ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS

INFORME DE AVANCES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL MES DE JUNIO EN LA SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

Convenio Número 02-2025 de Subvención

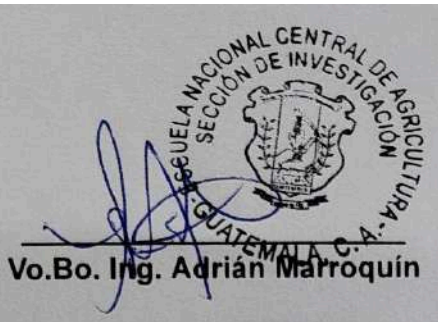
Acuerdo 03-2018 Consejo Directivo ENCA

Oficio de Autorización de Dirección ref. D. 126-2025

Linda Ixchel Bac Cojtí

Estudiante de Ejercicio Profesional Supervisado EPS

Barcena, Villa Nueva, Junio 2025



Vo.Bo. Ing. Adrián Marroquín

Sección de Investigación

Vo. Bo. Jorge Escobar

Subdirector ENCA

Linda Ixchel Bac Cojtí

Estudiante de EPS

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe de actividades corresponde al cuarto mes del ejercicio profesional supervisado, la cual es junio, 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.

Dentro de las actividades realizadas dentro del primer mes corresponden en su mayoría en la generación de propuestas de servicios, presentaciones y socialización de propuestas de los servicios que se realizarán tanto en la ENCA, así como en la Finca La Montañita y la Finca Las Ninfas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Describir las actividades realizadas durante el mes de junio en la Sección de Investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

2.2 Objetivos Específicos:

- Documentar todo el proceso de ensilaje desde la cosecha de tilapia, la recolección de residuos orgánicos y la fermentación láctica.

- Cuantificar los residuos derivados de la producción de carbón de la ENCA.

- Obtener la densidad y volumen de los desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

- Apoyar en las actividades de cosecha de tilapia, pollos de engorde en la Finca Las Ninfas, de la ENCA.

- Determinar los resultados finales de la caracterización y cuantificación de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA 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).

4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

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.

