Escuela, sino en las dos fincas de Amatitlán y San Agustín Acasaguastlán, y la oportunidad de hacer alianzas con el sector comunitario en temas agrícolas, ambientales, forestales y agroindustriales.

Referencias bibliográficas

ENCA (2022). *Política de Investigación de la ENCA 2022-2025. Agenda de Investigación Agropecuaria y Forestal 2022-2025. Guía de procedimientos para la investigación de la ENCA*. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

FAUSAC (2017). *Prácticas de laboratorio Edafología I. "Propiedades Físicas del Suelo"*. Sub-área manejo de suelo y agua, Área tecnológica, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Herrera, I. (2022). *Hidrogeología Práctica*. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos (CARA).

MAGA (2021). *Determinación de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala*. Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Ponce, H. (2007). *La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones*. Enseñanza e Investigación en Psicología, vol. 12, núm. 1, enero-junio, 2007.

ANACAFÉ (2025). *GIS Portal Meteorológico*. (s. f.).
<https://meteorologia.anacafe.org/index.html?lat=14.62459&lon=-90.56535&z=10&pin=1>

ENCA (2025). *Sección de Investigación*.
<https://www.enca.edu.gt/investigacion/>

CAPÍTULO 2. SERVICIOS PROFESIONALES: PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS PARA LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-

Servicio principal 1:

Caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos comunes para el área de cocina y el sitio de disposición temporal.

Antecedentes:

Escasez de investigaciones en el ámbito ambiental: la ENCA históricamente se ha especializado en estudios agrícolas en su mayoría, seguido de investigaciones forestales y agroindustriales. Pero su fuerte nunca ha sido el tema ambiental, sin embargo estos temas tienen relación ya sea directa o indirectamente con los temas mencionados y directamente con el manejo de residuos y desechos sólidos que realizan en cada área de la escuela y de las dos fincas. La evaluación del impacto ambiental que realiza cada área y por ende cada investigación y/o servicio que realizan investigadores internos o externos de la sección de investigación. Se debe contemplar que cada investigación aplique un monitoreo y mitigación del impacto de la investigación a realizar.

Por otro lado también se debe generar información en temas ambientales tales como: estudios derivados de evaluación de impacto ambiental, manejo de desechos y residuos sólidos, riesgos ambientales en la ENCA y fincas (inundaciones, deslizamientos), certificaciones y acreditaciones ambientales, geológicos, hidrogeológicos (pozos y agua subterránea), ingeniería sanitaria (tuberías, hidráulica, aguas residuales), monitoreos ambientales (aire y agua), diagnóstico de los recursos naturales, entre otros.

La sección de investigación de la ENCA, debería de contar con una sección de sistemas de información geográfica haciendo uso de programas como ArcGis, entre otros.

Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental: basándose en instrumentos ambientales cuando si y sólo si una investigación conlleve un impacto ambiental.

Gestión ambiental en la sección de investigación:

- Estudios derivados de evaluación de impacto ambiental, manejo de desechos y residuos sólidos, riesgos ambientales en la ENCA y fincas (inundaciones, deslizamientos), certificaciones y acreditaciones ambientales, geológico, hidrogeológico (pozos y agua subterránea), ingeniería sanitaria (tuberías, hidráulica, aguas residuales), evaluación de impacto ambiental, entre otros.
- Tomar en cuenta la legislación nacional tales como: A.G. 164,2021 (desechos y residuos), A.G. 236-206 (aguas residuales), listados taxativos de proyectos, Obras,

Industrias o Actividad. A.M 402-2021 (evaluación ambiental), A.G. 137-2016 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, entre otros.

- Certificaciones ambientales tales como: ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental, ISO 9001 de Gestión de Gestión de Calidad, ISO 14024 de ecoetiquetas la cual garantiza que cierto producto cumple con las condiciones exigidas para definirlo como ecológico y poco nocivo para el medio ambiente; la norma de sistema de gestión ambiental de la norma 14001.

Objetivo general:

- Realizar una caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos comunes generados para el área de cocina y el sitio de disposición temporal.

Objetivos específicos

1. Identificar los tipos de residuos y desechos sólidos comunes.
2. Clasificar los residuos que pueden ser reciclados o reutilizados en otras áreas de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.
3. Capacitar al personal de cocina en el manejo y separación de residuos y desechos sólidos.
4. Establecer una ruta estratégica para un plan de manejo de los desechos y residuos sólidos.

Metodología

Elaboración de una propuesta de investigación: “Estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos del área de cocina, para elaborar un plan de manejo de residuos y desechos sólidos en la Escuela Nacional Central de Agricultura”.

-De acuerdo con la política y agenda de investigación ENCA 2022-2025, la propuesta contempla los ejes estratégicos de Investigación 1: Gestión forestal, ambiental y cambio climático dentro de la línea de investigación de contaminación y manejo de desechos y el eje estratégico de investigación 4: desarrollo rural, la cual contempla proyectos sostenibles en la formulación y gestión de proyectos.

- Se realizó la primera reunión con la sección de investigación, planificación institucional y coordinación de vida estudiantil. De manera preliminar para tomar en consideración

horarios, turnos del personal de cocina, temporalidades de evaluar entre semana, fines de semana, semanal y mensual.

- Se formuló la propuesta de investigación, destacando lo siguiente: ejes estratégicos de investigación, principios de acuerdo a la política de investigación de la ENCA, metodología, análisis de muestras, materiales y equipo, herramientas, equipo de protección, problemáticas identificadas y priorizadas, causas y efectos de problemáticas, requerimientos para una caracterización de manejo de residuos y desechos sólidos, control y seguimiento, cronograma, etc.
- Se presentó la propuesta a la sección de investigación, planificación institucional y coordinación de vida estudiantil, a manera de socialización.
- Se realizaron las correcciones y observaciones brindadas a la propuesta de investigación.

Presentación de las propuestas de servicio e investigación con la sección de investigación y el subdirector de la ENCA

Reunión con consejo directivo, vida estudiantil, unidad de planificación y sección de investigación sobre los temas de manejo de desechos y residuos sólidos.

- Presentación de vida estudiantil con un previo estudio del desperdicio de cocina, y el conocimiento de residuos para posterior uso dentro de la ENCA.
- Reunión con cada representante de área de: producción animal, aserradero y carpintería, agroindustria (lácteos y cárnicos) y hortalizas. Para conocer la cantidad y qué tipo de residuos produce cada área.
- Se identificaron las bases de infraestructura y composición de una abonera ideal, desde las medidas, tipo de residuos, capas, etc.
- 3) Reunión con docentes para compartir sus experiencias sobre 1) la producción de Bocashi con los alumnos y 2) elaboración de compostaje.

Socialización de la investigación con el personal de Coordinación de Vida Estudiantil, personal de cocina y encargado de desechos.

Estuvieron presentes el personal de cocina: 1) Chef y 2) Encargado de desechos y residuos de cocina. Se planteó de manera preliminar el estudio de caracterización de residuos del área de cocina. Una presentación y el permiso respectivo de para la toma de fotografías, toma de datos por medio de una encuesta, recorridos del manejo de desechos del área de cocina.

Diagnóstico de residuos y desechos sólidos comunes en el área de cocina

Se identificaron generalidades del manejo de desechos, con observación directa, toma de fotografías, paso de encuesta al personal, entrevista semiformal al chef y al encargado de desechos de cocina. Se identificó el área de trabajo de pesaje y materiales a utilizar para la caracterización y cuantificación de desechos y residuos sólidos. Se les pasó la encuesta al personal como los chefs y auxiliares de cocina, sobre su percepción y conocimiento de la generación, uso y manejo de los residuos y desechos sólidos.

Reunión en seguimiento con la sección de planificación para el intercambio de datos de monitoreo de desechos y residuos sólidos.

Se compartió la base de datos del informe diario de cocina ya existente al personal de sección de planificación. Así mismo se plantearon observaciones preliminares del monitoreo de desechos, tales como: las raciones de comida, reducción de algunas comidas, procedencia de alimentos al área de cocina, entre otros.

Caracterización de desechos residuos y desechos sólidos en el sitio de disposición temporal del área de cocina.

Se realizó la técnica de cuarteo para la identificación de muestra de desechos y residuos del

área de cocina, haciendo uso de los siguientes materiales: pala, rastrillo, escoba, pala, plástico negro y el equipo de protección personal: guantes, botas de hule y mascarilla.

Documentación de ruta de transporte de residuos orgánicos del área de cocina para las áreas de producción animal y abonera ya existente.

Figura No. 13

Diagrama de ruta de transporte de los residuos del área de cocina y su disposición final



Elaboración propia

Elaboración de bases de datos de registros para la fase cualitativa y cuantitativa

Se elaboraron bases de datos físicas para trabajar en el sitio de disposición temporal y bases de datos en excel para un registro más detallado, posteriormente se compartió el mismo registro en línea a subdirección, sección de investigación y sección de planificación.

Georeferenciación de puntos marcados en campo en un mapa para una abonera

Se descargó el programa Garmin-BaseMap y se procedió a descargar los puntos guardados en el GPS previamente en campo, formulando una guía de procedimiento del traslado de puntos de GPS- Garmin 66S a ArcGis 10.8. Previamente trasladados en Google Earth en formato kml. Realizando un mapa de macro localización de los tres sitios georeferenciados y micro localizados en un mapa visualizados en la ENCA.

Cuantificación de residuos y desechos sólidos

Se dio inicio al pesaje de residuos orgánicos del área de cocina depositados en el área de

disposición temporal. Tomando en cuenta los materiales: pesa de 100 kg, lazo, bolsas negras, cubeta, plástico negro, libreta de campo, lápiz, lapicero, tijeras, marcadores, maskin tape, metro para medir, cámara fotográfica. Así como el equipo de protección: botas de hule, mascarilla, guantes de neopreno y nitrilo, chaleco, blusa manga larga, gorra. Pesaje de los diferentes contenedores de residuos y desechos sólidos en la pesa, se les tomó las medidas de alto y ancho a cada uno. Se tomaron fotografías de lo que hay en cada contenedor y se tomaron apuntes del tipo de residuos de cada contenedor y se identificaron las partes de los residuos que llegan al área de disposición temporal como residuos, por ejemplo: tallo, hojas, pedúnculo, fruta entera, etc.

Dos jornadas de limpieza del sitio de abonera del proyecto del manejo de residuos y desechos sólidos

Se contabilizaron 24 costales de los cuales 21 de plástico, 2 de cartón y uno de aluminio. Se extrajeron 12 botes plásticos de residuos de fertilizantes.

Evaluación de problemas urgentes del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

Se resaltaron los problemas observados en el manejo y uso del sitio de disposición temporal de la ENCA, con toma de fotografías.

Elaboración de informe y presentación de los resultados finales de la cuantificación de los residuos y desechos sólidos a sección de investigación, sección de planificación, vida estudiantil y subdirección.

A manera de socialización se hizo una presentación de los resultados finales de la cuantificación de los residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal, estando presentes las jefaturas de sección de investigación, vida estudiantil, sección de planificación y subdirección.

Desarrollo de una metodología de recolección de aceite de cocina para reciclaje

Acopio del aceite de cocina:

Es importante para empezar capacitar al personal que realizará la actividad, es decir al personal de cocina y los encargados del manejo de desechos, se socializa para dar a conocer el programa de recolección, días y horarios en las cuales funcionará la ruta, así como el manejo adecuado a los aceites para el buen funcionamiento que les permita conocer la recolección, traslado y acopio, antes de utilizarlo o comercializarlo. Para su acopio, se debe de definir lugar y los recipientes, se sugiere el sitio de disposición temporal ya que cuenta con piso de cemento y una galera que protegerá al aceite del polvo, lluvia y otros contaminantes que puedan degradar aún más su calidad. Definir la ruta de recolección, plantear día adecuado y horario de recolección (se sugiere el día lunes después de servir el desayuno en el comedor), y dependiendo de la empresa de reciclaje para definir cada cuanto se haría la recolección.

Al estar definido el personal, lugar de acopio, transporte y el personal encargado del área de cocina, se debe de llevar un registro de la cantidad de aceite que desechan y entregan, volumen de aceite usado a la semana. Es importante contar con el equipo de protección personal como son guantes, lentes y mascarilla. El contenedor de aceite puede ser recipientes de 5 galones, cubeta con tapadera o bandejas grandes, evitando que sea de vidrio por si se quiebra y exista derrame.

Cuadro No. 14

Ejemplo de recolección de datos de uso y descarte de aceite de cocina y disposición temporal: Cuantificación semanal de residuo líquido (aceite) de cocina

Fecha	Tiempo de comida	Volumen de aceite usado	Tipo de comida	Color	Consistencia	Volumen de aceite descartado

Elaboración propia.

Cuantificación semanal de residuo líquido (aceite) de cocina - unidad de medida usada volumen: galón, litro, milímetros dependiendo del uso y descarte.

Consistencia: Líquido, semilíquido, con grumos, pastosa, etc.

Color: Café oscuro, café claro, marrón, rojizo, etc.

Figura No. 14

Reciclar el aceite de cocina en apoyo a la economía circular en la Escuela Nacional Central de Agricultura.



Socialización de resultados finales de la cuantificación de los residuos y desechos sólidos al personal del área de cocina.

Centrada en los chefs y la técnica de servicios generales los encargados directos de todo el personal de cocina.

Propuesta de elaboración de biofertilizantes con los huesos (residuos de comida) y residuos orgánicos.

Se describen formas de aprovechamiento de los huesos como residuos de comida y de los residuos orgánicos propios que se generan en el área de cocina, ambas en reutilización y aprovechamiento en producción agrícola.

Elaboración de afiche de los resultados de la cuantificación de residuos y desechos sólidos para los monitores dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

De manera de socialización con los estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios, se compartió los resultados del impacto ambiental que cada persona realiza como huella ecológica, en relación al tema de los desechos sólidos. Además, el compromiso y responsabilidad de compartir las actividades de parte de sección de

investigación con la población a nivel interno de las investigaciones que se están realizando.

Capacitación al personal de cocina sobre el manejo y separación de residuos y desechos sólidos.

Se elaboró material de apoyo y una presentación para el personal de cocina, se distribuyó en vía digital, físico y pegaron afiches de separación correcta de los residuos orgánicos e inorgánicos. Se tuvieron visitas periódicas al sitio de disposición temporal para la verificación del lavado de contenedores, seguido de que el tren de aseo haga sus visitas los días lunes, miércoles y viernes. También se programaron visitas periódicas al área de cocina y la disposición temporal para la verificación de la correcta separación de residuos orgánicos y los residuos inorgánicos.

Resultados

Como parte del EPS de gestión ambiental en la sección de investigación, como tema principal se realizó la caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos comunes en el sitio de disposición temporal para el área de cocina, comprendiendo tres categorías la de residuos de comida propiamente de los tiempos de comida que se brinda en el comedor, los residuos orgánicos derivados de cocina directamente y los desechos sólidos comunes de la misma área. Para la Escuela Nacional Central de Agricultura es necesario saber que hay y en cuanto hay en relación a residuos y en base a ello tomar acciones. Por lo que a continuación se presentan los resultados de la cuantificación de los residuos y desechos del sitio de disposición temporal. Previo a la cuantificación fue necesario una caracterización verificando presencia o ausencia de los residuos en sus tres categorías, por lo que se llevo un registro en un archivo drive (https://docs.google.com/spreadsheets/d/1BHTE3M2Tvbpwv_RxMSPEXwDRO42o4up5SQEaZICjrUI/edit?gid=697957046#gid=697957046) dónde está clasificado en: 1) caracterización de desechos, 2) caracterización de residuos, 3) cuantificación de residuos, 4) cuantificación de desechos, 5) contenedores y 6) resumen diario de cuantificación de las tres categorías.

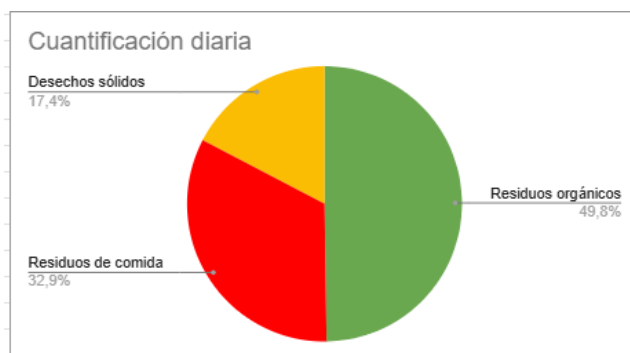
Tabla No. 9

Cuantificación diaria de residuos orgánicos, de comida y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

Resultado diario	kg	lbs
Residuos orgánicos	218	260
Residuos de comida	144	319
Desechos sólidos	76	168

Figura No. 5

Cuantificación diaria de residuos orgánicos, de comida y desechos sólidos .



La cuantificación diaria fue de un día al azar durante el primer semestre, es decir con presencia de todos los estudiantes, se evidencia que los residuos orgánicos representan 218 kg (260 lb), representando el 49.8 % lo que en su momento se los llevó el tren de aseo o se tiró en el botadero que actualmente se destina para la construcción de una abonera tecnificada. Seguidamente los residuos de comida con 144 kg (319 lb) representando un 32.9 % y en menor proporción los desechos sólidos con un 76 kg (168) lo que representa el 17.4 %.

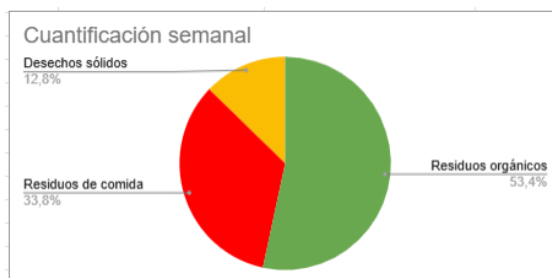
Tabla No. 4

Cuantificación semanal de residuos orgánicos, de comida y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

Resultado semanal	kg	lbs
Residuos orgánicos	1250	2311
Residuos de comida	792	1748
Desechos sólidos	299	653

Figura No. 16

Gráfica de la cuantificación semanal de residuos orgánicos, de comida y desechos sólidos



En la cuantificación semanal sigue la misma tendencia, a pesar que dentro de la semana el día donde se cuantificaba más eran los lunes, debido que el fin de semana no existía y existe personal de manejo de desechos. Se debe tener en consideración que los días de paso de los recolectores de la Municipalidad (específicamente para la ENCA es la unidad 67), son los lunes, miércoles y viernes en el lapso 9:00 a 10:30 am. Los residuos orgánicos representan un 53.4 % con 1250 kg (2311 lb), los residuos de comida representan un 33.8 % equivalente a 792 kg (1748) y los desechos sólidos con un 12.8 % con 299 kg (653 lb).

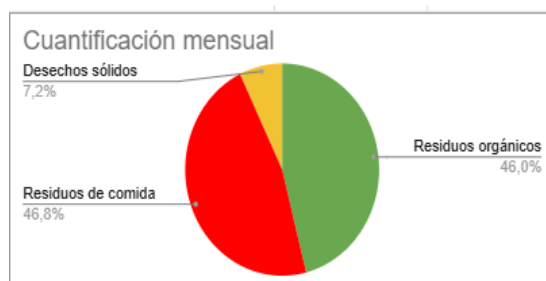
Tabla No. 11

Cuantificación mensual de residuos orgánicos, de comida y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

Resultado mensual	kg	lbs
Residuos orgánicos	2430	5348
Residuos de comida	2471	5438
Desechos sólidos	379	832

Figura No. 17

Gráfica de la cuantificación mensual del sitio de disposición temporal.



En la cuantificación mensual la tendencia entre residuos orgánicos representa el 46.0 % equivalente a 2430 kg (5348 lb) y residuos de comida representa el 46.8 % equivalente a 2471 kg (5438 lb) es decir son casi iguales, lo que ya nos puede dar un indicio de la cuantificación anual de las tres categorías evaluadas.

Resultados máximos y mínimos del sitio de disposición temporal

Tabla No. 12

Cantidades de máximos y mínimos de residuos orgánicos del sitio de disposición temporal

Residuos orgánicos		
	kg	lbs
Máximo	462	1013
Mínimo	30	72

Figura No. 18

Figura la relación de máximos y mínimos de la cantidad de residuos orgánicos



Durante todo el monitoreo de cuantificación de residuos y desechos sólidos en el sitio de disposición temporal, en cuanto a residuos orgánicos el máximo fue de 462 kg (1013) y el mínimo con un 30 kg (72 lb).

