

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria
de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover
(TiHo), Alemania**

Modalidad: Pasantía

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado
Académico Licenciatura en Medicina Veterinaria**

Isabel Cristina Céspedes Barrantes

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2026

TRIBUNAL EVALUADOR

Laura Bouza Mora, M. Sc.
Decana, Facultad de Ciencias de la Salud

Amanda Castillo Zeledón, M. Sc.
Subdirectora, Escuela de Medicina Veterinaria

Lohendy Muñoz Vargas, PhD.
Tutora

Nils Grabowski, PhD.
Guía profesional

Firma de la persona que preside la defensa: _____

Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo Final de Graduación a mis padres, Karen Barrantes y Carmelino Venegas, por ser los primeros en creer en mí siempre, celebrar cada uno de mis logros y darme las herramientas para sobrellevar las pruebas en el camino.

A mis hermanas pequeñas, Sofía y Angélica, por observarme, seguir mis pasos y motivarme a ser mejor cada día.

A Ligia Castrillo, por apoyarme en este proceso desde el día uno, por sus sacrificios, su ejemplo de valentía y perseverancia, por ayudarme a cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en Medicina Veterinaria, y la oportunidad de involucrarme en actividades extracurriculares que complementaron mi formación personal.

Al Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo), por recibirme durante mi pasantía y contribuir con mi proceso de formación.

Al programa de becas ISAAP-DAAD por financiar mi pasantía de Trabajo Final de Graduación, otorgándome la posibilidad de culminar mi etapa como estudiante de la mejor manera, abriendo puertas para mi futuro profesional.

Al Dr. Nils Grabowski, mi mentor de pasantía, por abrirme las puertas de su lugar de trabajo, enseñarme con paciencia y cariño, incluirme en sus proyectos, creer en mí y motivarme a ver más allá de mis límites.

A la Dra. Lohendy Muñoz, por ser mi tutora y un ejemplo que seguir en mi vida, por la paciencia y presencia lo largo de mi proceso.

A mis amigas, Dayana, María José, Nawhala, Nelly, Jessica, Annalisa y Valery por ser mis compañeras de vida durante toda mi carrera.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a mi formación y me acompañaron en el camino para llegar hasta aquí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EVALUADOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1 Materiales y métodos.....	4
2.1.1 Lugar de realización de pasantía.....	4
2.1.2 Tiempo destinado a la pasantía	5
2.1.3 Registro y análisis de datos.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
3.1 Pasantía en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos	7
3.1.1 Producción de invertebrados comestibles en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos	9

3.1.1.1	Actividades realizadas con tres especies de grillos para consumo o experimentación.	9
3.1.1.2	Actividades realizadas con lotes de dos especies de escarabajos para consumo o experimentación.	13
3.2	Pasantía en el Departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos	15
3.3	Pasantía en el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos.	19
4	CONCLUSIONES.	23
5.	RECOMENDACIONES.	24
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	25
7.	ANEXOS.	31
	Anexo 1. Carta de aprovechamiento de pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).	31
	Anexo 2. Bitácora de pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades realizadas en el Departamento de Higiene y Tecnología de Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).	7
Cuadro 2. Resultado de cultivos realizados en muestras de insectos procesadas en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).....	16
Cuadro 3. Resultado de cultivos de Hongos y Levaduras, según especie, en muestras de insectos procesadas en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Fotografías de cajas utilizadas para producción de grillos en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo). 10
- Figura 2. Flujograma de procesos instaurados en producción de grillos en Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo). 12
- Figura 3. Resultados de metamorfosis de 886 larvas de *Zophobas atratus* inducidas a la pupación en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo). 14
- Figura 4. Distribución de 51 muestras procesadas según especie en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis Transmitidas por Alimentos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo). 16
- Figura 5. Diagrama de flujo de procedimiento realizado con 86 muestras de músculo *Longissimus dorsi* de bovino, en el departamento de Tecnología y Química de los Alimentos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo). 20

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN: Ácido Desoxirribonucleico.

CDC: Centro de Control y Prevención de Enfermedades.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GMP: Buenas Prácticas de Manufactura.