Figura No. 1

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

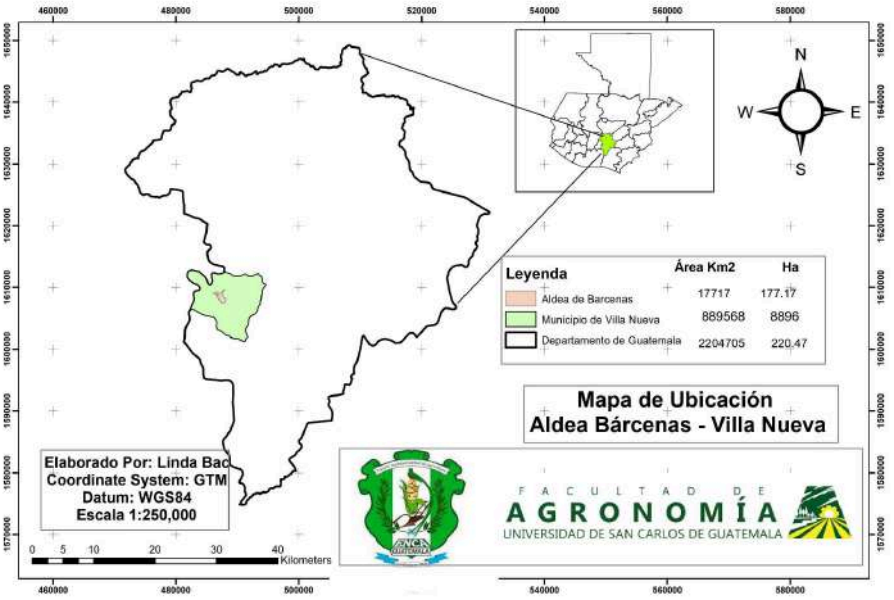
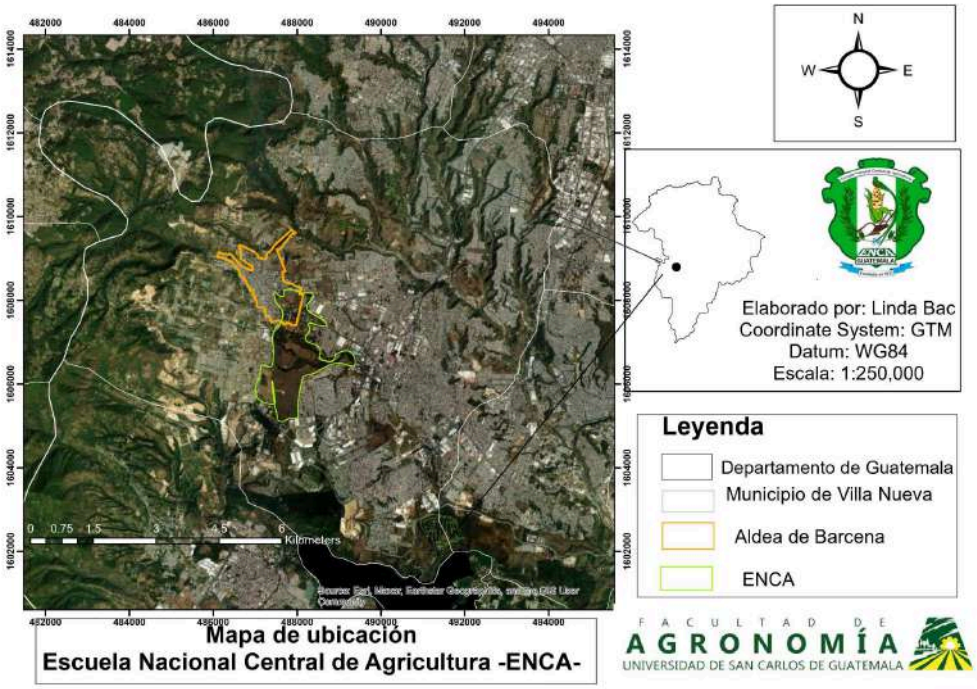


Figura No. 2

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



5. ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS

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

Cuadro No. 1

Problemas observados en el manejo y uso del sitio de disposición temporal de la ENCA.

Ausencia de señalética y sistema de ventilación del lugar.	La ausencia de luz eléctrica interna, incluso de día, dificulta la manipulación de desechos.	Agua residual estancada cercana lo que causa acumulación de malos olores.	Acumulación de contenedores sin uso, quebrados, etc.
Equipo e insumos de desinfección y limpieza deficiente y sin el uso constante.	En las afueras siempre hay desechos que no son llevados por el tren de aseo, lo que provoca mala estética.	Los desechos sanitarios están destapados, en su mayoría contenedores son toneles sin tapadera.	Existen costales que se lo lleva el tren de aseo y se les puede dar un reuso en otra área.
Lixiviados por la acumulación de desechos y residuos.	Alcantarilla del portón de entrada y alrededores con desechos sólidos.	Alcantarilla del portón quebrada sin mantenimiento, lavado, etc.	Los recipientes plásticos de residuos de comida están quebrados provocando que lleguen al suelo.

5.2 Prueba de densidad y volumen de los residuos y sólidos del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

El procedimiento realizado se describe a continuación: se determinó el volumen del tonel utilizado y el peso del mismo lleno de material, aplicando la siguiente fórmula:

Figura No. 3

Fórmula de densidad aplicado un tonel del sitio de disposición temporal

Ilustración 4. Prueba de densidad de los residuos y desechos sólidos con base al volumen de un tonel. Imagen elaborada con base a la Hoja de Trabajo HDT-CEPIS No.97 por la Unidad de Relaciones Públicas y Protocolo 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 cm