Tabla No. 7

Cantidades de máximos y mínimos de residuos de comida del sitio de disposición temporal

Residuos de comida		
	Kg	lbs
Máximo	520	1142
Mínimo	18	40

Figura No. 9

Figura la relación de máximos y mínimos de la cantidad de residuos de comida



En relación a los residuos de comida es un nivel crítico ya que el máximo fue de 520 kg (1142 lb) y el mínimo fue de 18 kg (40), esto nos indica la alta necesidad de nuevos contenedores ya que solamente hay cinco ollas de aluminio para contener los residuos de comida, de los cuales solamente una esta en buen estado, las demás están dobladas y/o rajadas. Es importante mencionar que los residuos de comida generan lixiviados líquidos, por lo tanto en la manipulación y transporte de los mismos por el personal del sitio de disposición temporal a producción animal, se necesitan contenedores en buen estado.

Tabla No. 8

Cantidades de máximos y mínimos de desechos sólidos del sitio de disposición temporal

Desechos sólidos		
	kg	lbs
Máximo	286	629
Mínimo	6	11

Figura No. 20

Figura de máximos y mínimos de la cantidad de desechos sólido



El máximo de los desechos sólidos fue el 97.9 % lo que equivale a 286 kg (629 lb) y el mínimo de 6 kg (11 lb). Es importante destacar que los desechos sólidos fueron la categoría en menor proporción de la cuantificación, tanto diario, semanal, mensual y anual.

Tabla No. 15

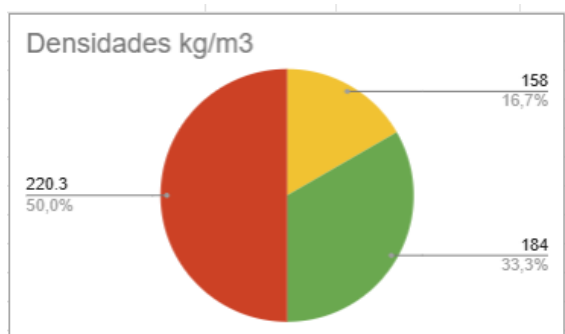
Densidades de los residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal

Densidad kg / m ³	Tipo de residuo
158	1
184	2
220.3	3

1. Desechos sólidos
2. Residuos orgánicos
3. Residuos de comida

Figura No. 21

Densidades (kg/m³) de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.



Con las densidades en kg/m³ previamente se hicieron las medidas del volumen tomando como base un tonel del sitio de disposición temporal. La mayor densidad fue para los residuos de comida con un 220.3 kg/m³ lo que representa el 50.0 %, la densidad de los residuos orgánicos es de 184 kg/m³ lo que representa el 33.3 % y por último los desechos sólidos con 158 kg/m³ lo que representa el 16.7 %.

Figura No. 22

Fórmula de densidad aplicado un tonel del sitio de disposición temporal

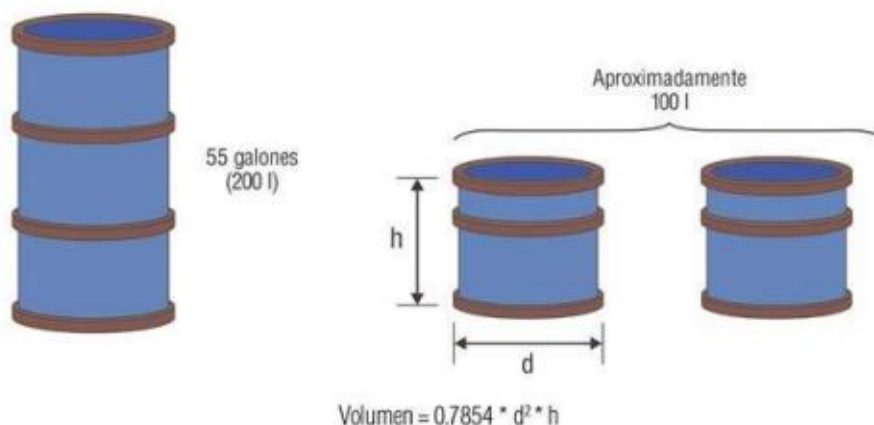


Imagen tomada de la Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes - MARN, 2018.

Medidas de tonel azul:

Altura (h) = 90 cm

Diámetro (d) = 60 cm

Radio (r) = 30 cm

Volumen (V) = $0.7854 * (60)^2 * (90) = 254,469.6 \text{ cm}$

Volumen (V) = 0.2544696 m³

Cuadro No. 10

Densidades de desechos sólidos, residuos orgánicos y residuos de comida del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Desechos sólidos	Residuos orgánicos	Residuos de comida
Cada cubeta con DS pesa 4 kg $4 * 10 = 40 \text{ kg por tonel}$	Cada cubeta con RO pesa 10 kg $10 * 10 = 100 \text{ kg por tonel}$	Cada cubeta con RC pesa 12 kg $12 * 10 = 120 \text{ kg por tonel}$
Densidad 40 kg / 0.2544696 m ³ 158 kg / m ³	Densidad 100 kg / 0.2544696 m ³ 184 kg / m ³	Densidad 120 kg / 0.544696 m ³ 220.3 kg / m ³

*Tomando como base que cada tonel tiene 10 cubetas, previamente taradas y pesadas.

RO: residuos orgánicos

RC: residuos de comida

DS: desechos sólidos

Porcentaje por día de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal:

Por ejemplo, para el día 13 de junio de 2025:

$$\text{Porcentaje por día} = \left[\frac{\text{Peso de cada residuo clasificado}}{\text{Peso total de la muestra del cuarteo}} \right] * 100$$

Porcentaje por día de residuos orgánicos = (40 kg / 228 de peso total de la muestra) * 100

Porcentaje por día = 17.54 %

Porcentaje por día de residuos de comida = (108 kg / 228 de peso total de la muestra) * 100

Porcentaje por día = 47.37 %

Porcentaje por día de desechos sólidos = (80 kg / 228 de peso total de la muestra) * 100

Porcentaje por día = 35.09 %

Figura No. 23

Porcentaje por día de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.



Tabla No. 17

Porcentaje por día de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

Tipo de residuos	% Por día
1	17.54
2	47.37
3	35.09

La cuantificación diaria evidenció que el peso total de residuos por día puede alcanzar hasta 228 kilogramos, según el muestreo realizado el 13 de junio de 2015. En ese día, se generaron 40 kg de residuos orgánicos, 108 kg de residuos de comida y 80 kg de desechos sólidos, lo cual representa una distribución muy clara en cuanto a los tipos predominantes, siendo estos los residuos de comida y residuos orgánicos respectivamente. Esta medición diaria permite detectar variaciones significativas entre días, lo cual puede estar relacionado con el tipo de actividades realizadas. Por ejemplo, en la semana de aniversario se considera la presencia de gente externa, por lo tanto más

desechos y residuos de comida, entre otras actividades. El seguimiento diario es clave para identificar patrones de generación que podrían ser mejor gestionados con medidas específicas de separación y reutilización.

Figura No. 24

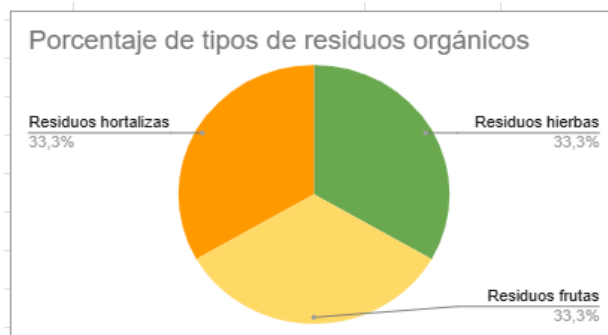
Porcentaje de desechos sólidos del sitio de de disposición temporal



Durante todo el monitoreo de cuantificación de desechos sólidos uno de los que más se tuvo presente todos los días el plástico en sus presentaciones de bolsas, envases, costales, cubiertos, entre otros. Esto es parte de la caracterización de desechos realizado mediante la técnica de cuarteo previamente a la cuantificación (la que se puede verificar en el documento en drive). Los envases PET son un tipo de plástico usado en envases de agua, gaseosas, están son reciclables, aunque se debe analizar la procedencia del mismo o lo que contenía para decidir cuáles son reciclables y cuáles no. El papel mencionado es el generado en el servicio sanitario (la cual este no se cuantificó) por medidas de bioseguridad, en relación al cartón es a cajas enteras en buen estado donde contenían insumos de cocina y pedazos de las mismas cajas; la categoría de protección se refiere al utilizado por el personal de cocina (cofias o redecilla, mascarilla, guantes plásticos).

Figura No. 25

Porcentaje del tipo de residuos orgánicos del sitio de de disposición temporal



En los residuos orgánicos fueron diversos pero existieron tres categorías iguales en proporción las cuales fueron: 1) residuos de frutas (cáscaras, semillas, frutas enteras en estado de pudrición, pedúnculos, tallos, coronas), 2) residuos de hierbas (tallos, hojas enteras, manojos enteros, pedazos) y 3) residuos de hortalizas (tallos, pedúnculos, hojas enteras, cáscaras, enteras en estado de pudrición). Es importante mencionar que algunas veces se observaron costales enteros de hortalizas y frutas desechadas, unas en buen estado y otras no, por ejemplo si en el costal tres estaban podridas se tiraban el resto igualmente. Si estos residuos orgánicos son llevados a la abonera, tienen que estar en pedazos pequeños para facilitar el proceso de compostaje.

Figura No. 26

Partes de los residuos orgánicos del sitio de disposición temporal



Como se mencionó anteriormente de los residuos orgánicos las partes que más se encontraron en el sitio de disposición temporal fueron las hojas enteras y cáscaras, seguidamente los tallos, frutas y hortalizas enteras, pedúnculos, por último, en manojos y semillas. Ocasionalmente se encontraban residuos de café.

Tabla No. 18

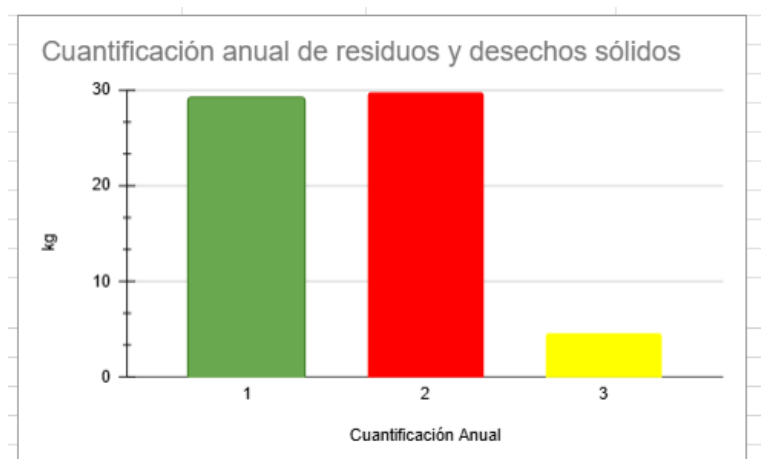
Cuantificación anual en kilogramos de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

Cuantificación Anual	kg
1	29160
2	29652
3	4548

Figura No. 27

Gráfica de la cuantificación anual de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

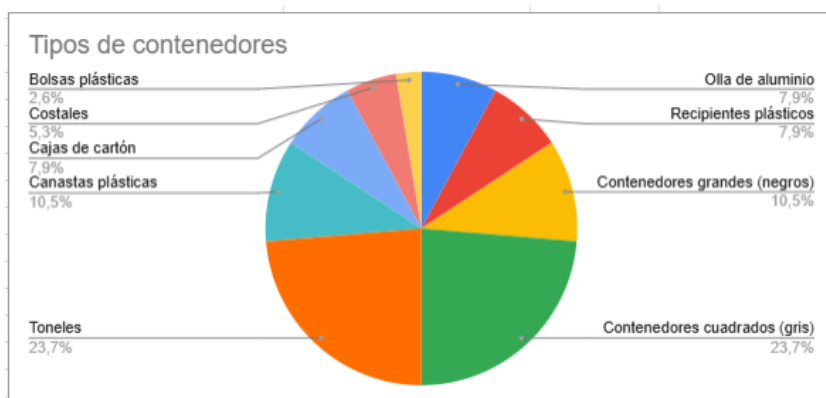
1. Residuos Sólidos, 2) residuos de comida y 3) desechos sólidos



En relación a la cuantificación anual de cada categoría, aproximadamente la de mayor es de los residuos de comida con 29,652 kg, los residuos orgánicos con 29,160 kg y de los desechos sólidos con 4548 kg. Es decir las acciones concretas a realizar de manera priorizada son los residuos de comida y residuos orgánicos.

Figura No. 18

Tipos de contenedores y/o recipientes para los residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.



De todos los contenedores iniciales y durante el monitoreo son los reflejados en la gráfica, siendo los toneles azules y los contenedores cuadrados de color gris los de mayor presencia, estos destinados para contener solamente residuos orgánicos y residuos de comida. Para los residuos de comida el de mayor uso son las ollas de aluminio. Para finalizar este monitoreo se verifico la presencia actual de 9 contenedores cuadrados de color gris, 5 toneles de los cuales tres están en uso, 5 ollas de aluminio.

El análisis de la cuantificación diaria, semanal y anual de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal del área de cocina de la ENCA, revela que los residuos de comida representan el mayor volumen dentro del total de residuos generados. En el ejemplo del 13 de junio de 2025, se identificaron 108 kg (238 lb) de residuos de comida, lo que equivale al 47.37 % del total de 228 kg (502.65 lb) recolectados ese día. Recordemos que el 13 de junio fue el último día que estaban los estudiantes previo a ausentarse dos semanas por sus vacaciones, esto quiere decir que las últimas dos semanas de junio esta cantidad se reduce puesto que el personal de academia (docentes y personal administrativo), personal de cocina (chefs, auxiliares de cocina, panadero, etc), más de 500 estudiantes, personal de psicología, clínica médica no se encuentran en la Escuela, lo que equivale alrededor de 600 personas no están generando residuos ni desechos en la escuela. Esto se puede verificar en el sitio de disposición temporal ya que eran pocos los contenedores llenos, lo que el tren de aseo se llevaba los días lunes, miércoles y viernes. Otro aspecto a tomar en cuenta es la reducción de estudiantes después de cada semestre, por ejemplo, en el segundo semestre del año, ya no están los de tercer año que se van a prácticas y los que pierden y no pueden seguir. Cada persona o grupo que no está representa reducción de residuos y desechos, y esto no solo se ve reflejado en el sitio de disposición temporal, también en residencias, áreas de producción, servicios sanitarios y contenedores en toda la escuela.

Esta tendencia también se mantiene a nivel mensual y anual, tomando como base el porcentaje del día 47.37 % de residuos de comida se estima que en un mes se podrían generar más de 3,240 kg (7,142.97 lb) y al año más de 38,880 kg (85,715.72 lb) de este tipo de residuo. Este dato es crítico, ya que demuestra que el desperdicio alimentario constituye casi la mitad del volumen total, lo cual implica una oportunidad importante para implementar estrategias de aprovechamiento, como compostaje, ensilaje, biodigestores o redistribución alimentaria. Es decir, es urgente un análisis tanto financiero, nutricional y ambiental sobre el tema de la generación de residuos de comida de la Escuela.

Los resultados muestran variaciones significativas en la generación diaria, con máximos y mínimos que fluctúan entre 520 kg y 18 kg en residuos de comida, 286 kg y 6 kg en desechos sólidos, y 462 kg y 30 kg en residuos orgánicos. Estas fluctuaciones indican que la generación no es constante y está directamente relacionada con factores como el número de personas presentes, la actividad operativa, eventos específicos o incluso el clima. Esta variabilidad debe ser considerada al momento de planificar el tamaño de los contenedores, la frecuencia de recolección y la asignación de recursos humanos, para evitar sobrecargas o ineficiencias logísticas en el manejo de los residuos.

Las densidades reportadas muestran diferencias significativas entre tipos de residuos: residuos de comida (220.3 kg/m^3), residuos orgánicos (184 kg/m^3) y desechos sólidos (158 kg/m^3). Estos valores influyen directamente en la elección de recipientes ya en informes pasados del monitoreo de residuos y desechos se planteó la urgencia de: contenedores nuevos con tapadera, idealmente con rodos (para facilitar el traslado del personal del manejo de desechos y del personal del tren de aseo de la Municipalidad), ya que los mismos están rajados, sin tapadera y quebrados. Los toneles que están en el sitio de disposición temporal se tienen que mover a otro sitio, puesto que en el sitio se necesitan con rodos y tapadera debido a la gran cantidad de residuos orgánicos, residuos de comida y desechos sólidos. Los valores de densidad influyen también en los vehículos de transporte (se cuenta solamente con un pick up) ya que un mismo volumen puede representar pesos muy distintos. Por ejemplo, un tonel lleno de poliestireno comúnmente llamado “duroport” comparado con un tonel lleno de residuos de comida u orgánicos, están igualmente llenos, pero con distintos pesos.

El desglose porcentual diario y la cuantificación por tipo de residuo evidencian que cada uno requiere un tratamiento diferenciado. Mientras que los residuos de comida pueden ser aprovechados mediante compostaje o biodigestores, los residuos orgánicos podrían reintegrarse al suelo tras su tratamiento, y los desechos sólidos, dependiendo de su composición, pueden reciclarse o deben ir a disposición final. Es importante mencionar la reducción de botaderos de residuos dentro de la Escuela de diferentes áreas de producción.

Por ejemplo, si el 35.09 % del total corresponde a desechos sólidos, como en el 13 de junio de 2025, estamos hablando de aproximadamente 80 kg por día que podrían separarse para reciclaje, disminuyendo la cantidad enviada a vertederos, esto mismo en el archivo de cuantificación se contempló dos sitios de disposición final: en el caso de residuos orgánicos el sitio de disposición final es para la abonera; en residuos de comida para el área de producción animal específicamente al área porcina y los desechos sólidos

con dos sitios de disposición final siendo 1) el tren de aseo municipal al vertedero de AMSA km 22 y 2) los sitios de reciclaje. Esta separación también facilita procesos de valorización económica y reducción de impactos ambientales.

El inicio de la cuantificación fue en abril es decir el primer semestre y se tenía todo el estudiantado presente (más de 500 alumnos), se concluyó en el segundo semestre donde hay reducción de alumnos por los que se fueron a práctica y los que se fueron por pérdida de cursos. Se tiene alrededor de 215 alumnos del primer año, 208 alumnos de segundo año y al inicio del semestre 98 de tercer año, más o menos 75 con retrasadas, lo que quiere decir alrededor de menos de 500 alumnos actualmente.

Dado que casi el 50 % de los residuos generados diariamente corresponden a residuos de comida, es recomendable instalar un sistema de compostaje in situ, que puede ser parte de alguna práctica de un curso en la ENCA, siendo esta útil para las tres carreras y/o un curso exclusivo llamado manejo de desechos sólidos, ya que en las tres carreras se generan desechos en las distintas áreas de producción sea agrícola, forestal o de agroindustrial.

Por ejemplo, solamente la estimación para un día de cuantificación de los 228 kg diarios, 108 kg son de residuos de comida y 40 kg son de residuos orgánicos los cuales podrían convertirse en compost si se gestionan correctamente. Esto no solo reduce el volumen total de residuos enviados al vertedero de AMSA o algún botadero dentro de la Escuela, sino que también genera un subproducto útil para las áreas de cultivo del Centro Educativo. La instalación de un sistema de compostaje permitiría gestionar aproximadamente 3,240 kg mensuales de forma sostenible. Por lo que la implementación de la abonera es una buena acción sostenible de gestión ambiental.

Dado que los valores máximos y mínimos varían significativamente por día, se recomienda realizar un análisis detallado de los picos semanales para ajustar los horarios y rutas de recolección. Por ejemplo, si se identifican días con máximos de 520 kg de residuos de comida o 286 kg de desechos sólidos, se deben programar recolecciones más frecuentes o contratar el servicio de un tren de aseo privado y agregar contenedores en buen estado. Por ejemplo, los días lunes es donde existe una mayor cuantificación de residuos y desechos sólidos, puesto que del día viernes por la tarde, sábado y domingo no hay personal encargado de desechos en el sitio de disposición temporal, lo que es necesario personal el fin de semana y por lo menos dos personas contratadas para el manejo de desechos sólidos ya que una persona es imposible. Estas acciones ayudarían a evitar la saturación del sitio, malos olores y proliferación de vectores.