HACCP: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.

LAMP: Amplificación Isotérmica Mediada por Asa.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PAW: Agua Activada por Plasma.

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa.

SENASA: Servicio Nacional de Salud Animal.

TiHo: Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover.

UCR: Universidad de Costa Rica.

UV-C: Radiación Ultravioleta tipo C.

RESUMEN

La inocuidad alimentaria es un elemento esencial en la protección de la salud pública, particularmente en productos de origen animal y en fuentes emergentes de proteína como los insectos comestibles. La presente pasantía se realizó en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria (TiHo), Hannover, Alemania, con el propósito de fortalecer conocimientos y habilidades en calidad e inocuidad alimentaria.

Durante 468 horas se trabajó en tres departamentos: Higiene y Tecnología de los Insectos, Zoonosis transmitidas por alimentos y Tecnología y Química de los Alimentos.

En el departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos, en el área de producción se participó en el manejo y cría de diversas especies de insectos, como grillos y escarabajos, destacando la inducción a pupación de 1189 larvas de *Zophobas atratus*, de las cuales el 50% alcanzó la etapa adulta.

En el departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos se realizó el análisis microbiológico de 51 muestras de insectos comestibles y se detectó presencia de levaduras (82%), hongos (55%) y enterobacterias (100%), sin identificación de patógenos prioritarios como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* o *Bacillus cereus*.

Además, en el departamento de Tecnología y Química de los Alimentos se participó en dos proyectos de investigación, uno sobre medición objetiva de terneza cárnica en 86 muestras de músculo *Longissimus dorsi* de bovino, utilizando la cuchilla Meullenet-Owens y el segundo sobre evaluación del plasma activated water (PAW) como tecnología emergente de desinfección.

La experiencia permitió integrar conocimientos en producción primaria, microbiología y tecnologías innovadoras, reforzando el papel del médico veterinario en la garantía de la calidad e inocuidad de productos de origen animal, incluyendo matrices no convencionales como los insectos comestibles.

Palabras clave: inocuidad alimentaria, insectos comestibles, análisis microbiológico.

ABSTRACT

Food safety is an essential element in protecting the public health, particularly in products of animal origin and emerging protein sources such as edible insects. This internship was carried out at the Institute of Food Quality and Safety of the University of Veterinary Medicine (TiHo), Hannover, Germany, with the aim of strengthening knowledge and skills in food quality and safety.

For 468 hours, work was carried out in three departments: Insect Hygiene and Technology, Foodborne Zoonoses, and Food Technology and Chemistry.

In the Department of Insect Hygiene and Technology, within the production area, activities included the handling and rearing of various insect species such as crickets and beetles. Notably, 1,189 larvae of *Zophobas atratus* were induced to pupate, of which 50% reached the adult stage.

In the Department of Foodborne Zoonoses, microbiological analysis was conducted on 51 samples of edible insects. The presence of yeasts (82%), molds (55%), and Enterobacteriaceae (100%) was detected, without identification of priority pathogens such as *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, or *Bacillus cereus*.

Additionally, in the Department of Food Technology and Chemistry, participation included two research projects: one focused on the objective measurement of meat tenderness in 86 samples of bovine *Longissimus dorsi* muscle using the Meullenet-Owens blade, and the second on the evaluation of plasma activated water (PAW) as an emerging disinfection technology.

This experience allowed the student the integration of knowledge in primary production, microbiology, and innovative technologies, reinforcing the role of veterinarians in ensuring the quality and safety of animal products, including unconventional sources such as edible insects.

Keywords: food safety, edible insects, microbiological analysis.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Actualmente se estima que seis de cada diez enfermedades infecciosas reportadas en humanos son de origen zoonótico (CDC, 2025), muchas de ellas debido a la transmisión de origen alimentario. Según datos de la OMS en el año 2020, uno de cada diez habitantes del planeta enferma cada año debido al consumo de alimentos contaminados, el 40% son niños menores de cinco años (OMS, 2020). De aquí la importancia de consumir alimentos que cumplan con las normas establecidas de inocuidad y seguridad alimentaria, en donde en el primero, se refiere a la “disciplina, proceso o acción de carácter científico que ayuda a prevenir que los alimentos contengan sustancias que puedan perjudicar la salud de las personas” (FAO, 2024).