Volumen (V) = 0.2544696 m3

Cuadro No. 2

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 kg por tonel	Cada cubeta con RO pesa 10 kg 10 * 10 = 100 kg por tonel	Cada cubeta con RC pesa 12 kg 12 * 10 = 120 kg por tonel
Densidad 40 kg / 0.2544696 m3 158 kg / m3	**Densidad** 100 kg / 0.2544696 m3 184 kg / m3	**Densidad** 120 kg / 0.544696 m3 220.3 kg / m3

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

RO: residuos orgánicos

RC: residuos de comida

DS: desechos sólidos

Después de mezclar los residuos y desechos sólidos antes de un cuarteo, se llenó el tonel hasta el borde sin compactar su contenido. Una vez lleno, se golpeó el recipiente contra el suelo tres veces desde una altura de 10 cm para asentar los residuos y desechos sólidos. Luego, se agregaron más residuos y desechos sólidos hasta alcanzar la capacidad total del tonel, cuidando de no presionarlos para no alterar el peso volumétrico y la relación con su peso que se iba utilizar para determinar la densidad del residuo y desechos sólidos.

Finalmente, al dividir el peso de los residuos y desechos sólidos por el volumen del tonel, se obtuvo la densidad de los residuos y desechos sólidos.

Figura No. 4

Medidas de contenedor de base (tonel azul) para la prueba de densidad de desechos.

La información que se va generando en los resultados durante el EPS de gestión ambiental será crucial para tomar decisiones que aseguren una gestión integral adecuada de residuos y desechos sólidos. A continuación, se presentan las principales recomendaciones basadas en los resultados obtenidos:

- ➔ Separación de desechos valorizables (plásticos, cartón, papel, latas, entre otros) para su aprovechamiento en la generación de ingresos económicos.
- ➔ El uso de residuos orgánicos, ya que representan de los mayores porcentajes de generación del sitio de disposición temporal a nivel diario, semanal y mensual, para su uso posteriormente en la abonera del proyecto en curso de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.
- ➔ Los centros de localización de contenedores en toda la Escuela y del sitio de disposición temporal debe de tecnificarse en señalética, limpieza, separación y localización.

Derivado de este estudio la elaboración de un plan integral de residuos y desechos sólidos (PIRDES) según los resultados de la composición de los residuos y desechos sólidos de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, se tiene la cuantificación de residuos de la Finca Las Ninfas y de la producción de carbón en la Escuela.

5.3 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 redecilla cuando se manipulen las tilapias en la preparación y traslado para la venta comercial y consumo interno en la Escuela.

Figura No. 5

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

Figura No. 6

Recorrido por las tres secciones de pollos de engorde en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

5.4 Seguimiento en la elaboración de nutrientes porcinos derivados del ensilaje biológico de la producción de tilapia y residuos orgánicos en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Para el proceso de ensilaje se contó con el equipo de protección personal: botas de hule, gorra o sombrero, chaleco y mascarilla. Algunos implementos como los recipientes y/o canastas plásticas, atarraya, estanque, congelador, cuchillo, gabacha, guantes de cuero y descamador fueron proporcionados por La Finca Las Ninfas. El procesador para la molienda fue proporcionado por la sección de investigación. Esto con la asesoría y acompañamiento del encargado de la producción de la Finca Las Ninfas.

Cuadro No. 3

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)

Figura No. 7

Elaboración de ensilaje de tilapia para nutrientes porcinos: pesaje, molienda, congelamiento, etc.

5.5 Visita a producción animal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, para la asesoría de los nutrientes porcinos derivados del ensilaje biológico con residuos de cocina y residuos de la producción de tilapia.

Se realizó una visita a producción animal buscando la asesoría del Médico veterinario Raul Castillo con el fin de una asesoría en la dieta y edad idónea porcina donde el producto de la fermentación láctica del ensilaje biológico sea brindado en producción animal. Inicialmente con el Inge. Leonel Villacorta catedrático del curso de pastos y forrajes nos brindó una

copia de su libro (unidad 10) sobre procesos de ensilaje con forrajes, una breve explicación del proceso de ensilaje de forrajes, además recomendaciones del ensilaje: idealmente la humedad (no debe sobrepasar
el 70 %), el nivel de acidez -pH- (ideal entre 4.2 a 4.5) en la elaboración de ensilajes.