Una adecuada separación en la fuente depende, en gran parte, de la disponibilidad de recipientes bien diseñados y rotulados. En las gráficas se muestra los diferentes tipos de contenedores, por ejemplo, para un tonel azul redondo y contenedor cuadrado gris que son los que hay más en el sitio de disposición temporal, a ambos les cabe 10 cubetas de desechos, y una cubeta de residuos orgánicos pesa alrededor entre 9 a 10 kilogramos, una cubeta de residuos de comida pesa alrededor de 10 a 13 kg y una cubeta de desechos sólidos pesa alrededor de 4 a 6 kg. Por lo que un tonel de desechos sólidos lleno pesa alrededor de 50 kg (5 x 10 cubetas) más 4 kg que pesa un tonel vacío es un total de 54 kg; un tonel de residuos de comida lleno pesa alrededor de 120 kg (12 x 10 cubetas) más 4 kg que pesa el tonel es un total de 124 kg y un tonel de residuos orgánicos lleno pesa alrededor de 100 kg (10 x 10 cubetas) más 4 kg que pesa el tonel es un total de 104 kg. De los toneles hay en total de 5, de los cuales solamente tres están en uso; y de los contenedores cuadrados de color gris hay en total de 9; de los contenedores cuadrados grandes (negros) hay 3, estos tres tipos de contenedores sirven para contener residuos orgánicos y desechos sólidos; para contener los residuos de comida son solamente 5 ollas grandes de aluminio, de las cuales solamente una está en perfecto estado, las otras están rajadas, dobladas, quebradas y es de urgencia nuevos contenedores ya que los residuos de comida se generan más del 50 %. Dado que los residuos de comida tienen mayor densidad, es fundamental que los recipientes asignados a este tipo de residuo sean herméticos, resistentes y claramente identificables. La implementación de un sistema de colorimetría y señalización clara puede mejorar la clasificación y reducir los errores humanos, facilitando también la recolección diferenciada y el posterior tratamiento o reciclaje.

Para asegurar la eficiencia del sistema, se recomienda capacitar al personal encargado en temas como clasificación, seguridad ocupacional y reducción de residuos. Las capacitaciones deben incluir temas como la correcta identificación de residuos reciclables, el uso adecuado de recipientes y el protocolo de respuesta ante derrames o residuos peligrosos. Para el caso de los residuos líquidos como el aceite se debe tener un contenedor diferenciado para contener el aceite de cocina para luego mandarlo a empresas de reciclaje. También se pueden incorporar campañas de concientización dirigidas a toda la comunidad usuaria del sitio de disposición temporal, esto incluye el encargado del manejo de desechos, EPS, docentes, estudiantes, etc.

La cuantificación detallada de los residuos permite elaborar diagnósticos ambientales precisos que pueden usarse para justificar políticas institucionales de manejo de residuos

sólidos para la ENCA. Por ejemplo, con datos como la generación de 228 kg diarios y 82,000 kg anuales, se puede proponer la implementación de una política interna de “residuo cero” o solicitar apoyo técnico y económico para mejorar el sistema de recolección y disposición. Esta información también sirve para ampliar el área de estudio a todas las áreas académicas, laboratorio, administrativas y de servicios, fortaleciendo así el compromiso institucional con la sostenibilidad.

Propuesta de elaboración de biofertilizantes con los huesos (residuos de comida) y residuos orgánicos.

Las siguientes propuestas forman parte del plan de manejo de residuos y desechos para la ENCA, tras la observación de los resultados de la cuantificación de los residuos del sitio de disposición temporal, en el muestreo se percató que dentro de los residuos se encuentran los huesos dentro de la categoría de residuos de comida, sean estos de aves (pollo) o cerdo. Este tipo de residuo se verificó varias veces que por acumulación generan muchas larvas y además que en la fosa común del área de producción animal ya no aceptan este residuo. Es por ello que se plantea una forma de reutilización de los huesos como harina para biofertilizante que muy bien se puede utilizar en la producción agrícola.

Insumos y residuos:

- Huesos de res, cerdo o aves (tienen alto contenido de calcio).
- Fogón de leña (ideal) o estufa.
- Mortero o en su caso material para trituración en mayor escala.
- Contenedor o recipiente con tapadera.
- Carbón de leña (opcional) de la producción de carbón de la Escuela
- Cáscaras de huevo (opcional) del sitio de disposición temporal de cocina.

Preparación: Retirar restos de carne, grasa y tejidos con agua caliente y cepillado y colocar los huesos al fuego hasta que se pongan blancos y crujan, antes de que se carbonicen, se retiran del fuego y se muelen lo más fino posible, se debe almacenar en un recipiente seco y limpio, se puede mezclar con ceniza y harina de cáscara de huevo.

Aplicación: Se puede agregar en la preparación del suelo o en el momento de la siembra hasta 5 libras por metro cuadrado o debajo del punto de siembra 1 a 3 cucharadas luego se cubre de tierra o compost y sobre eso se coloca la semilla, es una fuente de calcio y fósforo de lenta degradación que aportará nutrientes a largo plazo. Esta es una propuesta para algún curso dentro del pensum de los estudiantes de la Escuela.

Esta es una forma de reutilización de este residuo que durante el muestreo de la caracterización y cuantificación se verificó la acumulación, siendo estos uno de los que más genera la presencia de vectores tales como larvas y moscas en ambos estadíos, mosquitos, malos olores y lixiviados. Se verificó que este residuo ya no es aceptado en la fosa común de producción animal y por ende no tiene ningún tratamiento. En su mayoría este residuo es llevado por el tren de aseo municipal con la disposición final el vertedero de AMSA y otras veces no era llevado, he allí también la acumulación. Entonces una forma de aprovechamiento es la elaboración de biofertilizante para las áreas de producción agrícola.

Residuos orgánicos se generan anualmente solamente del sitio de disposición temporal 29,160 kg de residuos orgánicos que se pueden gestionar de diferentes formas como compostaje en una abonera y las siguientes maneras:

Cáscaras de plátano y zanahoria: Trocear las cáscaras de banano, se pone el agua a hervir se retira del fuego y se coloca los trozos de cáscara de banano y se deja reposar por 4 a 8 horas en un lugar fresco, de ser posible toda una noche, se cuela y embotella y se usa al día siguiente. El plátano es recomendado para inicios de floración y la zanahoria la misma metodología recomendado para después de trasplante o 15 días después de germinación. Con el plátano aporta un alto contenido de potasio, se puede diluir un litro por 1 litro de agua de lluvia. Para la zanahoria aporta el fósforo para las raíces, se puede diluir medio litro de preparado por 3 litros de agua de lluvia (Metodología tomada y adaptada del manual de elaboración de abonos y bio fertilizantes para el manejo agroecológico de la Asociación de Comunidades Forestales de Petén).

Residuos de hierbas: Si bien se pueden utilizar en una abonera, también se pueden contener en un recipiente con etiqueta “alimento para conejos”, para enviarlo a producción animal. Se verificó en producción animal que solamente se les da concentrado en los conejos, pero para tener una variabilidad en la dieta de ellos, con el incremento nutricional de hierbas naturales, ya que los concentrados presentan preservantes y las hierbas derivadas de la caracterización de residuos del sitio de disposición temporal siempre hay presencia. Entonces se le puede sumar en el traslado a producción animal las hierbas para alimento de conejos por parte del encargado del manejo de residuos y desechos sólidos. Descartando el apio para los conejos. Esto como parte del bienestar animal que se debe tener en las diferentes áreas de producción animal, desde la dieta balanceada, limpieza, entre otros.

Residuos de hierbas (acelga, berro, repollo, entre otros) que se pueden reutilizar.



Residuos de cáscaras de huevo: Se presenta la cantidad utilizada diario, semanal y mensual de huevos, así se parte de una cuantificación como base para la toma de acciones. En los muestreos de residuos se pudo verificar que se usa alrededor de 20 cajas de cartón de huevos por tiempo de comida, es decir 40 cajas de huevos diarios si se toma en cuenta dos tiempos de comida el uso de huevos (desayuno y cena), que no necesariamente sea así, por la diversidad de menús en esos tiempos de comida. Si de esas 40 cajas por siete días son 280 cajas de lunes a domingo. Entonces al mes son 8,400 cajas de cartón de huevos, y si una caja tiene 30 huevos, son 252,000 huevos al mes. Si se toma en cuenta solo un tiempo de comida el uso de huevos, 140 cartones por semana, 4200 cajas al mes, lo que equivale 126,000 huevos al mes. Por lo tanto, es una buena cantidad de residuos que se pueden reutilizar en diferentes formas, siendo la principal el envío de este a la abonera para compostaje, siempre y cuando sean triturados para facilitar el compostaje.

Además, se puede elaborar fertilizante de la siguiente manera: se muelen las cáscaras de huevo lo más fino posible, se agrega vinagre y se deja actuar 10 a 15 minutos o hasta que la cáscara se deshaga, luego se agrega el agua y se mezcla. Se aplica en los momentos de detectar deficiencias de calcio o al momento de floración en cultivos que demande calcio, como la acelga y tomate. Es opción para realizarlo por estudiantes en sus cursos del pensum curricular.

Residuos de cáscaras de huevos observados diariamente en el sitio de disposición temporal



Son pequeñas acciones que ayudan a mitigar el impacto ambiental haciendo uso de biofertilizantes y estas opciones son factibles que sean realizadas por estudiantes en algún curso del primer año o bien específica para los peritos agrónomos.

Conclusiones

- El análisis de la cuantificación diaria, semanal y anual de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal del área de cocina de la ENCA, revela que los residuos de comida representan el mayor volumen dentro del total de residuos generados.
- Los resultados muestran variaciones significativas en la generación diaria, con máximos y mínimos que fluctúan entre 520 kg y 18 kg en residuos de comida, 286 kg y 6 kg en desechos sólidos, y 462 kg y 30 kg en residuos orgánicos. Estas fluctuaciones indican que la generación no es constante y está directamente relacionada con factores como el número de personas presentes, la actividad operativa, eventos específicos o incluso el clima.
- Las densidades reportadas muestran diferencias significativas entre tipos: residuos de comida (220.3 kg/m^3), residuos orgánicos (184 kg/m^3) y desechos sólidos (158 kg/m^3). Donde influyen contenedores, vehículos de transporte, compactación de residuos en los contenedores, el volumen de los tres tipos de residuos, manejo y manipulación de personal, etc.
- Mientras que los residuos de comida pueden ser aprovechados mediante compostaje o biodigestores, los residuos orgánicos podrían reintegrarse al suelo tras su tratamiento con compostaje en una abonera, y los desechos sólidos, dependiendo de su composición, pueden reciclarse o deben ir a disposición final.
- Para conocer el contexto ambiental, técnico y de manejo de un área de la Escuela Nacional Central de Agricultura es importante una caracterización, diagnóstico y una

buena relación con el personal. Para los casos de un eps de gestión ambiental en la ENCA, es importante priorizar la seguridad ocupacional y la gestión ambiental en las diferentes áreas, pero también la vinculación en el aprendizaje en temas forestales y de producción agrícola para comprender temas ambientales.

- Para el caso de los tres servicios planteados y con relación al manejo de residuos, la Escuela Nacional Central de Agricultura debe contemplar una gestión ambiental integral, contemplando los objetivos de desarrollo sostenible ODS: 3. Salud y bienestar 11. Ciudades y comunidades sostenibles 12. Producción y consumo responsable.
- Durante el monitoreo de la caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos se contempló la socialización de resultados a las áreas de sección de investigación, subdirección, sección de planificación y vida estudiantil, derivado de ello se enfatizó en el control y seguimiento del monitoreo del manejo de residuos y desechos sólidos, dentro de ellos capacitaciones a las mismas áreas mencionadas.

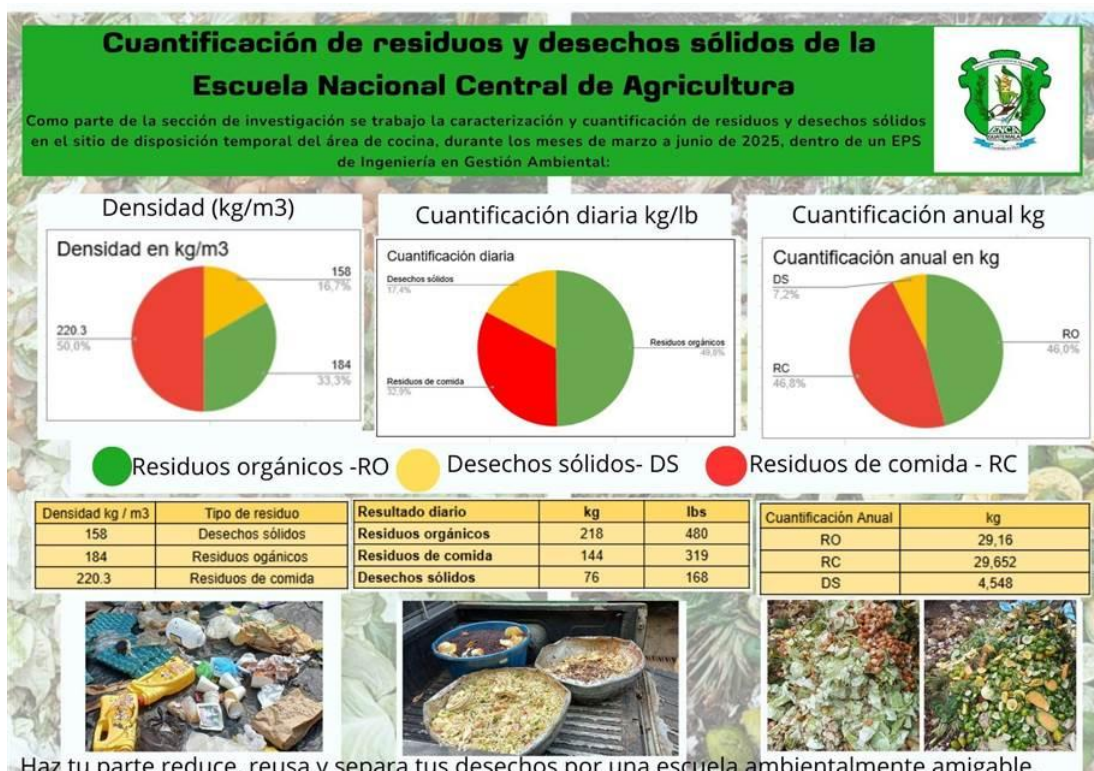
Recomendaciones

- Una política interna de manejo de residuos y desechos comunes en toda la Escuela Nacional Central de Agricultura. Donde cada área sea agrícola, forestal y agroindustria tenga lineamientos del manejo de los desechos que genere, realizar caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos y los lineamientos para su respectivo manejo en el uso y forma de aprovechamiento.
- La creación de una sección de gestión ambiental y liderar la propuesta del plan de gestión de desechos y residuos sólidos entre otros temas.
- Establecer alianzas estratégicas buscando colaboraciones con empresas locales, organizaciones no gubernamentales, municipalidades y otras instituciones educativas para promover el reciclaje, el compostaje y la valorización de los residuos. Estas alianzas pueden facilitar el acceso a tecnologías, mercados y recursos financieros.
- Una alianzas factibles son la Autoridad del Lago de Amatitlán -AMSA-, donde periódicamente hacen colectas para reciclaje de botellas plásticas de 3 litros y así contribuir a la recaudación para la realización de bardas y reubicar los residuos que ingresan al Lago de Amatitlán.
- Para estudios posteriores de residuos y desechos sólidos determinar el contenido de humedad de los residuos orgánicos para evaluar su potencial para el compostaje y otros tratamientos. En algunos casos, realizar análisis químicos para determinar la composición elemental de los residuos y la presencia de sustancias peligrosas.

- Contemplar dentro del plan de estudios de las tres carreras de la ENCA, un curso de manejo de residuos y desechos sólidos debido que las tres carreras de la Escuela: generan desechos en todas las áreas. Para el primer año del área común, con actividades de reciclaje, caracterización y cuantificaciones de residuos y desechos, tipos de desechos, residuos orgánicos y compostajes, etc.
- Dentro de los residuos orgánicos el 33.3 % son hierbas en calidad de hojas, tallos, trozos y manojos enteros en buen estado y pudrición, de los cuales mucho de esto se puede volver a reutilizar ya sea para compostaje en la abonera y como alimento de conejos en producción animal. Con el fin de reducir costos en la compra de concentrado y mejora de dietas sin preservantes y procesados.
- La creación de una feria de exposición de trabajos en el marco del día mundial del reciclaje (17 de mayo), con los desechos reciclables que salen del sitio de disposición temporal de cocina u otra área de la ENCA, siendo estos tetrapak y cartón, cajas, etc.
- Es urgente una evaluación de los residuos de comida propiamente del comedor desde la sección vida estudiantil y planificación, ya que no se cuenta con control y seguimiento continuo en las dietas, porciones, menús de los chefs, horas de los tiempos de comida, entre otros. Se debe trabajar juntamente con la creación de una plaza de nutrición y de EPS de la misma carrera específica para el área de cocina.

ANEXOS

Afiche de los resultados de forma visual de la cuantificación de residuos y desechos sólidos.



Material creado para ser distribuido en el área de cocina y sitio de disposición temporal.

Separa los residuos correctamente

Recuerda color VERDE
Todos los residuos orgánicos, restos de hortalizas, frutas, hierbas, cáscaras, restos de café, etc.

Recuerda color NEGRO inorgánico NO ES RECICLABLE
Todo lo que no es orgánico, envolturas metálicas, papel higiénico, empaques laminados de frituras, alimentos o productos, papel sucio (manchados de grasa, pintado)

Lo que se puede Reutilizar SI es RECICLABLE.
Separa la basura según el tipo. Papel de aluminio, cartón de huevo, tetrapack, latas, etc.

Tira los desechos responsablemente

Haz tu parte!
Contribuye a una cocina, sitio de disposición temporal, escuela y Guatemala más responsable y justa con la Naturaleza.

EPS Gestión Ambiental

Material para personal de cocina sobre el manejo, separación de residuos y equipo de protección personal.

**SEPARACIÓN Y TIPIFICACIÓN
ICONOGRÁFICA DE LOS RESIDUOS Y
DESECHOS SÓLIDOS COMUNES**

**Personal de cocina
Gestión Ambiental
Linda Bac**

AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Guantes de nitrilo, neopreno

Mascarilla

Botas específicas de cocina y desechos

Lentes

Blusa y/o manga larga y pelo recogido, chaleco seguridad reflectivo, gabacha, etc.

Residuos del área de cocina y disposición temporal

Clasificación primaria e interna

Residuos de comida:
Todos aquellos residuos de los tres tiempos de comida del área de comedor, pueden ser tortillas, pan, arroz, huesos, frijol, etc.

Residuos orgánicos:
Son aquellos residuos derivados de hortalizas, frutas y hierbas. Por ejemplo cáscaras de banano, melón, pepino, hojas y tallos de acelga, lechuga, restos de sandías, apio, residuos de café, tuza, etc.

Desechos sólidos:
Todo los residuos inorgánicos por ejemplo el plástico como bolsas, cubiertos, cartón, cajas, botes plásticos, guantes, tetrapack (jugos, incaparinal), recipientes de aceite, etc.

Orgánico

Inorgánico

Residuos del área de cocina y disposición temporal

Clasificación secundaria - MARN

Residuos orgánicos:
Restos de frutas y verduras, restos de comida, hortalizas o cereales, frutos secos, semillas, cáscaras de huevo, restos de flores, fibras vegetales, restos de madera, restos de jardinería, aserrín de madera, corchos, hojas secas, ramas, hojas de tamal, filtros y restos de café y té, pan y tortillas.

No reciclable
Envolturas metálicas, Papel higiénico, toallas sanitarias (separarlo en bolsa aparte), productos de limpieza, Bandejas, platos y vasos de duroport, empaques laminados de frituras, alimentos o productos, Papel sucio (manchados de grasa, pintado)

Orgánico

No reciclable

Inorgánico

Capacitación al personal de cocina (10 presentes) sobre el manejo de residuos.



Socialización de resultados a las jefaturas de la Escuela Nacional Central de Agricultura.