Las infecciones de origen alimentario por peligros biológicos suceden cuando se consumen alimentos que contienen suficiente concentración del microorganismo o suficiente dosis infectante, aunado a sus factores de virulencia y el estado sanitario del consumidor. La literatura describe tres tipos de peligros alimentarios: biológicos, físicos y químicos. Dentro de los peligros biológicos, el crecimiento de microorganismos como bacterias ocupa el primer lugar entre las causas de la disminución de la calidad y seguridad de productos de origen animal (Masana, 2015; Rodríguez et al., 2019; Bruno & Fuentes, 2020).

Si bien las enfermedades de transmisión alimentaria no están únicamente relacionadas al consumo de productos de origen animal; se conoce que, debido a su composición, manufactura y manejo, los productos de origen animal se encuentran dentro de las categorías asociadas con mayor frecuencia, y pueden llegar a portar microorganismos patógenos con impacto a la salud de los consumidores (Kopper et al., 2009; Villalpando-Guzmán et al., 2017).

Con respecto a la inocuidad alimentaria en Costa Rica, según datos publicados por Cartín y Pascual, en el 2021 se identificaron 27 tipos de microorganismos vinculados a enfermedades de transmisión alimentaria asociados a uno o más productos de origen animal, de los cuales más del 50% correspondieron a bacterias pertenecientes a diversos géneros,

entre ellos: *Aeromonas* spp., *Arcobacter* spp., *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp.; seguidas de parásitos en más de un 20% y agentes virales en un 7.4% (Cartín & Pascual, 2021).

Con los reglamentos de inspección incorporados en la producción desde la finca a la mesa, se vela porque los alimentos cumplan con ser inocuos y además que cumplan con estándares de calidad. Existe una tendencia a controlar la cosecha, producción y manufactura de alimentos tradicionales. Con el objetivo de acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y todas las formas de malnutrición para 2030, la FAO propone fortalecer los entornos alimentarios y modificar el comportamiento del consumidor para promover patrones dietéticos con impactos positivos en la salud humana y el medio ambiente. Esto ha originado un movimiento que busca promover la producción de proteínas alternativas.

En esa línea, desde el año 2013 la FAO estableció los insectos como fuente de proteína en la dieta. El consumo de insectos es promovido como parte de las estrategias para mejorar la calidad nutricional de las dietas a nivel mundial, así como la seguridad alimentaria, la cual consiste en dar a los individuos, familias y comunidades, acceso físico y económico a alimentos seguros y nutritivos. Los invertebrados comestibles como grillos y gusanos de la harina vienen a ser una alternativa alta en proteína y más sostenible con el ambiente (Abril et al., 2022; Banco Mundial, 2023; FAO, 2021; Henchion et al., 2017).

En Costa Rica existen empresas dedicadas a la cría y venta artesanal de alimentos basados en insectos. Desde el año 2021, el SENASA emitió una resolución en la que se permite el consumo y comercialización de tres especies de insectos para consumo humano: *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio*; de los cuales se producen diversas presentaciones de alimentos como por ejemplo el polvo de grillo que utilizan como base para preparar barras de proteína e incluir en otras recetas, alcanzando una producción de entre tres y 15 kilos mensuales en el caso de productores artesanales y 1.5 toneladas a nivel de producción industrial (Ministerio de Comercio Exterior, s. f.; Quirós, 2022; Bermúdez-Serrano et al., 2023).

En este contexto de inocuidad y seguridad alimentaria, se resaltan las competencias del médico veterinario, quien tiene la capacidad y deber de velar por la salud pública. Dicha labor puede realizarse desde diferentes enfoques, uno de los principales es garantizando la inocuidad alimentaria de productos de origen animal que llegan al consumidor final, de aquí

la importancia de la inclusión de materias y prácticas dentro de la formación de los futuros médicos veterinarios en esta área (Cartín, 2014; Briones et al., 2020; Todd, 2020; Vásquez, 2021; Cartín & Pascual, 2021).