Por otro lado el Inge. Fredy Gramajo catedrático del área de agroindustria sugirió el uso de los residuos de la producción del área de lácteos, comúnmente llamado suero. Ya que este residuo no existe un uso potencial y se le puede dar un aprovechamiento dentro de un proceso de ensilaje para el alimento porcino.

Con el Dr. Raúl Castillo se dio un recorrido por el área porcina desde el área de maternidad, destete, engorde, los reproductores y las hembras próximas a parir. Sugiriendo como la edad propicia para la alimentación con el producto del ensilaje a los cerdos de engorde. Seguidamente se dio un recorrido a los “silos de trinchera” ubicados a un costado del área porcina donde se trabajan el ensilaje de forrajes específicamente de maíz en la cual contempla: picadera mecánica, corte, traslado en carretas, compactado, distribución y sellado. Finalmente un breve recorrido y explicación en el proceso de aguas residuales y su conexión con un biodigestor derivado de las aguas del área porcina. Así como un breve recorrido en el manejo del estiércol de vacas como el proceso de abono y de la fosa bastante profunda, en los alrededores tienen estiércol de conejos, vaca, abono verde, pastos y forrajes.

Figura No. 8

Visita a producción animal en el área porcina: maternidad, engorde y destete.

Figura No. 9

Visita de los “silos de trinchera” donde se realizan el proceso de ensilaje de forrajes, específicamente de maíz en producción animal

5.6. Cuantificación de residuos derivados de la producción de carbón en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

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 inició con una explicación del 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. Se tiene contemplado la siguiente producción de carbón para el mes de julio (si la construcción de la galera en el sitio y el clima lo permiten), se espera documentar el proceso y obtener la cuantificación de residuos de las horneadas de los dos hornos.

Cuadro No. 4

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 *Casuarina* sp. -Eucalipto *Eucaliptus sp.* -Amate -Pino *Pinus sp.* -Ciprés *Cupressus sp.* -Encino *Quercus sp* (utilizado en la producción de marzo) -Se buscan maderas duras. Maderas suaves se obtienen más cenizas.	-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.

Observación planteada por los encargados de producción de carbón:

- La ubicación de los dos hornos tiene una pendiente poco pronunciada, pero esta poca hace que esté mal ubicada por el exceso de humedad cuando es invierno ya que guarda mucha humedad en los alrededores y corre el agua que viene de la parte alta, esto dificulta o ralentiza el proceso de carbón.

Figura No. 10

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

Cuadro No. 5

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. 11

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

5.7 Resultados de medición y caracterización de los parámetros de distintos días durante los 14 días de almacenamiento de ensilado en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

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. 6

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. 12

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

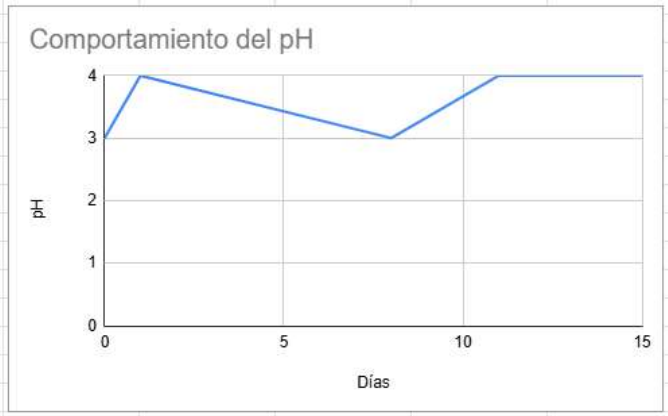
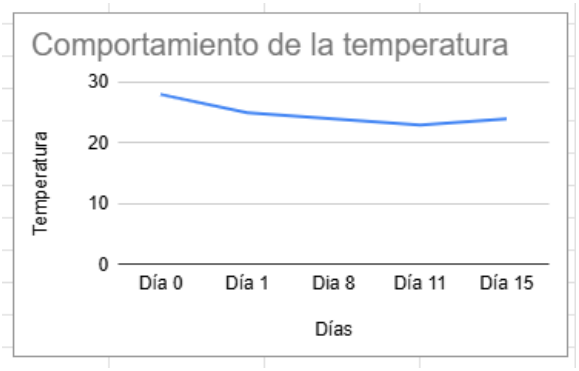