Socialización de los resultados finales al personal del área de cocina



Línea en el tiempo de la Gestión de residuos sólidos en Guatemala



Capacitación de parte del Ministerio de Ambiente y recursos naturales MARN- al personal de Sección de investigación y vida estudiantil de la ENCA

Capacitación del manejo de residuos y desechos sólidos comunes a diferentes áreas de la Escuela Nacional Central de Agricultura



Constancia de participación de la capacitación de manejo de residuos y desechos sólidos



Servicio 2: Elaboración de nutrientes porcinos y biofertilizante con ensilado de tilapia *Oreochromis niloticus* Estación piscícola, Finca Las Ninfas, Amatitlán Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA-.

Antecedentes

La Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA- por medio de la estación piscícola las Ninfas, ubicada en la Finca Ninfas, Amatitlán establecida en el año 2018, ha desarrollado el cultivo del *Oreochromis niloticus* sp., en actividades de manejo y producción de este cultivo. Sin embargo, la contaminación que causa se ha vuelto una problemática ambiental pues los residuos que resultan del eviscerado comúnmente son arrojados como desperdicio.

Las vísceras que se producen contienen nutrientes como zinc, hierro, calcio, cobre, manganeso, potasio, entre otros; son considerados como desecho, y por ello afecta la calidad ambiental; sin embargo, este producto con gran potencial nutricional se está perdiendo al no ser aprovechado.

Objetivo general:

- Formular una propuesta de servicio en base a una necesidad ambiental en la Finca Las ninfas de la -ENCA-.

Objetivos específicos:

1. Elaborar biofertilizante y alimento para cerdos (producción animal) a partir de las vísceras de la tilapia y residuos orgánicos.
2. Identificar el manejo de los desechos y residuos con la producción de tilapia.

Metodología

Elaboración de una propuesta y presentación de servicio: Elaboración de biofertilizante con el manejo de residuos de las vísceras de la tilapia *Oreochromis niloticus* de la Estación piscícola, Finca Las Ninfas, Amatitlán, de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Presentación de propuesta expuesta a sección de investigación y al subdirector de la ENCA, previo a la presentación al consejo directivo.

Realización de la 1ra. prueba de elaboración de nutrientes porcinos con los residuos de las vísceras de la tilapia *Oreochromis niloticus* Estación piscícola, Finca Las Ninfas, Amatitlán

Se coordinó por medio de sección de investigación y el encargado de la Finca Las Ninfas en

Amatitlán, una cantidad de residuos de vísceras de tilapia, correspondiente a 25 individuos, utilizando residuos orgánicos de cocina y lácteos.

Apoyo en la cosecha de tilapia en la Finca Las Ninfas, Amatitlán

Para obtener el contexto en la elaboración de ensilaje, se apoyó en la cosecha de tilapia en la Finca, desde el conocimiento de los insumos utilizados, el control de datos, pesaje de concentrado de las tilapias, tipos de concentrados, estructura de estanques, contexto y clima de la finca, entre otros.

Cuadro No. 19

Pasos para procesamiento de residuos (vísceras y escamas) derivados de la producción de tilapia para elaboración de ensilaje como nutrientes porcinos.

Paso 1. Uso de la atarraya de arrastre para la captura de tilapias en el estanque 2.	Paso 2. Selección de individuos mayores y se devuelven los menores.	Paso 3. El faenado de individuos es dejarlas fuera del agua del estanque para posterior traslado al área de procesamiento.
		
Paso 4. Se verifica el estado de la tilapia y la mortalidad (se puede visualizar la herramienta para descamar)	Paso 5. Descamar o quitar las escamas y separarlas en un recipiente. Para facilitar se humedece la tilapia.	Paso 6. Se procede a realizar un corte transversal en la parte inferior.

		
Paso 7. Se procede a extraer las vísceras	Paso 8. Se lavan muy bien con agua del chorro la parte exterior e interior.	Paso 9. Se contabilizan las tilapias cosechadas para el control de producción.
		
Paso 10. Se trasladan a un congelador en su máxima escala.	Paso 11. Se pesa el contenido total de vísceras y juntamente se tiene previo el número de especies cosechas. Al utilizarlas al día o días siguientes se dejan que lleguen a temperatura ambiente.	Paso 12. Luego de estar a temperatura ambiente se hace el proceso de molienda fina por medio de un procesador.
		
Paso 13. Se procede a guardar en un recipiente hermético y lugar fresco, tomando la temperatura del ambiente.	Paso 14. Se trituran los residuos orgánicos (cáscara) derivados de la cocina: piña, melón, remolacha y granos finos.	Paso 15. Se le agrega yogur comercial sin sabor con sorbato de potasio como preservante.

		
Paso 16. Se mezclan bien todos los ingredientes.	Paso 17. Se lleva el registro de temperatura ambiente e interna y del pH.	Paso 18. Se deja fermentar durante 15 días, llevando control de 4 a 5 días durante este tiempo la temperatura, pH y humedad. Así como las características organolépticas (textura, olor, color)
		

Elaboración del 3er ensayo de ensilaje en La Finca Las Ninfas, Amatitlán

con las siguientes variantes de residuos orgánicos: cáscara de naranja, cáscara de banano, cáscara de sandía, melón y remolacha como melaza, obtenidos del sitio de disposición temporal, yogurt comercial la cual contiene sorbato de potasio como preservante, residuos de tilapia (vísceras y escamas) y agua en proporción 50:50 de residuos y agua. Se utilizó un recipiente con tapadera hermética con salida de gas en la en la parte superior (tapadera), se tomaron lecturas de humedad, pH, temperatura y características organolépticas, solamente se tomarán el día 1 y el día 15, con el fin de evitar la contaminación de la muestra.

Cuadro No. 20*Materiales usados en la prueba de ensilaje biológico*

N o	Tipo de residuo	Procedencia	Cantidad
1	Vísceras de tilapia	Finca Las Ninfas	De 25 individuos - 75 %
2	Cáscara de melón	Disposición temporal de cocina	5 % - 2 kg
3	Cáscara de piña	Disposición temporal de cocina	5 % - 2 kg
4	Remolacha como melaza	Disposición temporal de cocina	15 % - 5 kg
5	Yogurt de banano	Lácteos	5 % - 2 kg
6	Equipo de protección	Botas Mascarilla Guantes de nitrilo Guantes de látex Lentes de laboratorio. Chaleco	1 2 1 2 1 1
7	Cubeta de plástico con tapadera	Invernadero de cristal- sección de investigación	1
8	Paleta y/o palo para mezclar	Alrededores del invernadero	1
9	Piedra (ideal de moler y/o mortero) para homogeneizar y triturar	Alrededores del invernadero	1
10	Tijeras Marcador, Maskin tape Cuchillo Libreta de apuntes	Personal	1 2 1 1 1
11	Hielera para transporte de residuos de tilapia	Finca Las Ninfas	1
12	Pedazo de cedazo Bolsas negras	Invernadero de cristal Personal	1 1
13	Termómetro digital	Invernadero de cristal - sección de investigación	1
14	Papel pH	ENCA - laboratorio de química	1

Ventajas que se obtienen utilizando ensilaje:

1. Se mantiene bien conservado el forraje por períodos prolongados de tiempo sin perder su valor nutricional.
2. El alimento que se obtiene mediante el ensilaje es de mayor calidad que el de otros métodos de conservación.

3. Se tiene menos rechazo por el animal.
4. Se elimina en parte la utilización de alimentos complementarios, especialmente alimentos concentrados.
5. La planta a ensilar se puede cosechar cuando está en su máxima producción y calidad nutritiva.
6. Es un alimento muy apetecido por el ganado y otros animales.
7. Podemos disponer de alimento en poco tiempo después de haberse ensilado.
8. Puede utilizarse cuando se desee sin importar el tiempo transcurrido después de haberse ensilado.

Resultados

El ensilaje es una metodología que ayuda a conservar el alimento de animales por mucho más tiempo, rico en nutrientes supliendo en algunos casos los alimentos concentrados que venden las casas comerciales, mitiga el impacto ambiental ya que se le da aprovechamiento a los residuos orgánicos (cáscaras de frutas) y residuos de la producción de tilapia (vísceras y escamas), ambos son residuos que se producen en la ENCA.

Dentro de las actividades de EPS de gestión ambiental se realiza un plan de manejo de residuos y desechos sólidos de la Escuela, para lo cual se cuentan con resultados diarios, semanales y mensuales de residuos y desechos del sitio de disposición temporal de cocina, la cual unos de los usos potenciales de los residuos orgánicos producidos en dicho lugar es el ensilaje que juntamente con los residuos de la Finca Las Ninfas pueden llegar a tener un efecto positivo en la mitigación del impacto ambiental y aprovechar al máximo los residuos que salen del eviscerado del tilapia, disminuyendo la cantidad de desechos que irían a parar al algún botadero dentro de la Escuela y vertedero (del km 22 de AMSA) e incluso podría afectar a la salud de la población por la aparición de vectores.

Cuadro No. 21

Evaluación sensorial de los ensilados de acuerdo a las características

Atributo	Bueno	Regular	Inaceptable
Olor	Ácido suave	Picante penetrante	Pútrido rechazable
Color	Marrón claro grisáceo	Amarronado o grisáceo claro - oscuro	Gris oscuro negruzco
Consistencia	Líquido	Líquido pastoso o licuado	Pastoso

(Bustamante, 2015).

Cuadro No. 22

Mediciones de los parámetros de control de humedad, temperatura y pH del ensilaje durante el proceso de fermentación

Parámetro	Día 0 martes 10/06	Día 1 miércoles 11/06	Día 8 martes 16/06	Día 11 viernes 20/06	Día 15 martes 23/06
Temperatura ambiente °C	28.0 °C	24.8 °C	24.3°C	23 °C	23.6 °C
Temperatura sensor exterior °C	26.5 °C	21.7 °C	21.3°C	22 °C	21.3 °C
% humedad	58 %	75 %	78 %	80 %	66 %
pH	3	4	3 - 4	4	4

Con el pH se inició moderadamente ácido en la escala de 3 y al día 15 ascendió a 4, entre moderadamente ácido a ligeramente ácido. La humedad se inició en una escala de 58 % aumentando y su pico máximo fue el día 11 con 80 % y en disminución al 66 % al día 15.

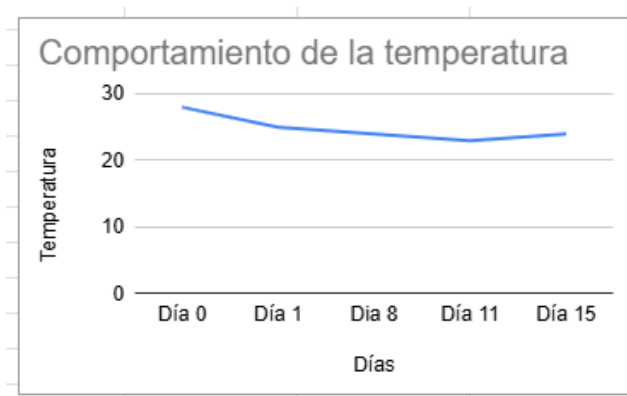
Figura No. 29

Gráfica del comportamiento del pH en los 15 días de fermentación del ensilaje.



Figura No. 30

Gráfica del comportamiento de la temperatura °C en los días de fermentación del ensilaje.



Con la temperatura el punto más bajo de temperatura fue de 23 °C y el máximo de 28 °C, dando una media de 25.5 °C aproximadamente.

Cuadro No. 23

Análisis y caracterización de características organolépticas del ensilaje en el día 0, día 1, día 8, 11 y 15 (del tiempo de fermentación).

Variable	Caracterización	Día 0	Día 1	Día 8	Día 11	Día 15
Textura	Pastosa					
	Semilíquida	X	X	X	X	X
Aspecto	Vísceras enteras	X	X	X	X	X
	Vísceras trituradas					
	Vísceras en pudrición					
Olor	Putrefacto					
	Desagradable					
	Pescado ácido	X	X	X	X	X
	Ligeramente agradable					
Color	Negruzco					

	Cafe				X	
	Cafe rojizo	X	X	X		X

Con la textura a partir del día 11 al 15 se tornó pastosa en la parte superior y en la parte inferior se quedó líquida, por lo que al hacer la mezcla se tornó semilíquida homogéneamente. De las características organolépticas como el color en la parte superior a partir del día 8 al 11 se tornó a café y en la parte inferior café rojizo; el olor todos los días fue el mismo, no hubo variación. Cabe resaltar que los días posteriores a los 15 días se estuvo monitoreando en color, olor y consistencia. Se trasladó a un sitio de mayor estabilidad, donde estuviera ajeno a la movilidad y transitabilidad humana.

1ra prueba de ensilaje y del laboratorio de bromatología (ver anexos)

Las determinaciones que se realizan frecuentemente para conocer la composición de los alimentos incluyen la determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra y carbohidratos asimilables, en un protocolo conocido como análisis químico proximal, es por ello que se presentan a continuación los resultados del laboratorio de bromatología. El contenido de humedad fue del 96.51%, lo que se le atribuye a que hubo poca pérdida de dióxido de carbono y etanol (por evaporación) como resultado de la fermentación y que la muestra era casi en su totalidad líquida. El contenido de proteína seca fue de 81.80 % y de proteína como alimento de 2.86 este fue menor por la pérdida de nitrógeno por volatilidad, producto de la autólisis de la proteína por acción de las enzimas presentes en el pescado. La disminución del impacto fue la proteína, que se debió a la lixiviación de proteína soluble, afectada directamente por la temperatura ambiental. El extracto etéreo en seco es 15.51 % y 0.54 % como alimento, sin embargo, los rangos de 3 a 7 % son considerados favorables para reducir el riesgo de rancidez durante largos períodos de almacenamiento. La literatura nos indica que un ensilaje estable los ácidos formados en la fermentación es el ácido láctico de 6 a 8 % cuando se presenta un ensilaje muy húmedo como el que se realizó debido que tiene más del 65 % de humedad. El porcentaje de proteína seca fue de 81.80 % muy alta y de proteína como alimento fue de 2.86 % y como proteína cruda fue 9.04 %:

1. Si la proporción entre proteína ligada y proteína cruda es inferior al 12 %, la fermentación sucedió normalmente. Usar los valores de proteína cruda para el balance de las raciones, para alimento de animales.

2. Si la proporción entre proteína ligada y proteína cruda es mayor a 15 %, habrá ocurrido un daño considerable por calor. Se debe utilizar los valores disponibles de proteína cruda para el balance de raciones.

Por otro lado, se recomienda hacer un análisis microbiológico para conocer la unidades formadoras de colonias, aerobios totales, hongos y levaduras. Para asegurar la calidad en términos de seguridad y nutrición en la conservación del ensilado, la agitación regular y control / corrección de pH del producto es esencial. El ensilado de pescado es un producto rico en nutrientes ideal para la alimentación, o para uso final como fertilizante, la única desventaja es el alto contenido de agua, que agrega al costo de transporte. El ensilado de pescado libre de grasa tendrá un nivel de humedad cercano al 80%, un nivel de proteína de alrededor del 15% y un nivel de cenizas menor a 4%. El ensilado de pescado tiene propiedades nutricionales similares a la harina de pescado, pero con una mayor digestibilidad debido a las proteínas hidrolizadas. Además, el ácido orgánico en el ensilado tiene propiedades antibacterianas en el intestino del animal, además de servir como conservante en el propio ensilado.

Debido a su acidez relativamente baja, el ensilado de pescado puede ser utilizado directamente como alimento sin ninguna mezcla y tratamiento previo. Esto se ha logrado con éxito incluyendo al ensilado de pescado como parte de la alimentación diaria en cerdos, lo que resulta en una mayor tasa de crecimiento, una mejor salud y reducción de la mortalidad. El ensilado de pescado también se puede mezclar con otros ingredientes de raciones tales como granos u otros alimentos secos.

Ensilado como fertilizante: el ensilado de pescado es una buena fuente de nitrógeno (de la proteína), fósforo, potasio, calcio, magnesio (particularmente de la estructura ósea) y la mayoría de oligoelementos necesarios para las plantas. La aplicación de ensilado de pescado como fertilizante puede hacerse como parte del proceso de irrigación mediante la adición directa de alrededor de 2-5% de ensilado líquido al agua de riego.

Resultados de la muestra No. 1 del laboratorio de suelos de la ENCA (ver anexos)

Con las observaciones del Ingeniero Leonel López Villacorta catedrático de pastos y forrajes, se analizaron los resultados de la muestra y los resultados de las lecturas de pH y humedad (previamente mostradas en el informe de junio), donde las lecturas del pH no hubo variaciones significativas, la humedad algunas veces excedió del 70 %, pero los factores externos contaminaron la muestra en cierto grado, ya que no se contaba con una tapadera hermética. De acuerdo a su experiencia en ensilaje de forrajes se debe evaluar la factibilidad en recursos económicos para la escuela, es decir la cuantificación de

residuos de la producción de tilapia a nivel mensual, el escaso personal de la finca en la cosecha, entre otros. Puesto que con los residuos orgánicos derivados de cocina no existe ningún problema en los ensilajes es decir son viables, se pueden ver como aditivos que faciliten el proceso de ensilaje, la observación es en la viabilidad de los residuos de la tilapia (escamas y vísceras), para poder realizar ensilajes para alimento de cerdos en producción animal. Respecto al pH tiene valores bajos es decir son ácidos y pueden llegar a afectar el sistema gastrointestinal de los cerdos, lo más recomendable es en bovinos menos en terneros. Desde la experiencia de silos de trinchera de pastos y forrajes, en el área de porcicultura extensiva para pequeños productores donde los ensilajes disminuyen la viabilidad ya que no se cuentan con los recursos, en cambio en los grandes productores si es viable los procesos de ensilaje. Ahora bien, con los resultados del laboratorio de suelos la muestra tiene un alto grado de humedad (95 %) ya que la muestra estaba casi en su totalidad en estado líquido y poca proteína cruda (9.04 %). Otra observación fue el olor fuerte ácido y un poco agradable de la muestra ya que con ello se podía intuir que tenía cierto grado de contaminación. Por lo tanto, se procedió a realizar otra prueba de ensilaje en la Finca Las Ninfas.

A manera de conclusión recomienda hacer un análisis financiero de factibilidad de la producción de tilapia y por ende la cuantificación total de residuos que contempla vísceras y escamas, previo a un estudio de ensilaje, para la viabilidad en producción animal y la escuela. En estudios previos de ensilaje los análisis financieros el costo de ensilado de pescado en investigaciones se estima una oportunidad de aprovechamiento de fauna, en este caso de la producción de tilapia de la Finca Las Ninfas en la cual el fin principal fue la mitigación del impacto ambiental de la contaminación de los residuos de la tilapia (vísceras y escamas), por lo que es una opción de uso para alimentación animal, con insumos generados en la escuela. Además dentro de los insumos utilizados fue mínimo el utilizado ya que los residuos orgánicos del área de cocina se generan diariamente aproximadamente se obtienen 218 kg (480 libras) solamente de este residuo, lo que anualmente significa aproximadamente 29,160 kg. El insumo comprado fue el yogur comerciante con preservante si se utilizó a nivel comercial con un precio alrededor de 25 a 30 quetzales (tomando en cuenta que se utilizó para una muestra, se tiene considerar a mayor escala). Los insumos utilizados para la cosecha de tilapia fueron los de la Finca Las Ninfas. Ahora bien en esta prueba se utilizaron 96 individuos lo que equivale aproximadamente 4 libras de residuos. Otro factor a tener en cuenta es la cuantificación de individuos en producción animal, para una viabilidad completa.

El ensilado de alta calidad sólo se puede realizar a partir de materia prima de alta calidad. Si la materia prima es de baja calidad, es probable que el ensilado no se destine a la alimentación, pero eventualmente puede ser utilizado como fertilizante. La temperatura debe estar entre 5 y 40 grados Celsius. Las más bajas ralentizan el proceso, y las temperaturas demasiado altas inactivan las enzimas. En climas tropicales el proceso completo de hidrolizado de proteínas sólo durará unos pocos días, pero en climas más fríos llevará semanas. El pH puede subir antes de que la mezcla se estabilice, por ejemplo, si hay muchas espinas de pescado en la materia prima.

Características de un buen ensilado:

1. Color-verde, ligeramente amarillento (si se trata con pastos y forrajes específicamente).
2. Olor agradable (ausencia de olor fecal, pútrido o a frutas podridas)
3. Ausencia de hongos (manchas blancas)
4. Acidez pH menor a 4.2
5. Humedad entre 69 y 71%
6. Sabor agradable. El ensilado de buena calidad es bien consumido para el ganado. (ICTA, 2000).