Es por eso por lo que esta pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria en TiHo brinda una oportunidad de aprendizaje en áreas de la medicina veterinaria y la inocuidad alimentaria emergentes a nivel mundial y necesarias actualmente en Costa Rica, como lo son la inspección y asesoría en procesos de producción, cosecha y comercialización de invertebrados comestibles, el uso de procedimientos de inspección microbiológica veterinaria en matrices alimentarias no convencionales, así como la aplicación de tecnologías de última generación en la industria alimentaria.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar una pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria (TiHo), Hannover, Alemania con el fin de reforzar conocimientos y adquirir nuevas destrezas y habilidades en el área de la inocuidad y calidad de los productos comestibles de origen animal.

1.2.2 Objetivos Específicos

1.2.2.1 Obtener nuevos conocimientos en el área de producción primaria y vigilancia de la inocuidad alimentaria de invertebrados comestibles para consumo humano mediante la participación en el proceso de cría, producción y cosecha de los mismos.

1.2.2.2 Conocer nuevas tecnologías aplicables para el análisis físico, químico y microbiológico de alimentos de origen animal con el fin de garantizar su calidad e inocuidad.

1.2.2.3 Reforzar conocimientos sobre recolección, procesamiento de muestras para análisis microbiológico de productos de origen animal garantizando el correcto procesamiento para la determinación de peligros que puedan afectar la salud del consumidor.

2. METODOLOGÍA

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Lugar de realización de pasantía

La pasantía fue realizada en tres departamentos del Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria (TiHo), Hannover, Alemania. Específicamente en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos, Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos y en el Departamento de Zoonosis transmitidas por los Alimentos. La supervisión de la pasantía y coordinación de actividades entre los diferentes departamentos estuvo a cargo del Dr. Nils Grabowski.

El Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos realiza investigación, análisis químicos, microbiológicos y de biología molecular de insectos y subproductos, además cuenta con un criadero de diferentes especies de insectos con fines experimentales, como por ejemplo: *Gryllus bimaculatus*, *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor*, *Zophobas atratus* y *Gryllus assimilis*, en donde actualmente mantienen una colección de aproximadamente 75 lotes de insectos, cada lote varía en número según la especie, comprendiendo entre cinco a 300 individuos aproximadamente por lote. Adicionalmente el Departamento imparte capacitaciones a diferentes profesionales y estudiantes de veterinaria en esa área de estudio (*Hygiene und Technologie für Nutzinsekten.*, s. f.)

Por su parte, el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos realiza procedimientos utilizando diferentes tecnologías para el tratamiento, procesamiento y conservación de carnes, subproductos cárnicos como embutidos, y lácteos, mediante la aplicación de métodos físicos, químicos y microbiológicos. Realizan diversos experimentos entre los cuales destacan pruebas de diferentes métodos de conservación con el fin de mantener la estabilidad de los productos como por ejemplo tratamiento UV-C, tecnología de plasma, uso de ácidos orgánicos, entre otros. Además, investigan sobre métodos de almacenamiento como lo son el uso de atmósfera modificada, controles de temperatura e inoculación simulada de patógenos de deterioro relevantes (*Lebensmitteltechnologie und chemie*, s. f.)

El Departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos se encarga de validar y desarrollar métodos rápidos, innovadores y prácticos para la detección de patógenos zoonóticos relevantes presentes en alimentos de origen animal. Cuenta con un laboratorio de microbiología además de un laboratorio especializado en diagnóstico molecular donde utilizan métodos para detectar patógenos basándose en la amplificación específica del ADN y con alta sensibilidad, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) o la amplificación isotérmica mediada por asa (LAMP) (*Foodborne Zoonoses*, s. f.)