Figura No. 13

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. 7

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

Por otro lado además, durante las visitas a la Finca Las Ninfas se apoyó en las actividades de mantenimiento con los pollos de engorde y tilapias en: pesaje y distribución de comida, alimentación de pollos más pequeños y en las tilapias en dos secciones de comida según la cantidad de nutrientes del concentrado. En el día 8 del tiempo de fermentación del ensilaje, se le dio alimento a 500 pollitos de un galpón del concentrado que compra la ENCA marca ALIENGORDE ® 1 de la corporación ALIANSA del cual contiene proteína, grasa, fibra, calcio, fósforo total, ceniza y sal en su contenido nutricional. Contribuyendo al balance nutricional óptimo con vitamina C y zinc (fortalece el sistema inmune), siendo para ese día el pesaje de 50 libras distribuidos en alrededor de 10 comederos para pollitos en un galpón. Se pudo observar que las camas de los pollos son de residuos del área de transformación de la madera, es decir un aprovechamiento de los residuos de dicha en el uso de las camas de los pollitos de engorde de la Finca Las Ninfas. Es así como se evidencia el aprovechamiento de residuos de diferentes áreas de la Escuela, en otros usos con el fin de mitigar el impacto ambiental y de la gestión ambiental de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

También se dio alimento a dos estanques de cultivo de tilapia, siendo pesado previamente llevando el control respectivo del pesaje, porciones comida y horas de los tiempos de comida. Este concentrado se distribuye alrededor de los tanques tratando de ser homogéneamente uniforme. Para el día 15 de monitoreo del ensilaje, se apoyó y acompañó en el traslado de 61 pollos de un galpón de la Finca Las Ninfas hacia el rastro en producción animal en la ENCA. Con el fin de conocer y aprender el manejo interno.

Figura No. 14

Apoyo en la Finca las Ninfas en alimentación y traslado de dos galpones a los pollos más pequeños y a los más grande siendo estos los de de engorde

Figura No. 15

Apoyo en la Fincas Las Ninfas en darle alimento en un tiempo de comida a dos estanques de tilapia de distintas edades, previamente pesados.