Pérdidas en el proceso de ensilaje: Las pérdidas ocurridas durante las oxidaciones en la fase de respiración se dan, fundamentalmente, en la parte superior del ensilado. Las pérdidas por respiración y por efluentes son consideradas normales y difíciles de evitar, sin embargo, las cuales el hombre puede ejercer un mejor control por lo que se pueden considerar como evitables. Por ejemplo, el desperdicio de material que se da en el momento del corte y acarreo del material que varía desde el 2 al 10 % y las pérdidas ocasionadas por hongos en la parte interior a consecuencia del aire dejado por una mala compactación o un mal sellado.

Tipos de ensilados que se pueden realizar en la ENCA, debido que se tienen los recursos dentro de las diferentes áreas de producción y cocina:

- Residuos de guisantes: rastrojo y vaina
- Residuos de frutos: el bagazo de manzanas adecuado para cerdos de engorde.
- Residuos de pajas y rastrojos: rastrojo de papa a cerdas gestantes puede prepararlos con leguminosa forrajera como la alfalfa y maíz verde que contiene más azúcar.

- Con excretas de cerdo: excretas ensiladas y maíz en la alimentación porcina en proporción 40:60 respectivamente.
- Ensilado de pescado: como valiosa fuente de proteínas, puede ser ensilado de pescado con paja de trigo.
- Ensilado de mezcla de zanahorias y pasta de legumbres: para cerdos de engorde y lactantes.
- Ensilado de una mezcla comprimida de maíz, calabaza, azúcar, zanahoria y alfalfa: a cerdos jóvenes en los ensilados de hierbas, también se le puede agregar desperdicios de granos.
- Ensilados de cadáveres o residuos de mataderos: con ácido sulfúrico de 20-30 ml diluido por cada kilogramo de residuos. Dura aproximadamente un mes. Adaptado a (Hernández, 1988).

Los ensilados no generan polvos nocivos a los animales que puedan provocar tos o irritación, pues los tejidos de los residuos orgánicos son elásticos y los tallos, hojas, flores no se caen ni se rompen. Se considera que aún con las hierbas indeseables con un buen tratamiento hacen un buen ensilado. Durante los ensilajes mantiene el alimento de forma succulenta, el alimento debe estar saturado de agua para que pueda ser digerido, el ensilado nunca pierde su humedad (Hernández, 1988).

La presencia de bacterias de yogurt facilita la digestión y actúan como probióticos, mejorando la población microbiana intestinal de animales, mejora el crecimiento y desarrollo en aves, porcinos, bovinos. (García, 2011).

Debido a que el pescado no tiene carbohidratos para lograr la fermentación láctica se requiere de la adición de sustancias carbohidratadas en este caso melaza como fuente de energía para el desarrollo de bacterias lácticas, que permitan el descenso del pH en el producto, logrando así la conservación y estabilidad del mismo. Para el año 2011 según García, un ensilado de pescado que reporta porcentaje de materia seca entre 30 a 37%, tiene mayor aceptación en una dieta para pollos de engorde. También Gonzáles (2018), también se puede llevar a cabo un ensilado químico con residuos de tilapia en dietas de pollos de engorde.

Conclusiones

- El ensilaje es una opción viable para mitigar el impacto ambiental de la acumulación y depósito de residuos derivados de la producción de tilapia, la cual se puede utilizar en nutrientes porcinos y bovinos del área de producción animal y para biofertilizante, siempre y cuando demuestre la calidad del ensilaje con un análisis químico proximal y un análisis microbiológico.
- La Escuela Nacional Central de Agricultura tiene los recursos para elaborar ensilajes con residuos orgánicos de las diferentes áreas agrícolas y de la Finca Las Ninfas, por lo que es una opción viable en relación a que el gasto es mínimo y se reutilizan los recursos.

Recomendaciones

- Diseñar dietas para distintas especies del área de producción animal, incorporando los ensilajes de la producción de tilapia, residuos orgánicos de cocina como insumos en la fabricación de alimentos balanceados para animales.
- Realizar un análisis microbiológico al ensilaje de tilapia y residuos orgánicos para conocer las unidades formadoras de colonias, aerobios totales, hongos y levaduras. Para asegurar la calidad en términos de seguridad y nutrición en la conservación del ensilado, alimento y/o biofertilizante.
- Realizar un análisis financiero de factibilidad de la producción de tilapia y por ende la cuantificación total de residuos que contempla vísceras y escamas, previo a un estudio de ensilaje, para la viabilidad en producción animal y la escuela.

Resultados de análisis de muestra No. 1 de ensilaje del laboratorio de suelos de la ENCA.

	Escuela Nacional Central de Agricultura Sistema de Gestión en Control y Seguridad Formato de Informes	For/labenca-SIG-SD-011 Primera Edición Revisión No.: 01 Página 1 de 1

INFORME: DE RESULTADOS N° 0725-027

Guatemala 16 de julio del 2025

Empresa: ENCA

Persona responsable: Linda Ixchel Bac Cojti

Finca: Ninfas

Localización: Amatitlán

Estimada Sra. Linda

El motivo de la presente es para informarle los resultados obtenidos del análisis realizado (1) muestra de ensilaje para cerdo, obteniendo los siguientes resultados:

PORCENTAJES			
N° Laboratorio	Identificación	% Humedad	% Materia Seca
0725/174	Ensilaje para cerdos	95.53	4.47

		%		Ppm		Porcentaje	
N° Laboratorio	Identificación	Proteína Cruda	% N	P	% Ca	% Mg	% K
0725/174	Ensilaje para Cerdo	9.04	1.45	0.33	0.76	0.06	0.34

	Escuela Nacional Central de Agricultura Sistema de Gestión en Control y Seguridad Formato de Informes	For/labenca-SIG-SD-011 Primera Edición Revisión No.: 01 Página 2 de 1

			Ppm			
N° Laboratorio	Identificación	Cultivo	Cu	Zn	Fe	Mn
0725/174	Ensilaje para Cerdo	****	12.00	20.00	60.0	10.00



Ingeniero José Jesús Chanay

Jefe de laboratorio

Servicio 3. Aprovechamiento de los subproductos derivados de la producción de carbón vegetal en el área de Consulados en la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Antecedentes

En la Escuela Nacional Central de Agricultura no existen antecedentes del uso del biocarbón en la producción agrícola, siendo este un subproducto de la producción de carbón a nivel interno y de la Finca La Montañita la cual pertenece a la ENCA. Cabe resaltar que la única investigación relacionado al carbón es la de Fernández (2024) donde realizó una evaluación de la producción de carbón vegetal obtenido en hornos de ladrillo, de dos especies forestales (*Quercus purulhana* Trel.) Y (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.) en la Finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

Por lo que se plantea el uso del biocarbón en la producción agrícola para el área de consulados, con el cultivo a través de pilones de la variedad Monalisa de pepino.

Objetivo general

- Formular una propuesta de servicio en base a una necesidad ambiental con la producción de carbón de la ENCA.

Objetivos Específicos

1. Identificar los subproductos y procesos de transformación del carbón para su aprovechamiento.
2. Cuantificar la cantidad de residuos derivados de la producción de carbón en los dos hornos de la ENCA.
3. Elaborar un plan de manejo de residuos sólidos para la ENCA, siendo esta una parte para los residuos del carbón.

La finalidad principal es el aprovechamiento de los residuos de las diferentes áreas dentro del manejo de los residuos y desechos sólidos, mitigar el impacto ambiental en la disminución del uso de agroquímicos como herbicidas, plaguicidas, etc.

Metodología

Como parte de las actividades en la elaboración de un plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos -PIRDES- de la Escuela, se tomó en cuenta la recomendación del Ing Lázaro encargado de la Finca La Montañita de la Escuela, se hizo contacto con la Ing. Teresa

Echeverría encargada del vivero forestal y don Nery Ambrosio encargado de los hornos de producción de carbón. Se realizó una visita al área del “Bosque de los Egresados”, siendo esta un área forestal, donde se ubican los dos hornos de producción de carbón vegetal de la Escuela. Se documentó el proceso de producción de carbón vegetal la cual consiste si se tienen las condiciones adecuadas se da una horneada al mes, se cuentan con dos hornos de ladrillo y esta producción es específicamente de los módulos de segundo año de la carrera de perito forestal, donde la Casuarina (*Casuarina* sp), Pino (*Pinus* sp) y Ciprés (*Quercus* sp) son de más fácil cocción, esporádicamente se utilizan eucalipto y amate. La especie donde se tomó como base para la cuantificación de los residuos de la producción carbón fue la especie forestal el Encino (*Quercus* sp).

En el presente año la producción de carbón en el mes de marzo fue 1300 libras por horno, es decir 2600 libras por los dos hornos de ladrillo.

Cuadro No. 24

Consideraciones en la producción de carbón vegetal en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

Tiempo de reproducción de carbón	Tiempo de enfriamiento	Venta en Encamarket	Equipo de protección	Protección	Especies forestales	Interior de los hornos	Tareas de leña	Humo
-6 días -Uso de leña seca -Uso de leña fresca para mayor tiempo de anaquel	-5 a 6 días -Para uso del carbón .	-200 libras - Mensualmente	- Mascarillas con filtro -Lentes -Tapones para oído (lo único que se tiene)	-Galera para el resguardo de las tareas de leña. - Reconstrucción de galera actual para los dos hornos, debido a que las varillas están en deterioro.	-Amate (látex) -Casuarina <i>Casuarina</i> sp. -Eucalipto <i>Eucalyptus</i> sp. -Amate -Pino <i>Pinus</i> sp. -Ciprés <i>Cupressus</i> sp. -Encino <i>Quercus</i> sp (utilizado en la producción de marzo) -Se buscan maderas duras. Maderas suaves se	-Se cuenta con piso de tierra, la recomendación es piso de cemento ya que resiste más el fuego por lo tanto disminuirían los residuos. -Ayuda como medida de protección de aspiración de polvo.	- 4 tareas 1/2 que abarca un horno. -8 tareas total. -Cada tarea tiene una altura de un metro.	-Se sella la entrada de aire. -El color del humo son: negro, gris, azul y luego vapor.

					obtienen más cenizas.			
--	--	--	--	--	-----------------------	--	--	--

Resultados

Figura No. 31

Visita a los hornos de ladrillo de producción de carbón en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.



Cuadro No. 25

Cuantificación de residuos derivados de la producción de carbón del mes de marzo en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

No.	Tipo de residuo	Número de costales	Pesaje en kilogramos	Pesaje en libras.	Imagen
1.	Corteza de encino	1	10	21	
2.	Polvillo de carbón (leña delgada)	1	19	42	
3.	Ceniza	2	23 Total 46 kg	101	
4.	Mixto	3	19, 20 y 21 kg Total 60 kg	130	

Figura No. 32

Cuantificación de los diferentes tipos de residuos derivados de la producción de carbón en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.



El objetivo principal es el aprovechamiento de los residuos de carbón de la ENCA, mitigando el impacto ambiental con la disminución de la acumulación de residuos y reducción del uso de plaguicidas y agroquímicos en la producción agrícola. Para lo cual el uso del biocarbón será desinfectar el suelo, reducir la cantidad de fertilizantes y mejorar la relación óptima C: N en 10:1.

Es importante mencionar que el tipo de suelo del área de consulados es arcilloso pesado.

Traslado, separación y trituración de biocarbón de las carboneras a consulados

Figura No. 33

Traslado de biocarbón de las carboneras al invernadero No. 5 de consulados



Figura No. 34

Separación y trituración de biocarbón



Figura No. 35

Aplicación de biocarbón en el invernadero No. 5 del área de consulados



Arar y humedecer los surcos del invernadero No. 5 de consulado oriente



Es importante mencionar que el polvo fino de carbón puede ser tóxico, de ser respirado se puede almacenar en los pulmones, y disminuir la capacidad pulmonar. Se debe trabajar el biocarbón con cierto grado de humedad para que se produzca la menor cantidad posible de polvo dispersable. Se recomienda luego de la preparación del carbón, este debe ser

molido para su aplicación en el campo. Se debe utilizar mascarilla a la hora de la molienda y aplicación. Humedecer el biocarbón antes de aplicarlo también es importante para reducir su hidrofobicidad, y aumentar su capacidad de retención de agua en el suelo. El biocarbón tiene que ser molido y tamizado de tal forma que se obtuvieron partículas finas con un tamaño máximo de 2 mm, permitiendo de esta manera una buena incorporación al suelo y la obtención de un sustrato de mayor área de intercambio catiónico (Henreaux, 2012).

Una percepción generalizada es que entre más fina la partícula, mayor será el contacto con el suelo. Por ejemplo, suelos arenosos pueden beneficiarse de partículas más grandes. En estudios se han observado que partículas muy pequeñas (≤ 0.8 mm) no fueron efectivas para retener agua en suelos arenosos, en condiciones más secas. Los mejores resultados se obtuvieron con partículas entre 0.8 a 2 mm, pero no evaluaron partículas de mayor tamaño. Es importante tener claro que el biocarbón en sí no es un fertilizante, por lo que siempre debe acompañarse con una fuente de nitrógeno (Soto, 2023).

Equipo de protección personal en la aplicación:

- Mascarilla
- Lentes
- Botas

La literatura sugiere en las formas de aplicación antes de la siembra:

- En cultivos anuales es posible aplicar una capa de biocarbón, según la dosis especificada, y luego mezclarlo manualmente.
- En plantaciones permanentes se puede aplicar al fondo del surco a la siembra.
- En plantaciones establecidas se puede aplicar en mezcla con la capa superficial del suelo.

Aplicación a la siembra:

- La siembra se coloca al fondo del surco o punto de siembra (Soto, 2023).

Aplicación en plantaciones establecidas:

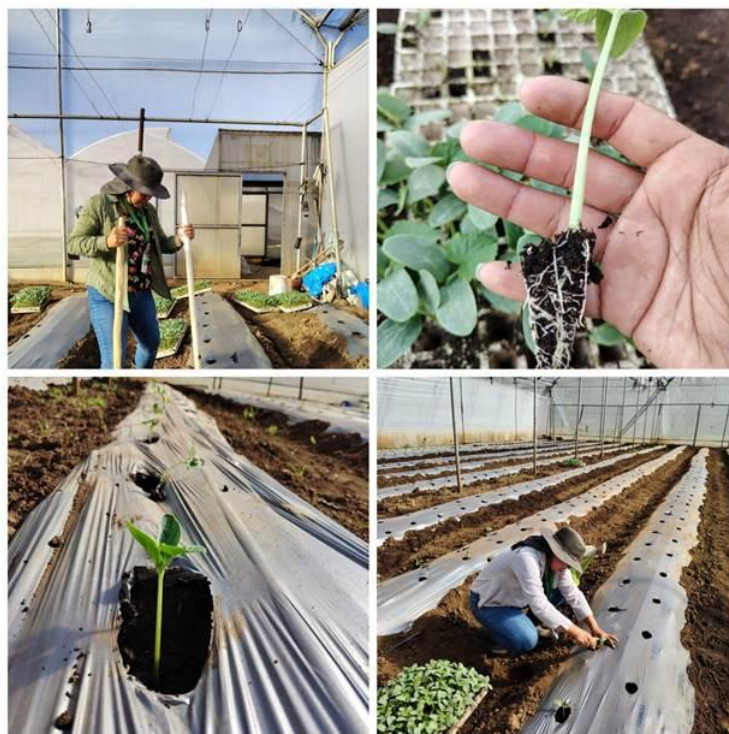
- En caso de palma aceitera, en los experimentos realizados por CATIE en la zona de San Juan Sierpe de Osa, Costa Rica, adicionalmente se agregó el biocarbón alrededor de la plántula de palma, se optó por aplicar al fondo y a los lados, para lograr una mejor mezcla con el suelo. En palma aceitera se agregó en plantaciones de un año de crecimiento, haciendo un círculo alrededor de la planta con profundidad de 15 cm,

para luego ser cubierta con suelo. En zonas de alta pendiente y precipitación, el biocarbón se lava fácilmente, por lo que es mejor enterrarlo.

- En Talamanca, Costa Rica aplican biocarbón en plantaciones establecidas de cacao (Soto, 2023).

Con base en las investigaciones previas, se puede concluir que el biocarbón pueda inducir resistencia, tolerancia por diferentes mecanismos tales como: (1) una mayor retención y distribución de nutrientes a las plantas (2) una estimulación poblaciones microbianas del suelo que inducen mayor resistencia, y (3) el efecto fungicida, bactericida y repelente de los compuestos resultando del pirólisis. Los suelos sometidos a la aplicación de biocarbón presentan una mayor fijación y disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes como el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B) y molibdeno (Mo) asociada con una mayor retención (y entonces menor lixiviación) del nitrógeno (N) y la ausencia de lixiviación de magnesio (Mg) y calcio (Ca). Estos cambios están generalmente acompañados de un aumento del pH y una inmovilización de aluminio (Al) de la solución del suelo, proporcionando a las plantas una mayor disponibilidad de nutrientes, lo que optimiza su desarrollo (Henreaux, J. 2012).

Siembra



Siembra de pilones variedad Monalisa F1 de Pepino:

El pepino (*Cucumis sativus* L.), es una hortaliza herbácea anual, de la familia de las cucurbitáceas, de crecimiento rastrero o trepador, sus tallos son blandos, flexibles, largos,

huecos y algo espinosos. El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1.0 - 1.20 metros de largo, ramificándose en todas las direcciones.

Taxonomía:

Origen: Asia, domesticado en la India

Nombre común: pepino

Familia: Cucurbitáceae

Nombre científico: *Cucumis sativus*

Especie: *Cucumis sativus* L.

Etapas fenológicas:

Emergencia de 4 a 5 días después de la siembra; inicio de formación de guías de 15 a 24 días; floración de 27 a 34 días; cosecha de 43 a 50 días y fin de la cosecha de 75 a 90 días (Fuentes, 2015).

Siembra en invernadero (Ver anexos)

Fue sembrado en 12 surcos divididos en dos naves de un mismo invernadero. Los pilones con el sustrato de “peat moss” se trasplantaron distanciados 40 centímetros a tresbolillo, haciendo un total de 242 pilones distribuidos en 7 bandejas las cuales fueron sembradas por el área de hortalizas. Cada surco tiene alrededor de 118 pilones por 12 surcos, hacen 1416 plantas.

Día de siembra: 19 y 20 de agosto.

Control y seguimiento: del 25 al 29 de agosto, la segunda semana de septiembre y en el mes de octubre se visitará para la cosecha final de pepino. Cabe resaltar que juntamente con el invernadero con el uso de biocarbón, se plantaron pilones sin el uso del biocarbón, para medio de comparación después de un mes.

Conclusiones

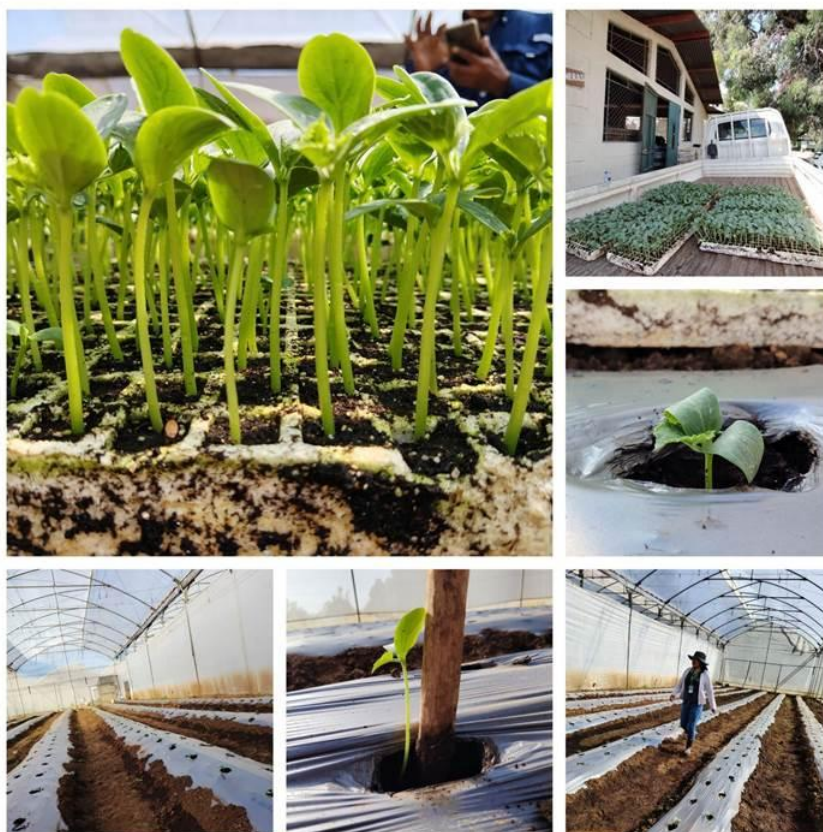
- Establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento en los aspectos e impactos ambientales en el área de consulados con el manejo y consumo de agua para riego y manejo de agroquímicos. Debido al agotamiento del agua, presión y cambio hidrogeológico (agua subterránea) y el riesgo para la salud y ambiente sobre la intensidad de agroquímicos.
- Para el caso de los tres servicios planteados y con relación al manejo de residuos, la Escuela Nacional Central de Agricultura debe contemplar una gestión ambiental

integral, contemplando los objetivos de desarrollo sostenible ODS: 3. Salud y bienestar 11. Ciudades y comunidades sostenibles 12. Producción y consumo responsable.