2.1.2 Tiempo destinado a la pasantía

La pasantía tuvo una duración de 468 horas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: 288 horas en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos, 108 horas en el Departamento de Zoonosis Alimentarias y 72 horas en el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos, comprendiendo desde el 3 de febrero al 28 de mayo de 2025. El horario de trabajo fue de lunes a viernes de 8:00 am a 3:00 pm, incluyendo seis horas de trabajo y una hora de almuerzo.

2.1.3 Registro y análisis de datos

Durante los cuatro meses de pasantía se realizó una bitácora detallada sobre las actividades realizadas durante cada día en los diferentes departamentos del Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria (TiHo), Hannover, Alemania (Anexo 2: Bitácora de pasantía).

En el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos se recopilaron datos correspondientes a las actividades realizadas con los diferentes lotes de invertebrados, entre ellos el proceso de pupación de las *Zophobas atratus*, los cuales fueron analizados posteriormente.

En el Departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos se recolectaron los datos de las muestras procesadas incluyendo especie, análisis microbiológico utilizado y el resultado obtenido.

En el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos se obtuvieron los datos correspondientes a técnicas utilizadas, cantidad de muestras procesadas y las bacterias con las que se trabajó.

Para el informe final se recopiló la totalidad de los datos obtenidos durante la estadía en los diferentes departamentos y se realizó un análisis mediante estadística descriptiva, con la información recopilada se elaboraron herramientas de apoyo visual como cuadros, gráficos y flujogramas con el fin de exponer de manera clara y concisa todas las labores que fueron efectuadas durante la pasantía.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Pasantía en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos

La pasantía en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos se dividió en tres áreas principales de trabajo: producción, asistencia en proyectos de experimentación y participación en giras a granjas de producción de insectos. Las actividades realizadas se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Actividades realizadas en el Departamento de Higiene y Tecnología de Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Tipo de Actividad	Detalle de actividad
Producción de Insectos	Alimentación de lotes de insectos
	Pesaje de una muestra de individuos
	Creación de nuevos lotes
	Selección de ninfas (grillos)
	Inducción a la pupación (<i>Zophobas atratus</i>)
	Limpieza de cajas y manejo de desechos
	Incubación de huevos
	Selección de pie de cría
	Cosecha
Apoyo en proyectos de investigación	Pesaje de una muestra de individuos
	Cambio de sustrato
	Administración controlada de alimentos
	Administración controlada de agua y fuentes de humedad
	Limpieza de cajas y manejo de desechos
	Cosecha
	Toma de muestras para análisis microbiológico
Registro de resultados	
Visita a granjas	Toma de muestras para posterior análisis
	Recopilación de datos
	Observación de puntos de mejora
	Recorrido por las instalaciones

Con respecto a la producción de insectos, durante la pasantía se adquirieron conocimientos teóricos y prácticos relacionados con el ciclo completo, desde la cría hasta la cosecha o bien incorporación a colonia para reproducción de cinco especies de insectos, específicamente tres especies de grillos: *Gryllus bimaculatus*, *Acheta domesticus* y *Gryllus assimilis*, dos especies de escarabajos: *Zophobas atratus* y *Tenebrio molitor*. Las actividades realizadas con los lotes de insectos presentes en el bioterio de invertebrados incluyeron selección de pie de cría, creación de nuevos lotes, preparación de sustratos, manejo de residuos, alimentación, pesaje de animales, inducción de pupación, control de condiciones ambientales como humedad y temperatura e implementación de técnicas que facilitan la reproducción, entre otros.

Por su parte el apoyo en procesos de investigación comprendió en su mayoría actividades cotidianas de producción de insectos realizadas de manera controlada y utilizando diferentes métodos y herramientas, así como el registro de resultados que serán incluidos en investigaciones posteriores.

Con respecto a las visitas a granjas, se visitó una granja especializada en la producción de grillos *Acheta domesticus*, ubicada en las cercanías de la ciudad de Hannover. Durante la visita se realizó un recorrido guiado por las instalaciones donde realizan el ciclo completo de producción, y se tomaron muestras para su posterior análisis.