5.8 Resultados de forma gráfica de la cuantificación de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

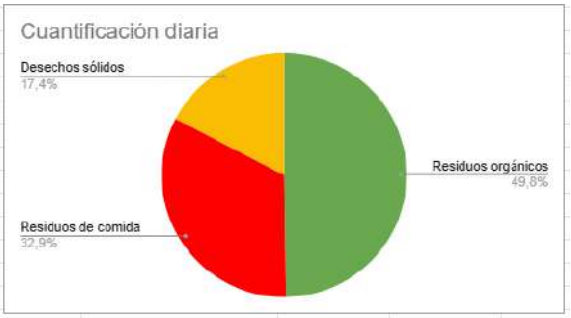
Cuadro No. 8

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. 17

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



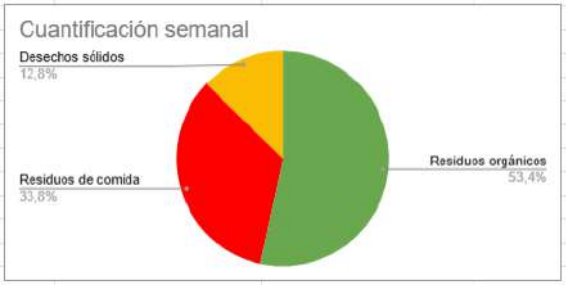
Cuadro No.9

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. 18

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



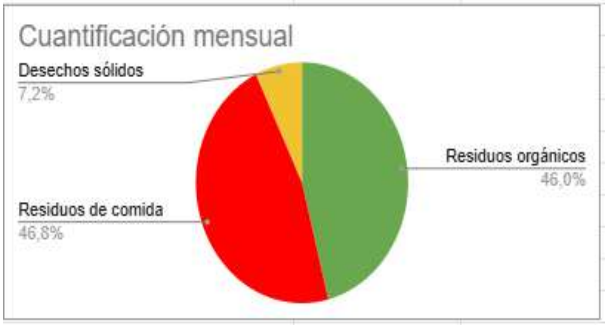
Cuadro No. 10

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. 19

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



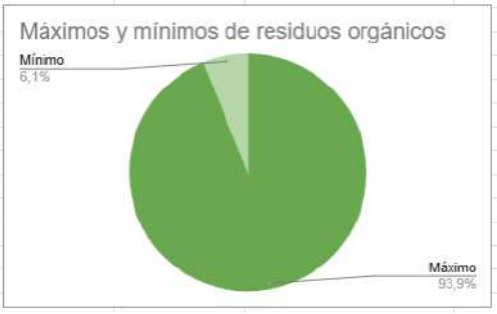
Cuadro No. 11

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. 20

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



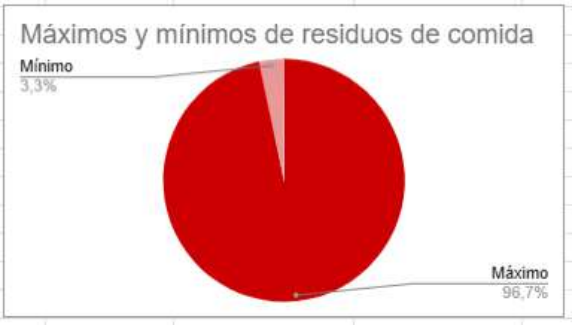
Cuadro No. 12

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. 21

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



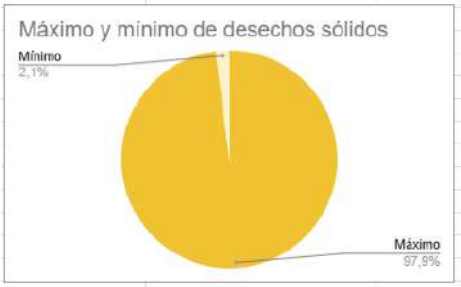
Cuadro No. 13

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. 22

Figura de máximos y mínimos de la cantidad de desechos sólido



Cuadro No. 14

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

Densidad kg / m3	Tipo de residuo
158	1
184	2
220.3	3

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

Figura No. 23

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

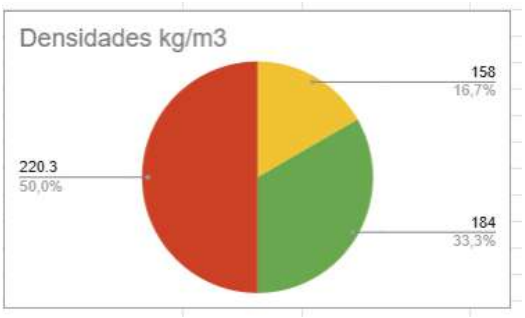


Figura No. 24

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 %

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

Figura No. 25

Porcentaje de desechos sólidos del sitio de de disposición temporal

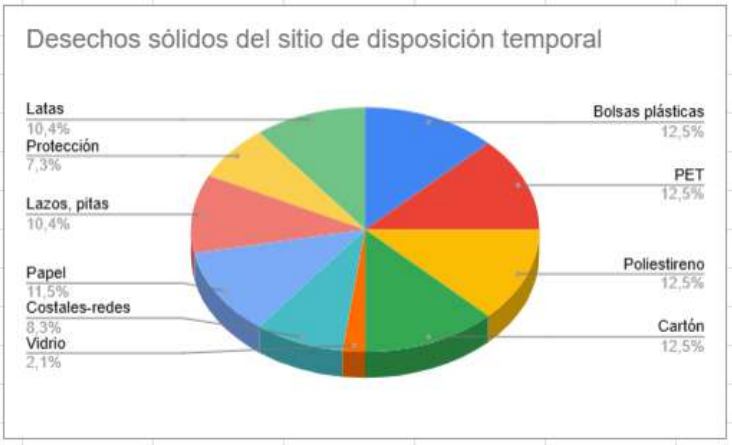
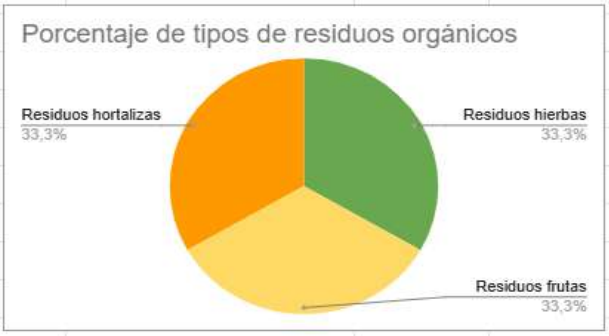


Figura No. 26

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



Cuadro No. 15

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 de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal.

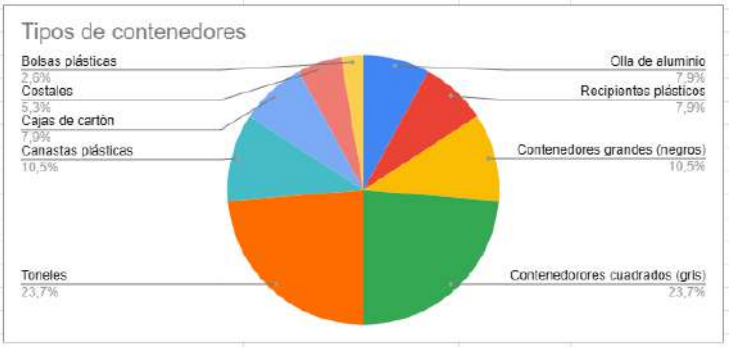