Recomendaciones

- Se recomienda a la Escuela Nacional Central de Agricultura evaluar otras opciones viables para fertilizantes e insecticidas en las áreas de producción agrícola, con el fin de mitigar el impacto ambiental a los recursos suelo, agua y biodiversidad (flora y fauna).
- Utilizar el biocarbón derivado de la producción de la ENCA en otras áreas como hortalizas, frutales y floricultura. A largo plazo evaluar la oportunidad de potencializar el uso del carbón en otros productos farmacéuticos para el centro de acopio.
- El personal de vivero forestal la cual son los encargados de la producción de carbón debe tener todo el equipo de protección personal, la cual consiste en mascarillas, lentes industriales, guantes y tapones para los oídos, según lo expresó el personal. Este equipo de protección es extensivo a los estudiantes de perito forestal cuando realizan sus proyectos empresariales de los cuales uno de ellos es la producción de carbón.
- Se recomienda realizar un análisis de suelo en el invernadero para la presencia de nemátodos, *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp. (hongos).
- Se recomienda explorar los usos potenciales del biocarbón en la purificación de agua potable en los filtros de agua distribuidos y el uso potencial en los laboratorios de química de la ENCA.

Anexos

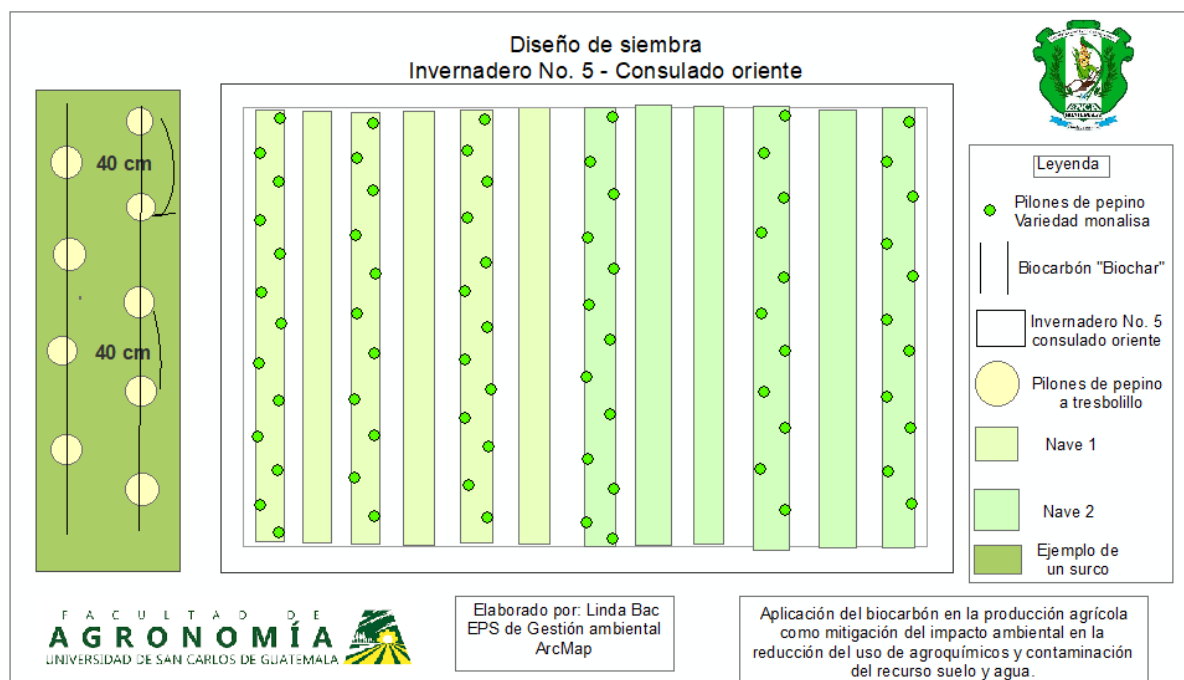


Plagas principales del pepino:

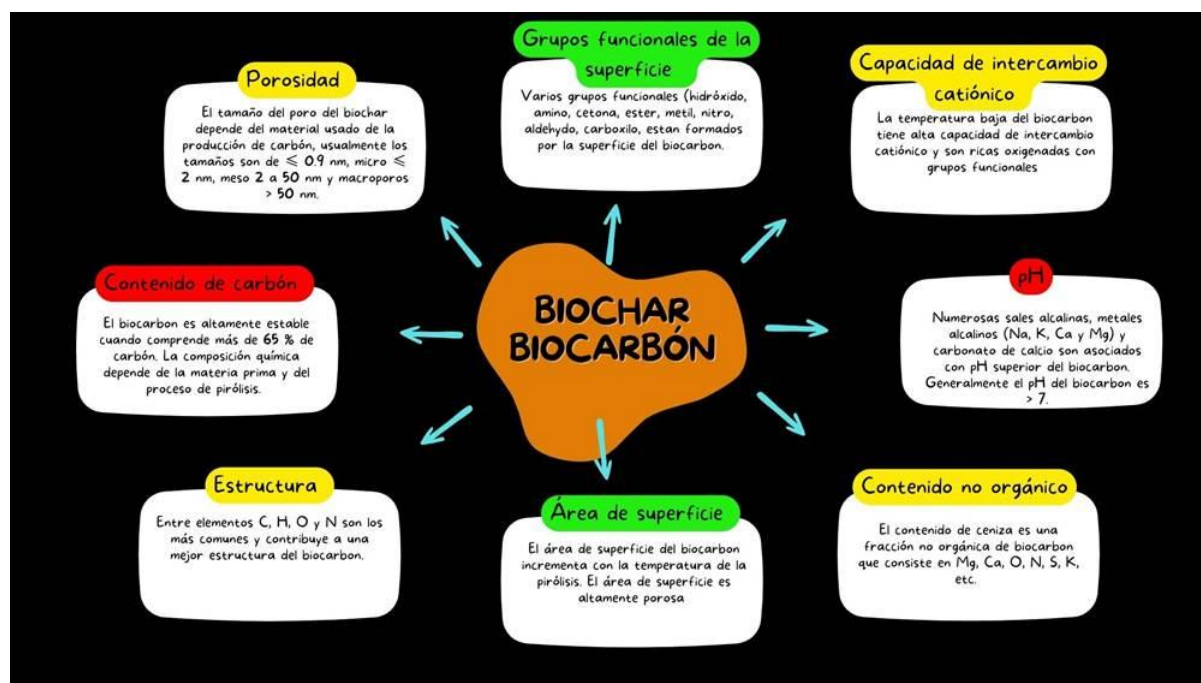
Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona
Minador	<i>Liriomyza</i> sp.	Túneles en el follaje
Mosca blanca y Áfidos	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporarum</i> , <i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Transmisión de Virus
Lepidópteros	Varias especies	Daño mecánico al follaje, fruta.
Gallina ciega, gusano alambre, sinfilido y nematodos	<i>Phyllophaga</i> sp, <i>Aelos</i> sp. Y otras especies, <i>Scutigerella immaculata</i> , nematodos varias	se alimenta del bulbo, raíces y pelos absorbentes
Trips	<i>Thrips tabaci</i>	Se alimenta del follaje y están en las axilas por lo general

(Fuentes, 2015).

Diseño de siembra:



Propiedades físicas y químicas del biocarbón "Biochar"



Actividades no planificadas

Capacitación sobre el manejo y separación de residuos y desechos sólidos de parte del Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente MARN

En la capacitación fue dirigida por el Ingeniero ambiental Job Inglés, egresado de la Facultad de Agronomía, en la cual asistieron 23 personas pertenecientes a la sección de investigación, vida estudiantil (clínica y enfermería, lavandería, cocina, supervisión estudiantil y psicología), iniciando con un contexto de Guatemala, la situación ambiental del país (vertientes, ríos, vertederos), la diferencias entre residuos y desechos sólidos, el proceso de los desechos sólidos peligrosos y la riesgosisdad en el manejo de estos ya que hay empresas que se especializan en esto, para la ENCA es Ecotermo. Se mencionó que es el acuerdo gubernativo 164-2021, de la clasificación primaria (orgánica - inorgánica) y clasificación secundaria (orgánica, reciclable y no reciclable). El ministerio de ambiente maneja para menores de edad los “guardianes ecológicos” y para personas mayores son programas más especializados en relación a temas de educación ambiental. Existen instituciones donde promueven la economía circular en temas de reciclaje, la diferenciación del plástico sea gruesa (reciclable) y delgado (no reciclable). Se enfatizó en la separación de orgánico, inorgánico, reciclable y que no es reciclable con ejemplos y con una dinámica del tren de aseo municipal y los distintos escenarios posibles en una comunidad respecto a las problemáticas de los residuos y desechos sólidos comunes. Se concluyó con un llamado de dejar huella a nivel personal e institucional en la reducción de consumo de plástico, separación de residuos y alternativas de reciclaje y/o reutilización con el fin de minimizar la contaminación ambiental.

Figura No. 36

Capacitación del manejo de residuos y desechos sólidos comunes a diferentes áreas de la Escuela Nacional Central de Agricultura



Desarrollo de un diagnóstico preliminar ambiental para el área de consulados de la Escuela Nacional Central de Agricultura

Por solicitud del Ingeniero Raul encargado del área de consulados y recomendación del Ing Adrián Marroquín de sección investigación, se dio una visita al área de consulados y un recorrido por todos invernaderos y mega túneles. Seguidamente se procedió a realizar una encuesta a todo personal de consulados sobre las acciones, problemáticas ambientales y condiciones actuales de la producción agrícola y de toda el área enfocada en un diagnóstico y un plan preliminar de evaluación ambiental.

Diagnóstico ambiental preliminar para el área de consulados



Paso 1. Visita de campo al área de consulados para diagnóstico inicial



Paso 2. Encuesta para el diagnóstico del área de consulados de la Escuela Nacional Central de Agricultura



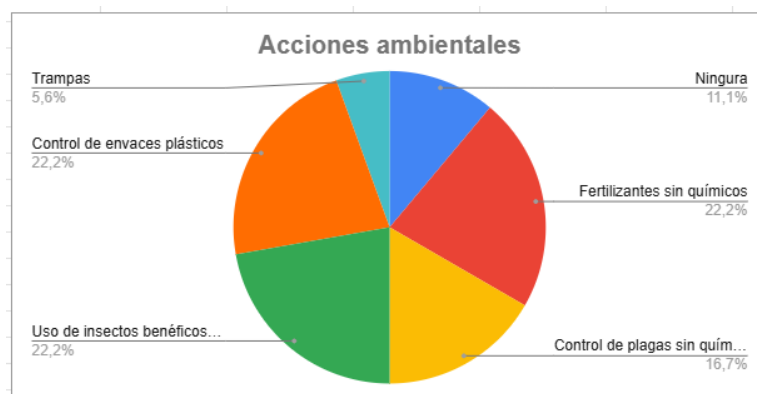
¿Qué medidas de gestión ambiental ya están implementadas en el área de consulados?

El control de envases lo hacen por la empresa de Agrequima a través del programa Campo Limpio. Se pudo verificar que en toda el área de consulados están sitios de contener los envases de productos sean pesticidas, plaguicidas o algún otro tipo de agroquímico.

Sitios de recolección de envases plásticos del programa Campo Limpio con Agrequima.



Acciones ambientales realizándose en el área de consulados



¿Qué tipo de residuos se manejan en los invernaderos y macrotúneles?

En la visita de campo se verificó que en todos los invernaderos y mega túneles presentan desechos sólidos, uno de los más sobresalientes fue el plástico en sus diferentes presentaciones tales como envases, mangueras, pitas, bolsas.

Tipos de residuos y desechos sólidos que se generan en el área de consulados



¿Dónde se han encontrado mayores plagas en el área de consulados?

Las hortalizas donde presentan mayor presencia de plagas son los chiles tanto picante y dulce, brassicas como el coliflor y brócoli y el tomate. Estás presente tanto en invernaderos como mega túneles.

Tipos de plagas que atacan a diferentes hortalizas en el área de consulados



¿Qué tipo de fertilizantes se han utilizado en el área de consulados?

En su mayoría se ha utilizado fertilizantes químicos, que bien se sabe trae consecuencias a corto y lejano plazo sobre los recursos suelos, agua y la biodiversidad alrededor de los cultivos. Si el fin principal es la producción agrícola, hay alternativas de fertilizar la tierra, con maneras que minimicen los efectos.

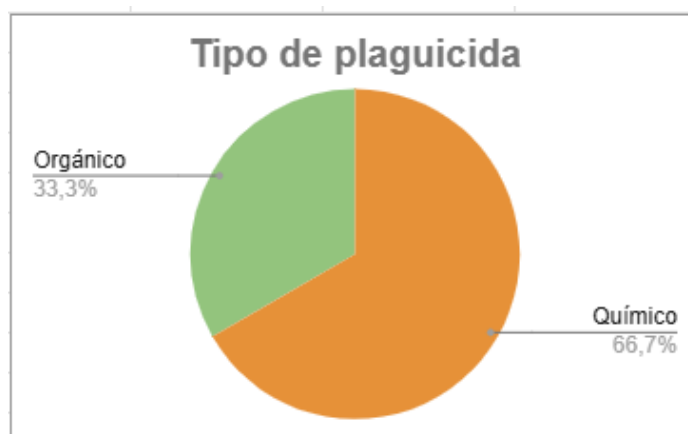
Tipos de fertilizantes usados en el área de consulados



¿Qué tipo de plaguicida se ha utilizado en el área de consulados?

Claramente se observa que se han utilizado diferentes plaguicidas químicos en toda el área de consulados.

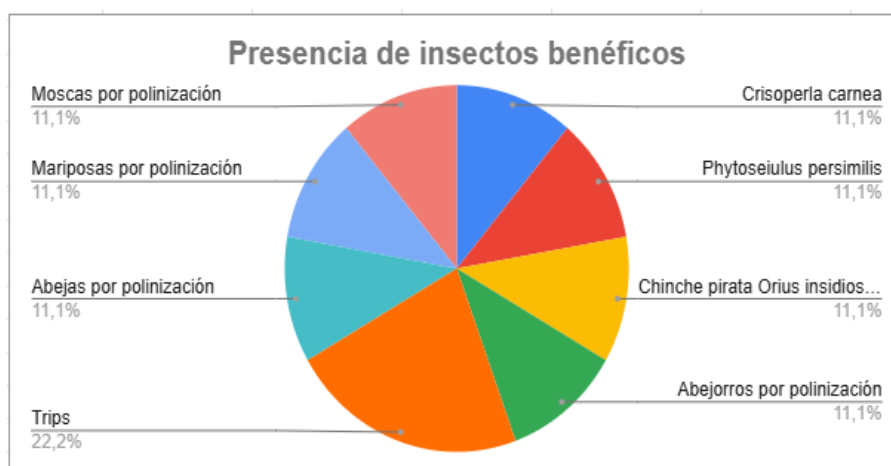
Tipos de plaguicidas usados en el área de consulados



¿Cuáles son los insectos benéficos que usted conoce?

En esta sección se refiere a los insectos benéficos con presencia en el área de consulados, donde los más sobresalientes son los insectos polinizadores. La *Crisoperla carnea* conocida como crisopa verde, la *Phytoseiulus persimilis* es un ácaro que depreda a la araña roja causante de plagas.

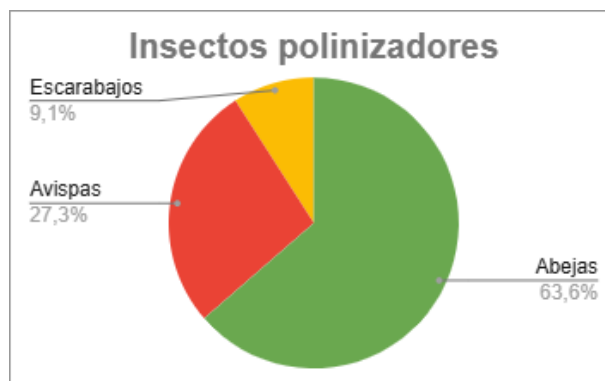
Insectos benéficos presentes en el área de consulados



¿Cuáles son los insectos polinizadores en las áreas de consulados?

Más de la mitad corresponden a diferentes especies de abejas, seguidas de las avispas y escarabajos.

Tipos de insectos polinizadores con presencia en el área de consulados



¿Dónde se han observado más las plagas?

Las plagas de acuerdo al personal de consulados, hay mayor presencia en los mega túneles.

Presencia de plagas en invernaderos y mega túneles en el área de consulados



¿Cuál es el equipo de protección que utilizan?

En la visita de campo se comprobó el uso de botas de todo el personal, los demás implementos de protección son utilizados en fumigación, aplicación de plaguicidas o herbicida.

Equipo de protección personal de los trabajadores del área de consulados



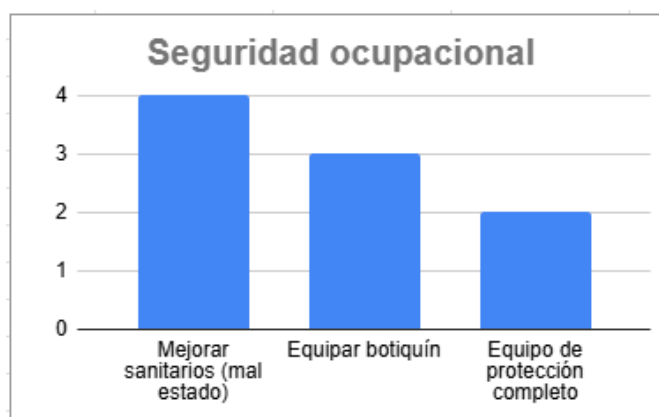
¿Qué medidas consideran de seguridad ocupacional y de gestión ambiental se necesitan en el área de consulados?

Esta pregunta es curiosa ya que ningún de todo el personal respondió esta pregunta, solamente el encargado de consulados indicando que se necesita una mejora a los servicios sanitarios ya que están en un mal estado, equipamiento del botiquín con medicinas para todo el personal de consulados, incluidos epesistas y estudiantes cuando lleguen a realizar práctica de sus módulos. Por último, la mejora de equipo de protección para cada trabajador. Una observación es la ausencia de un extinguidor visible como gestión de riesgo y seguridad del personal de consulados.

Una expresión del personal es que la comisión de salud y seguridad ocupacional no se ha presentado y en darle control y seguimiento al área de consulados.

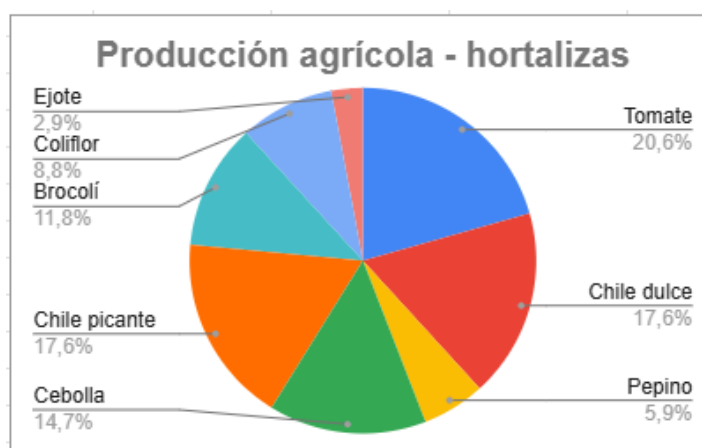
Salud y seguridad ocupacional son la implementación de pediluvios y maniluvios en la entrada de cada invernadero y megatúnel, idealmente en el lugar denominado antesala como medida de bioseguridad, desinfección y seguridad ocupacional para el personal.

Salud y seguridad ocupacional (SSO) del área de consulados



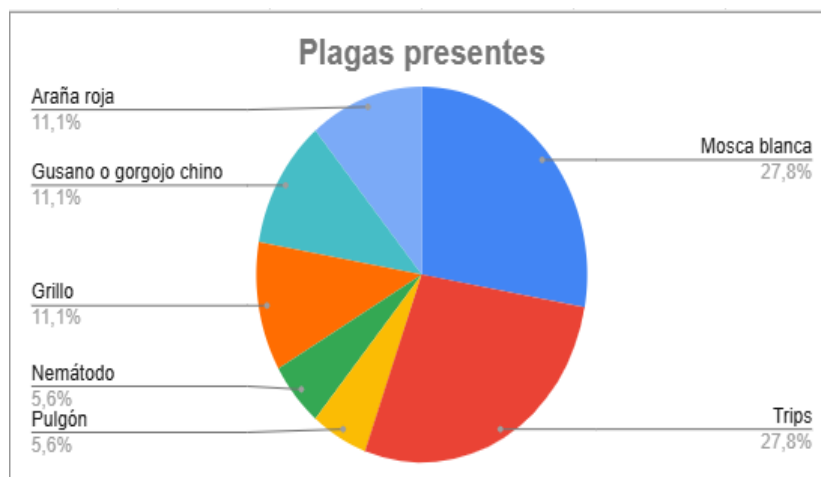
¿Cuál es la mayor producción de hortalizas en consulados?

Producción agrícola con hortalizas en el área de consulados



¿Mencione que tipos de plagas han reconocido en el área de consulados?

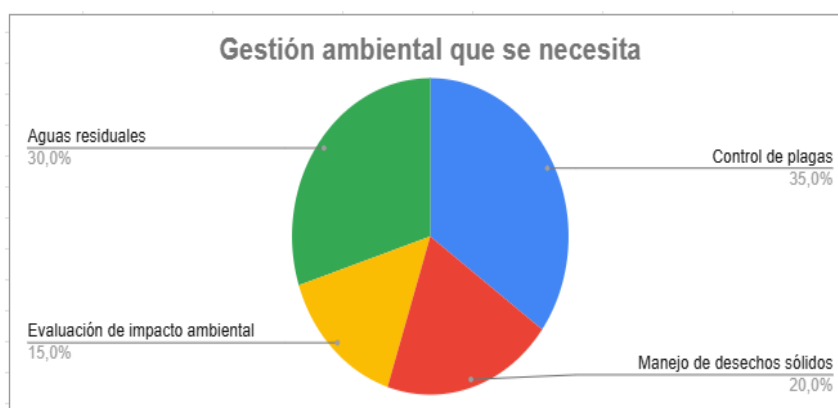
Tipos de plagas presentes en el área de consulados



¿Considera que se necesita investigación de gestión ambiental?

De las cuatro necesidades planteadas de gestión ambiental, las de mayor interés son el manejo de aguas residuales y el control de plagas, más el interés no refleja la necesidad en el manejo de los residuos y desechos sólidos, la cual se pudo verificar en campo la presencia dentro y fuera de los invernaderos y mega túneles; partiendo de una caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos comunes para tomar acciones en relación a la problemática ambiental.

Acciones que se necesitan de gestión ambiental en el área de consulados



Desechos sólidos dentro y fuera de invernaderos y mega túneles en el área de consulados.



En el uso del Mulch sus funciones son la conservación de la humedad, el fertilizante no se evapora (nitrógeno) y evita el crecimiento de maleza. Se recomienda que a cada dos cosechas se cambie la mulch, es decir cada dos cosechas se generan desechos sólidos plásticos, que existe una ausencia de cuantificación por cosechas y por invernaderos. La temperatura que acumula es de 37 a 40 °C si es de color gris, su estructura es de cada 20 centímetros se sitúa un gotero en la manguera que se sitúa en medio del surco.

Uso del mulch a campo abierto, invernaderos y mega túneles en el área de consulados



Resultados de plan de gestión y evaluación de impacto ambiental en el área de consulados de la Escuela Nacional Central de Agricultura

Análisis foda de gestión ambiental para el área de consulados



Matriz de priorización de problemas con las categorías urgente e importante

MATRIZ DE PRIORIDADES ÁREA DE CONSULADOS

	URGENTE	NO URGENTE
IMPORTANTE	• Reutilización de los residuos de la producción de carbón, para la producción agrícola. • Control de plagas con microorganismos e insectos benéficos. • Acumulación de plásticos, redes, plásticos en campo abierto, por lo tanto una cuantificación de residuos y desechos sólidos.	• Investigaciones en gestión ambiental: manejo de residuos y desechos, aguas residuales, etc. • Epesistas de gestión ambiental. • Mejorar las actividades de higiene en la entrada de los invernaderos y macrotúneles (pediluvio y maniluvio).
NO IMPORTANTE	• La recolección de envases es muy tardado y ya están llenos los contenedores. • -La comisión de salud y seguridad ocupacional tiene en el olvido el área de consulados. • El botiquín no cuenta con suficientes medicinas. • Se cuenta con poco personal.	• Distribuir y mejorar el equipo de protección personal para el personal. • Los vientos fuertes deterioran el techo de los invernaderos y magrotúneles. • Por la cercanía de poblados los robos de insumos y equipo dentro de los invernaderos.

Evaluación ambiental:

Para una evaluación ambiental se consultó el **Acuerdo ministerial 402-2021, el Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades** donde se dio el siguiente análisis preliminar:

De acuerdo al área de consulados que es una obra ya en operación con actividades propias a la producción agrícola de hortalizas en invernaderos y megatúneles, según el listado taxativo, se identifica en los siguientes sectores:

Sector 01 Agrícola

Subsector K.

Actividad de apoyo a la agricultura

Actividad No. 3 - Implementación de macrotúneles y sistemas de mallas.

Factor de impacto: área

Unidad de medida: hectárea 1.925

Sector 1. Agrícola

Subsector C - Hortalizas

Actividad 2. Siembra, producción y cosecha

En el área de consulados es la cebolla

Sector 1. Agrícola

Actividad 5. Cultivo de hortalizas tales como brócoli y coliflor

Actividad 6. Cultivo de hortalizas tales como chile, tomate.

Descripción del Proyecto: el proyecto consiste en un área destinada ya en operación destinada solamente a la producción agrícola de hortalizas en invernaderos y mega túneles, siendo un área de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Matriz de evaluación ambiental en fase de operación:

Matriz de evaluación ambiental en fase de operación del área de consulados

Fase de operación:

Actividades a Realizar	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Uso del servicio sanitario	Generación de aguas residuales domésticas	Contaminación del agua.
Actividades de descanso, comida, y de producción agrícola.	Generación de desechos sólidos domésticos.	Contaminación del suelo. Aumento de los residuos a disponer o manejar Presión por el uso sobre los recursos
Uso y consumo de agua por riego	Consumo de agua	Agotamiento del agua. Presión por consumo sobre el recurso agua Cambio hidrogeológico por obras subterráneas Mejoramiento de la calidad del agua
Cocinar, uso de luz para computadoras, máquina para repeler insectos eléctrico, etc.	Uso de agua y consumo de energía eléctrica	Riesgo al afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones
Cocinar	Consumo de gas (propano, natural, otros)	Riesgo que puede afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones

Movilidad, traslado de equipo e insumos, transporte de personal, por el uso de tractores, pick up, motos, etc	Uso y/o consumo de lubricantes, gasolina y derivados de hidrocarburos, con emisiones de polvo.	Interrupción temporal en vías de acceso, deterioro del paisaje y riesgo de accidentalidad humana Riesgo que puede afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones
Aplicación, control y seguimiento de cultivos de hortalizas.	Manejo y uso de plaguicidas y herbicidas	Contaminación del suelo, aumento de residuos, reducción de residuos peligrosos a manejar, daños en la vegetación y hábitat de la fauna

Matriz para el área de consulados:

Tomando los siguientes aspectos en cuenta:

Probabilidad

Baja 1 No existe la posibilidad o hay una posibilidad muy remota de que suceda.

Media 5 Existe una posibilidad bastante certera de que suceda, es considerablemente cierta.

Alta 10 Es muy posible que suceda en cualquier momento.

Duración

Breve 1 Cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo, y dura un lapso de tiempo muy pequeño.

Temporal 5 Cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo, pero dura un lapso de tiempo moderado.

Permanente 10 Cuando se supone una alteración indefinida en el tiempo.

Alcance

Puntual 1 El Efecto o Impacto queda confinado dentro del área de influencia.

Local 5 Trasciende los límites del área de influencia (afecta a un curso superficial o subterráneo de agua, la atmósfera, el suelo, genera un residuo especial peligros.

Regional 10 Tiene consecuencias a nivel regional.

Recuperabilidad

Reversible 1 Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a la recuperación de los recursos afectados.

Recuperable 5 Se puede disminuir el efecto por medio de medidas de control (recuperar, reutilizar en el proceso), hasta un estándar determinado.

Irrecuperable 10 Los recursos afectados no se pueden retornar a las condiciones originales

Cantidad

Baja 1 Alteración mínima del factor o característica ambiental considerada. No existe ningún potencial de riesgo sobre el medio ambiente.

Moderada 5 Cuando se presenta una alteración moderada del factor o característica ambiental considerada. Tiene un potencial de riesgo medio e impactos limitados sobre el medio ambiente.

Alta 10 Se asocia a destrucción o restauración del medio ambiente o sus características, con repercusiones futuras de importancia.

Requisito legal

No tiene 1: Tiene requisito legal asociado.

Tiene 10: Tiene requisito legal asociado.

Total

Resultado de la multiplicación de la probabilidad por la duración por el alcance por la recuperabilidad por la cantidad por el requisito legal.

Evaluación de la matriz de valoración de aspectos ambientales:

Menor a 25000	Bajo	Hacer seguimiento al desempeño ambiental
25000 a 125000	Medio	Revisar el control operacional
Mayor a 125000	Alto	Establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento

Matriz para la identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales para el área de consulados de la Escuela Nacional Central de Agricultura

Identificación de aspecto ambiental				Valoración de impacto ambiental							
Lugar	Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Probabilidad	Duración	Alcance	Recuperabilidad	Cantidad	Requisito legal	Total	Interpretación
Consulados - ENCA	Uso del servicio sanitario y área de comedor de trabajadores	Generación de aguas residuales domésticas	Contaminación del agua.	10	10	5	5	10	10	250000	Media
Consulados - ENCA	Actividades de descanso, comida, y de producción agrícola.	Generación de desechos sólidos domésticos.	Contaminación del suelo, aumento de residuos y presión de recursos	10	10	5	5	10	10	250000	Media
Consulados - ENCA	Uso y consumo de agua por riego	Consumo de agua	Agotamiento del agua, presión y cambio hidrogeológico	10	10	10	10	5	10	500000	Alto
Consulados - ENCA	Uso de luz para computadoras, máquina para repeler insectos eléctrico, etc.	Uso de agua y consumo de energía eléctrica	Riesgo al afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones	1	1	1	1	1	10	10	Bajo
Consulados - ENCA	Cocinar	Consumo de gas (propano, natural, otros)	Riesgo que puede afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones	5	5	1	1	1	1	25	Bajo
Consulados - ENCA	Movilidad, traslado de equipo e insumos, transporte de personal, etc.	Uso y/o consumo de lubricantes, gasolina y derivados de hidrocarburos, con emisiones de polvo.	Interrupción temporal en vías de acceso, deterioro del paisaje y riesgo de accidentalidad humana	1	10	1	1	1	10	100	Bajo
Consulados - ENCA	Aplicación, control y seguimiento de cultivos de hortalizas.	Manejo y uso de plaguicidas y herbicidas	Riesgo que puede afectar a las personas, el ambiente y/o las instalaciones	10	10	5	10	10	10	500000	Alto

En base a la matriz de aspectos e impactos ambientales en la categoría de alto impacto ambiental en el uso y consumo de agua por riego, siendo su aspecto ambiental el consumo de agua y su impacto el agotamiento del agua, presión y cambio hidrogeológico (aguas subterráneas), provocando contaminación del recurso de agua, suelo y biodiversidad (flora y fauna); también la aplicación, control y seguimiento de cultivos de hortalizas, el aspecto ambiental es el manejo y uso de plaguicidas y herbicidas con su impacto ambiental el riesgo que puede llegar en corto y largo plazo afectar a las personas y el ambiente. Es decir, tomar acciones en estas dos actividades, tomando en cuenta los tipos de riego, cantidad, la red hidráulica, la ingeniería sanitaria, reglamento de aguas residuales 2-36.

Aplicar alternativas en las diferentes hortalizas en el sentido de disminuir el uso de agroquímicos, cuidando la producción y el ambiente. Más allá de producir hay un recurso suelo que se le da un uso intensivo, el recurso agua tanto superficial y subterránea. Se recomienda un estudio de gestión de riesgo, pozos y agua subterránea, así como un estudio geológico en el área de consulados.

Matriz de mitigación para el área de consulados

Sistema ambiental	Descripción	Impacto ambiental	Medidas establecidas	Tiempo de ejecución	Indicador de desempeño	Síntesis de compromiso ambiental	Responsable
Sistema atmosférico	Generación de partículas de polvo en el camino cuando hay vehículo	Contaminación atmosférica	Humedecer áreas de polvo con pipas de agua	Permanente durante exista generación de polvo	Cantidad de agua o pipas	Reducción de polvo	Personal de consulados
Sistema edáfico	Remoción de tierras por construcciones y remodelaciones en invernaderos y megatúneles	Disminución de la capacidad del uso del suelo	Destinar un área para jardinería por atracción de polinizadores	Permanente	Área en metros cuadrados destinada para jardín	Área verde de descanso, atracción, paisaje.	Encargado y personal de consulados, jardineros de la ENCA.
Sistema hídrico	Generación de aguas residuales y desechos	Contaminación hídrica	Uso óptimo del agua y manejo adecuado mediante un plan establecido	Permanente	Mediciones de caudales y cumplimiento del reglamento 2-36 de aguas residuales.	Utilización del agua de forma eficiente, con trampas de grasa, biodigestor y pozos.	Personal, encargado de consulados, comisión de salud y seguridad ocupacional, arquitectos de la ENCA, consultores de gestión ambiental
Sistema biodiversidad	Remoción de cobertura vegetal y microfauna	Disminución de recursos naturales y biodiversidad	Creación de áreas verdes	Permanente	Inventarios de especies forestales, aves, insectos, flora, monitoreos biológicos.	Restauración y equilibrio ecológico.	Consultorías de biólogos
Sistema socioeconómico	Generación de empleos	Desarrollo socioeconómico	Más contratos de personal con condiciones óptimas	Esporádico y permanente	Mejora de calidad de vida de los empleados	Aporte del desarrollo sostenible de la comunidad	Dirección y consejo directivo de la ENCA.

Matriz de monitoreo para el área de consulados

Sistema ambiental	Descripción	Impacto ambiental	Medidas establecidas	Tiempo de ejecución	Indicador de monitoreo	Frecuencia de monitoreo	Tipo de análisis	Responsable
Sistema atmosférico	Generación de partículas de polvo en el camino cuando hay vehículo	Contaminación atmosférica	Humedecer áreas de polvo con pipas de agua	Permanente durante exista generación de polvo	Numero de pipas, volumen de agua utilizada, toneles, etc.	Diario	No aplica	Personal de consulados
Sistema edáfico	Remoción de tierras por construcciones y remodelaciones en invernaderos y megatúneles	Disminución de la capacidad del uso del suelo	Destinar un área para jardinería por atracción de polinizadores	Permanente	Observación de calidad y diversidad de especies polinizadoras	Mensual	Fotografías, medición de capacidad de infiltración y % de materia orgánica del suelo	Personal de consulados, encargado, consultores, biólogos.
Sistema hídrico	Generación de aguas residuales y desechos	Contaminación hídrica	Uso óptimo del agua y manejo adecuado mediante un plan establecido	Permanente	Cumplimiento de reglamento 2-36 de aguas residuales	Semanal, mensual y trimestral.	Medición de caudal y calidad de agua.	Personal, encargado, consultores.
Sistema biodiversidad	Remoción de cobertura vegetal y microfauna	Disminución de recursos naturales y biodiversidad	Creación de áreas verdes	Permanente	Número de jardinerías, inventario de flores e insectos.	Semestral	Fotografías, informes mensuales	Personal, encargado, consultores.
Sistema socioeconómico	Generación de empleos	Desarrollo socioeconómico	Más contratos de personal con condiciones óptimas	Esporádico y permanente	Número de personal	mensual	Inspección de planillas y contratos	Auditorías, recursos humanos, encargado de consulados.

Apoyo en la cosecha de tilapia en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA

A manera introductoria en Guatemala los productos hidrobiológicos que se trabaja son en tilapia, trucha, camarón y ornamentales (peces de mascotas). En la visita a la Finca Las Ninfas se centró en la cosecha de tilapia en la Finca Las Ninfas, iniciando con un recorrido por las bodegas 3 y 4 para conocer de cerca los insumos para la producción de tilapia, un recorrido a los estanques (actualmente existen 14, 6 operativos y 3 con cosecha) y a la granja de pollos. Dando un contexto actual de las actividades realizadas por el personal de la Finca (encargado y dos trabajadores). Dentro de los materiales usados para la producción, descame y cosecha utilizados están: atarraya para cosecha comúnmente

llamado “artes de pesca” dentro de su ventaja es la manipulación desde fuera del estanque, generalmente se hacen de dos a tres arrastres por atarraya luego se seleccionan las más grandes y se devuelven las pequeñas; trasmallo para cosecha (menos utilizada), botas de hule si es necesario de entrar al estanque a seleccionar individuos, guantes de cuero para la manipulación de tilapia (para evitar lastimarse con las escamas) en la selección de las mayores, gabacha y/o chaleco, sombrero, descamador, varias cubetas y/o recipientes para guardar escamas, vísceras y las tilapias previo y después de tratadas, agua, cuchillo, balanza, refrigerador, concentrado, entre otros.

Una observación hecha durante el apoyo es que las tilapias hembras por la manipulación y el estrés durante el arrastre, el calor y la temperatura elevada de la geomembrana expulsan sus huevos. Es por ello que la mejor hora de cosecha es a primera hora para evitar que la geomembrana esté con una temperatura muy elevada y estresa a las tilapias. La manipulación luego de la cosecha se trabaja en el área de procesamiento en la cual se hace el faenado de las tilapias, llevando los siguientes pasos:

1. Faenado “sacrificio”: hay varias formas para hacer el faenado entre ellos está por choque eléctrico, shock térmico (agua con hielo), asfixiar y el que menos se recomienda es por los cortes ya que este reduce el mercado. Lo que más se usa en Las Ninfas es el hecho de dejarlas fuera del agua un tiempo y por asfixia mueren.
2. Descamación: al momento de descamar se moja la tilapia para humedecer y facilitar el proceso.
3. Corte transversal del cuerpo luego que el individuo ya esté muerto.
4. Sacado de vísceras por medio de un corte transversal en la parte inferior; la cual comprende intestinos, estómago, vesícula biliar (color verde es signo de buen estado del individuo), aparato reproductor, huevos (si es hembra), hígado.
5. Lavado: luego de haber sacado las vísceras se lava la tilapia, por dentro y fuera.
6. Congelamiento: se lleva a un congelador para su posterior traslado al centro de acopio “Encamarket” y para consumo interno en el área de cocina.

Concentrado: de la marca Areca se le dan cuatro tipos de concentrado a las tilapias, estas varían de acuerdo al porcentaje de proteína (45 %, 38 %, 32% y 28%). Se le dan tres veces alimento a los individuos grandes siendo las horas 9:00 am, 11:00 am y 3:00 pm; y a las más pequeñas se le da 7 veces al día.

La producción de tilapia es un sistema extensivo, es decir no se mide en densidad sino en carga en kg/m³. Se lleva un control con la fecha de ingreso al estanque, número de peces que ingresaron al estanque, edad, fecha semanal, consumo de alimento (lb), mortalidad diaria, entre otros. Una recomendación es el uso de cofia o redcilla cuando

se manipulan las tilapias en la preparación y traslado para la venta comercial y consumo interno en la Escuela.