1. *Residuos Sólidos, 2) residuos de comida y 3) desechos sólidos*

Figura No. 28

Partes de los residuos orgánicos del sitio de disposición temporal

Figura No. 29

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



Cuadro No. 16

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

Tipo	Residuos	kg
Corteza de encino	1	10
Polvillo de carbón de leña delgada	2	19
Ceniza	3	46
Mixto	4	60

Figura No. 30

Resultado de cuantificación de residuos de la producción de carbón del mes de marzo del presente año, en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Actividades del mes de Mayo del año 2025

Actividad	Semanas de Junio			
	02 - 06	09 - 13	16 - 20	23 - 27
Evaluación de problemas urgentes del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-	X			
Prueba de densidad y volumen de los residuos y sólidos del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.	X			
Apoyo en la cosecha de tilapia en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-		X		
Seguimiento en la elaboración de nutrientes porcinos derivados del ensilaje biológico de la producción de tilapia y residuos orgánicos en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.	X	X	X	X
Visita a producción animal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, para la asesoría de los nutrientes porcinos derivados del ensilaje biológico con residuos de cocina y residuos de la producción de tilapia.		X		
Cuantificación de residuos derivados de la producción de carbón en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.		X		
Resultados de medición y caracterización de los parámetros de distintos días durante los 14 días de almacenamiento de ensilado en la Finca Las Ninfas, Amatitlán de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.		X	X	X
Resultados de forma gráfica de la cuantificación de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.			X	
Resultados de forma gráfica de la cuantificación de residuos y desechos sólidos del sitio de disposición temporal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.			X	