Apoyo en la cosecha de tilapia en La Finca Las Ninfas, Amatlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.



Pollos: en la granja de pollos están seccionados en tres galpones: 1) pollos pequeños, 2) medianos y 3) los mayores. En cada galpón hay 500 es decir, hay un total de 1500 pollos. Tienen alimentadores y bebederos manuales y automáticos es decir si este se acaba el agua contenida se llena automáticamente. A los más pequeños se les tiene focos de luz para que tengan temperatura adecuada. Todos están destinados para ser pollos de engorde para consumo en la Escuela Nacional Central de Agricultura, se les da concentrado comprado y concentrado formulado en la cual el encargado es el médico veterinario del área de producción animal. Con fines prácticos y por el escaso personal de la Finca Las Ninfas, se le da concentrado comprado a los pollos.

Bibliografía General

Acuerdo Gubernativo 236 - 2006. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN.

Barreno, V. (2021). *Situación actual y manejo de los aceites de cocina en los restaurantes del municipio de Panajachel, Sololá, Guatemala*. Maestría en artes en Ingeniería para el desarrollo municipal. Escuela de estudios de postgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt>

Bustamante, L. (2015). Comparación de la calidad del ensilaje químico y biológico proveniente de subproductos de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Trabajo de Graduación. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-. Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. Obtenido de: <https://biblos.usac.edu.gt/opac/query?&mode=advanced&field1=encabezamiento&value1=%20%20%20%20%20%20%20%20RESIDUOS%20ANIMALES%20COMO%20ALIMENTO%20PARA%20ANIMALES>

CEPAL (2016). *Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Manuales de la CEPAL. Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile. Naciones Unidas. Obtenido <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>

Comités Técnicos de Normalización y de Reglamentación Técnica. (2009). *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos, 9.0 Grupo de Alimento: Pescado, derivados y productos marinos: 9.1 Subgrupo del alimento: Pescado y productos marinos frescos, congelados, incluidos moluscos, crustáceo y equinodermos, empacados*. [en línea]. Recuperado agosto 19, 2013, de <http://portal.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/NuevoRenovacion%20RegistroSanitario/2013/RTCA%20Criterios%20Microbiol%C3%B3gicos.PDF>

Díaz, C. (2020). Utilización de papa (*Solanum tuberosum*) como aditivo energético para la elaboración de ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*). Consorcio regional de investigación agropecuaria -CRIA-. Centro Universitario Noroccidente.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en:
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones>

ENCA (2024). Memoria de labores 2024. Escuela Nacional Central de Agricultura. Obtenido de: <https://www.enca.edu.gt/informacion-publica-2024/>

ENCA (2018). Manual de organización y funciones 2018. Escuela Nacional Central de Agricultura. Obtenido de:
<https://www.enca.edu.gt/informacion-publica-2024/>

ENCA (2022). *Política de Investigación de la ENCA 2022-2025. Agenda de Investigación Agropecuaria y Forestal 2022-2025*. Guía de procedimientos para la investigación de la ENCA. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

Fernández, D. (2024). *Evaluación de la producción de carbón vegetal obtenido en hornos de ladrillo, de dos especies forestales (Quercus purulhana Trel.) y (Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.)* En la Finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, C. A. Disponible en:
<http://fausac.usac.edu.gt>

Fuentes, E. (2015). *Descripción de dinámica de absorción nutrimental en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L. híbrido Diomede), bajo condiciones de invernadero en el centro experimental docente de la facultad de Agronomía (CEDA), Guatemala. C.A.*
 Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt>

García, P. (2011). *“Elaboración de ensilado de pescado de la fauna de acompañamiento de la pesca artesanal del litoral pacífico de Guatemala usando diferentes medios para su acidificación”*. Escuela de Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2901/>

González, M. (2018). *Evaluación del ensilado químico de residuos de tilapia en dietas de engorde de pollos*. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis>

González, M. (2024). *Evaluación de doce dietas alimenticias en el desarrollo de la biomasa, de lombriz de coqueta roja (Eisenia foetida Savigny)*. Diagnóstico y servicios realizados en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de:

http://cedia.fausac.usac.edu.gt/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=Marlon+Gonz%C3%A1lez+&branch_group_limit=branch%3ACEDIA

Henreaux, J. (2012). *Efecto del biocarbón combinado con fertilizantes orgánicos y microorganismos benéficos sobre el desarrollo, productividad y resistencia de las plantas, Turrialba, Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado. Tesis de Maestría en Agricultura Ecológica. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4889>

Hernández, L. (1988). *Los ensilados y su aplicación en la alimentación porcina: estudio recapitulativo*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en:

https://repositorio.unam.mx/contenidos/los-ensilados-y-su-aplicacion-en-la-alimentacion-porcina-estudio-recapitulativo-3440642?c=5xXWJn&d=true&q=*&i=4&v=1&t=search_0&as=0

ICTA, (2000). *Conservación de forrajes*. Subárea de producción animal, Área de productos alimenticios. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA. Obtenido de:

<http://www.icta.gob.gt/publicaciones>

Inglés, J. (2021). *Caracterización, cuantificación y propuesta de un plan de manejo de residuos y desechos sólidos para las áreas de producción de hortalizas y vivero forestal, centro de ventas, diagnóstico y servicios en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-*. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de:

<http://cedia.fausac.usac.edu.gt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12936>

MARN (2021). *Acuerdo Gubernativo 164-2021. Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Obtenido de:

<https://www.marn.gob.gt/reglamento-164-2021/>

MARN (2019). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Departamento para el Manejo de los Residuos y los Desechos Sólidos. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN. Obtenido de: https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/guia-para-elaborar-estudios-de-caracterizacion-de-residuos-solidos-comunes/

MARN (2023). *Guía de tipificación iconográfica de los residuos y desechos sólidos comunes*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-. Obtenido de: https://www.marn.gob.gt/wpfd_file/guia-de-tipificacion-iconografica-de-los-residuos-y-desechos-solidos-comunes-ministerio-de-ambiente-y-recursos-naturales-guatemala-2023/

Soto, G., Chin, J., Chinchilla, C. Pérez, M. (2023). *Manual del biocarbón para una agricultura sostenible*. Experiencias en Costa Rica. Centro de Investigación en Contaminación Ambiental. Universidad de Costa Rica. Obtenido de: <https://cica.ucr.ac.cr>

Rivera, J. (2008). *Aporte a las actividades de la unidad técnica técnica agrícola municipal, Municipalidad de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango*. Trabajo de Graduación. EPS. Área Integrada. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <https://biblos.usac.edu.gt/opac/record/552188?&mode=advanced&query=@field1=encabezamiento@value1=%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20IMPACTO%20%20%20%20%20%20%20%20%20AMBIENTAL&recnum=39>

Rodriguez, J. (2023). *Análisis de generación de desechos sólidos en Guatemala*. Edición 252. RARN. Manera de Ver. Disponible en: <https://ipn.usac.edu.gt>

Valladares, R. (2023). *Manejo de desechos sólidos*. Colección Metropolitanas. Vol. I. Servicios Urbanos. Centro de Estudio Urbanos y Regionales -CEUR-. Universidad de San Carlos de Guatemala.

<https://www.maga.gob.gt/sitios/visar/laboratorio-de-sanidad-animal/>

Anexos generales

Matriz de evaluación de actores del manejo de residuos y desechos sólidos de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Actor	Participación directa	Capacidad de cambio	Incidencia
Estudiantes	XXX	XXX	XXX
Docentes	X	XXX	XXX
Personal administrativo	X	XX	X
Personal de servicios	XXX	XX	XX
Personal de manejo de desechos	XXX	XXX	XXX
Ventas y negocios (la cabaña, centro de acopio)	X	XX	XXX
Cocina y comedor	XX	X	XXX
Personal de las Fincas (Ninfas y Montañita)	XXX	XX	XXX
Producción animal	XX	XX	XXX
Sección de investigación	XXX	XXX	XXX
Vida estudiantil (madrinas, padrinos y jefatura)	XXX	XX	XXX
Epesistas, pasantes, practicantes.	XX	XXX	XX
Dirección y consejo directivo	XXX	XXX	XXX
Vivero forestal	XXX	XXX	XXX
Área de consulados	XXX	XXX	XXX
Sección de planificación	XXX	XX	XXX

Los actores de la matriz fueron los que de alguna manera tuvieron contacto con algún trámite, acción o actividad. No refleja todas las áreas de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Dentro del plan de manejo de residuos y desechos sólidos de la Escuela Nacional Central de Agricultura, es necesario contemplar un plan de gestión de riesgos, para este caso se realizó una matriz de marco lógico:

Plan de gestión de riesgos con énfasis en susceptibilidad a deslizamientos y sismicidad.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Plan de mitigación, prevención y respuesta ante una emergencia en torno a deslizamientos y sismicidad, los factores con los que la Escuela tiene mayor susceptibilidad.	-Creación e implementación de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT). -Monitoreo (Conjunto de acciones para establecer el comportamiento de una amenaza). -Valores de dinámica de precipitaciones mensuales -Los encargados deben ser las comisiones de salud y seguridad ocupacional y planificación institucional	-Creación de mapas en SIG -Informes de análisis de susceptibilidad a deslizamientos y sismicidad. -Listados de asistencia a cursos, fotos -Facturas de compra de insumos -Informes de avances. -Informes y fotos de Comred, conred de evaluación de daños de sismos.	La ocurrencia y la intensidad de las alteraciones
Propósito	Reducir la vulnerabilidad, causas y los efectos de los riesgos.	Permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en qué tiempo y espacio, una amenaza o evento adverso de tipo natural o	-La cuantificación de calidad y cantidad de avances del plan de gestión de riesgos. -Respaldo para gestionar financiamiento para el plan.	-Aumentar la vulnerabilidad. -Aumento de causas de deslizamientos. - Desinterés institucional ante el plan.

		generado por la actividad humana.		-Poco presupuesto.
Componentes	-Deslizamientos por precipitación de riesgo a sismicidad -Cultura de prevención de desastres.	Factores de susceptibilidad para el análisis de amenaza a deslizamientos de tierras.: relieve, litología y humedad del suelo. -Prevención: acciones cuyo objeto es evitar que sucesos naturales o generados por la actividad humana, causen desastres. -La mitigación: resultado de una intervención dirigida a reducir riesgos.		
Actividades	-Cursos sobre Riesgos, amenazas, vulnerabilidades, emergencias, tipo (personal de la ENCA, área de seguridad ocupacional, sistema de gestión integrado, personal de servicios).			

	-Simulacros de sismicidad -Señalización sobre puntos de refugio en caso de sismos. -Estudio Técnico-Ambiental - Estudio Financiero. - Creación de comisión sobre gestión de riesgos.			
--	---	--	--	--

PROYECTO A LA LARGO PLAZO

Proyecto: Implementación de un relleno sanitario en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

Objetivo: reducir la contaminación y para el manejo adecuado de los residuos sólidos

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Manejo adecuado para la gestión integral de residuos y desechos sólidos	Reciclaje de residuos sólidos en un 50 % en la ENCA en 5 años. Reducción de desechos en todas las áreas en el 1er año. Incentivos para aumentar la participación estudiantil, un 45 % durante el primer año.	Caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos de cada área. Evaluación de impacto ambiental para el relleno - EIA-. % de acceso al servicio de recolección de basura Listado de asistencia de talleres sobre manejo de residuos. Licencias para consultores ambientales	-Riesgo al no usar cementos impermeabilizantes. -Creación de plazas para trabajo a nivel operativo y administrativo. -Deficiente y mejor administración --Riesgo de un deficiente control operativo.

			Certificados ambientales, como normas ISO 9001 y 14001. Instrumentos ambientales, diagnóstico ambiental, para proyectos, obras, industrias, evaluación de impacto social y plan de gestión ambiental. -Auditorías ambientales -Licencias de transporte, de camiones de transporte pesado, etc. -) Los TDR's específicos del Departamento para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos.	
Propósito	Implementación de programas para inversiones	-Reducción de un 50 % de la contaminación por desechos en cada área en 3 años. -Participación de un 60 % o más de participación de personal de la escuela, en el 1er año	-Informes mensuales sobre avances de construcción	-Se reduce la cantidad de residuos y desechos sólidos en la parte central de la escuela. -Se reduce la cantidad de pago por el servicio público del tren de aseo. -Se fortalece la educación ambiental sobre el manejo de desechos sólidos.

Componentes	-Establecer normas acordes a la separación y clasificación de desechos y residuos, de acuerdo al reglamento para la gestión integral de residuos y desechos 164-2021 -Equipo de protección y seguridad ocupacional	-Actualmente un 40 % del personal de la escuela clasificar sus desechos. - El 80 % de las autoridades le dan importancia e inversión al proyecto. -El 70 % del proyecto está contemplado dentro de un Plan de Gestión de Riesgos.	-Cronograma de actividades. -Visitas de Campo - Informes mensuales -Del terreno: movimiento de tierras (excavación, cortes de terreno, rellenos, acopio y traslado, incluye conformación de taludes y muros), según listado taxativo en el sector 10 de infraestructura, construcción. -Tratamiento y eliminación de desechos; recuperación de materiales: Proyectos de gestión integral de residuos y desechos sólidos (comprende todas las etapas de manejo desde limpieza de áreas públicas, recolección y transporte de residuos y desechos, centros de transferencia, planta de selección y clasificación de residuos y/o acopio, planta de reciclaje, planta de tratamiento, planta	-Se cuenta con insumos para los trabajadores del vertedero y en tratamiento de disposición final. -Se cuenta con equipo de protección de bioseguridad.
-------------	---	---	--	---

			de compostaje y relleno sanitario), según listado taxativo.	
Actividades	-Fortalecimiento institucional con UGAM de la Muni Villa Nueva, Bomberos, AMSA, ONG'S ambientalistas y actores clave como Cocodes, líderes comunitarios, comisiones de manejo de desechos ante el PDM-OT. - Programa de reutilización y reciclaje de los derivados de desechos sólidos. - Participación estudiantil. - Capacitación de clasificación no	-Talleres ISO 9001 de Sistemas de Gestión de Calidad e ISO 14001 sobre Sistemas de Gestión Ambiental. -Talleres para producción y reutilización con enfoque ecológico y reciclaje. - Promover la cooperación pública- privada, para intercambio de experiencias sobre tratados de desechos sólidos con éxito	-Facturas de costos de materiales, equipo. -Voucher de pago vía digital o impreso. -Recibos de compra. -Boletas de gastos realizados. -Tickets de transporte y/o gasolina de personal técnico.	Talleres sobre manejo integral de desechos sólidos, con poca afluencia estudiantil.

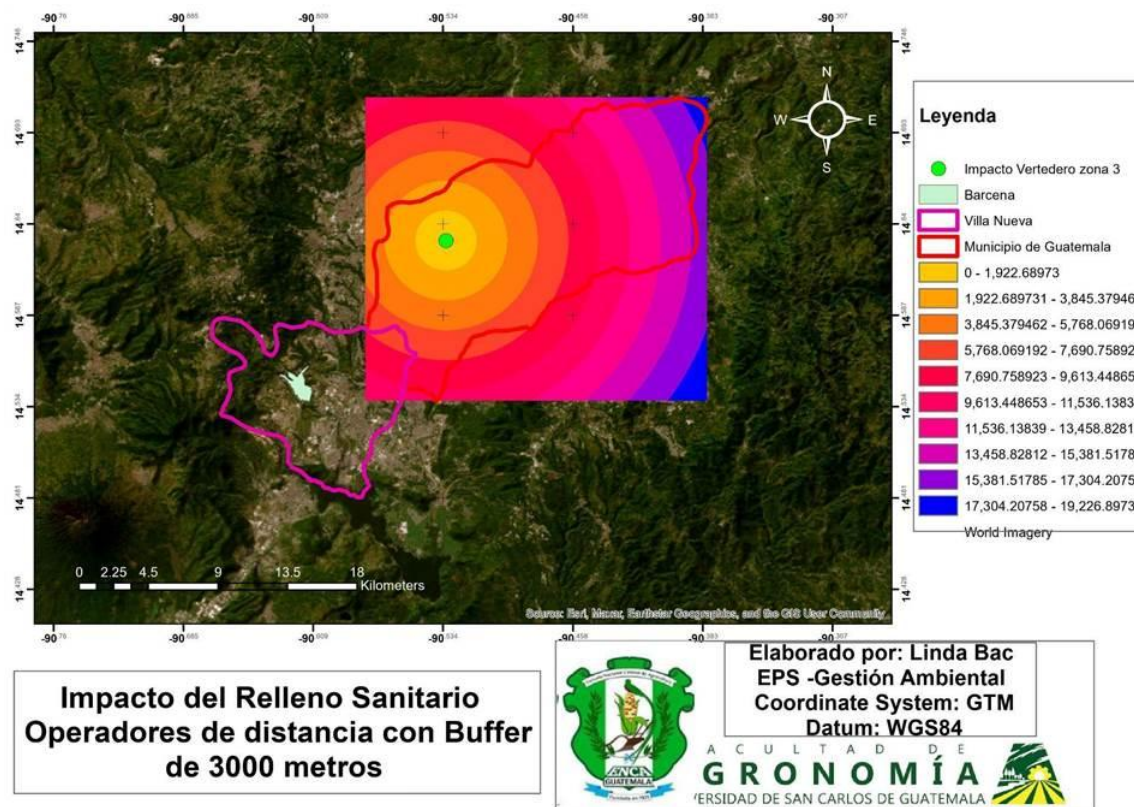
	solo a la población, sino al personal de recolección y personal de servicios de la escuela.			
--	---	--	--	--

Operador de distancia de impacto de un relleno sanitario

Los operadores de distancia en un Sistema de Información Geográfica permiten evaluar desde un punto definido a qué distancia se encuentran diferentes aspectos de interés en un área geográfica, los registros se pueden dar en metros y convertirlos a kilómetros. La Distancia euclidiana: es el resultado del cálculo en el cual se obtiene la distancia lineal de cada centroide de pixel del ráster a un origen previamente calculado; el algoritmo que calcula la distancia euclidiana evalúa la distancia entre dos centroides de pixel de un ráster donde el primer centroide es el origen y el segundo centroide corresponde al centroide de los píxeles circundantes. En el presente ejercicio se podrá practicar el análisis del impacto ambiental a través de una evaluación de vulnerabilidad por distancia hacia un relleno sanitario.

A manera de previa se hace una comparación con el sitio de disposición final, comúnmente llamado vertedero en la ciudad de Guatemala, para entender posteriormente en la ENCA.

A continuación, se presentan mapas de la visualización de impacto de un relleno sanitario ya existente, en la ciudad de Guatemala, zona 3. En la periferia se ve el efecto con 2000 metros en la periferia, mientras más cerca del relleno (punto verde) es más el impacto. Estos análisis se realizan con las herramientas Distance Eucladian en ArcGis 10.8



La recomendación a futuro realizar este mismo ejercicio con el vertedero de AMSA del km 22 y poder identificar un sitio ideal en base a los siguientes criterios de selección, dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Resumen de criterios de Selección:

Criterio de selección	Clasificación	Calificación
Pendiente	0 – 30 % menor a 30	óptima no óptima
Cuerpos de agua	Mayor a 200 m Menor a 200 m	óptima no óptima
Poblados, zona urbana y rural	Mayor a 500 m Menor a 500 m	óptima no óptima
Vías	Menor a 500 m Mayor a 500 m	Óptima No óptima
Uso del Suelo	Bosque Cuerpo de agua Otras tierras Tierra agropecuaria Vegetación arbustiva	No óptima No óptima Optima Optima No óptima
Aeropuertos	Mayor a 13 km Menor a 13 km	Óptima No óptima
Permeabilidad	Arenoso Arcilloso (Suelos francos (textura moderadamente fina)	No óptimo Óptimo
Fallas Geológicas	500 m de distancia	No óptimo
Áreas Protegidas	Cercano	No óptimo
Zonas Estables	Colinas muy bajas, pendientes menores a 30 %, suelo con textura arcillosa	Óptimo
Uso de la Tierra (Mapa de Land Cover).	Nivel 1: Territorio Artificializados - Nivel 2: Minas, escombreras y zonas en Construcción Nivel 3: Escombreras, vertederos o rellenos sanitarios y plantas de tratamiento	Óptimo