En la misma línea, este conjunto de actividades se vincula directamente con el objetivo de obtener nuevos conocimientos en la producción primaria de invertebrados comestibles. El aprendizaje práctico de técnicas de manejo de lotes de insectos representó una base sólida para comprender los principios de producción aplicables a sistemas comerciales o experimentales. Además, la experiencia reforzó la capacidad del médico veterinario para implementar buenas prácticas de manejo y monitoreo en criaderos de insectos.

Según Conway y colaboradores (2024) la producción de insectos para consumo humano es un mercado en ascenso a nivel mundial por múltiples razones, entre ellas destacan los beneficios nutricionales. Algunos estudios han realizado comparaciones con las carnes tradicionales, donde los insectos destacan por su balance de grasas y cantidad de proteína,

así como también su impacto ambiental y economía, ya que estas producciones requieren menos espacio y una menor inversión.

Asimismo, esta sección resulta indispensable desde el punto de vista sanitario, ya que, como se menciona en el estudio de Bermúdez-Serrano y colaboradores (2023), al igual que cualquier otro alimento, los insectos comestibles pueden representar un riesgo para el consumidor si no se producen y procesan de forma adecuada. Por lo tanto las buenas prácticas de manufactura y la implementación de un análisis de peligros y puntos críticos de control son necesarias para identificar, prevenir y controlar los posibles peligros mencionados y así asegurar la inocuidad de los insectos y los productos alimenticios a base de estos (Bermúdez-Serrano et al., 2023).

Desde una perspectiva profesional y académica, estos resultados demuestran la relevancia de formar médicos veterinarios en prácticas no convencionales de producción animal. El aprendizaje sobre insectos comestibles, su fisiología, comportamiento y procesos de desarrollo, es cada vez más importante ante el crecimiento de la entomocultura como industria emergente. En el contexto costarricense, donde el consumo de insectos ha sido oficialmente aprobado, este tipo de conocimientos adquiere una dimensión práctica inmediata, al poder ser aplicados en iniciativas productivas locales e incluso como base para asesoría técnica a criadores.

3.1.1 Producción de invertebrados comestibles en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos

3.1.1.1 Actividades realizadas con tres especies de grillos para consumo o experimentación.

Durante la pasantía, el manejo productivo de grillos se llevó a cabo con tres especies distintas: *Gryllus bimaculatus*, *Acheta domesticus* y *Gryllus assimilis*. Cada lote fue alojado en cajas plásticas de aproximadamente 20 litros, con tapas de plástico cerradas o con malla, según el tamaño de los individuos. En su interior, se colocaron verticalmente nueve cartones para huevos, lo cual favoreció tanto la organización del espacio como la movilidad de los

insectos. En cuanto a la alimentación, se proporcionó una dieta estandarizada compuesta por alimento para aves con base de maíz, el cual aporta un 16,4% de proteína cruda a la dieta, y zanahoria en trozos, todos suministrados en comederos tipo plato, ubicados sobre los cartoneros (Mühle Gladen, s. f.). La cantidad de alimento suministrado a cada lote de grillos no fue medida.

La dieta basada en formulaciones de alimento para aves es comúnmente utilizada en producciones de grillo en países tropicales, debido a la falta de acceso a un alimento específicamente formulado para este tipo de insectos. Bawa y colaboradores (2020), estudiaron diferentes dietas y su rendimiento en la producción de grillo doméstico (*Acheta domesticus*), entre las cuales estaba el alimento para aves con un aporte de un 16% de proteína cruda, el cual tuvo un buen rendimiento, sin embargo, las dietas basadas en mezclas específicas para insectos con aporte de un 22% de proteína cruda tuvieron un mayor rendimiento (Bawa et al., 2020). El alimento para aves es una opción económica y funcional para productores que no tengan acceso a una dieta formulada específicamente para insectos.

Para garantizar el suministro de agua, se implementó un sistema sencillo mediante una botella plástica con tela absorbente, de la cual los insectos bebían directamente (Figura 1A). Las cajas de reproducción incluían recipientes con tierra cubiertos por malla metálica para la oviposición (Figura 1B), estas eran reemplazadas semanalmente y clasificadas por especie y fecha de retiro, permitiendo así el control de eclosión y desarrollo de ninfas.

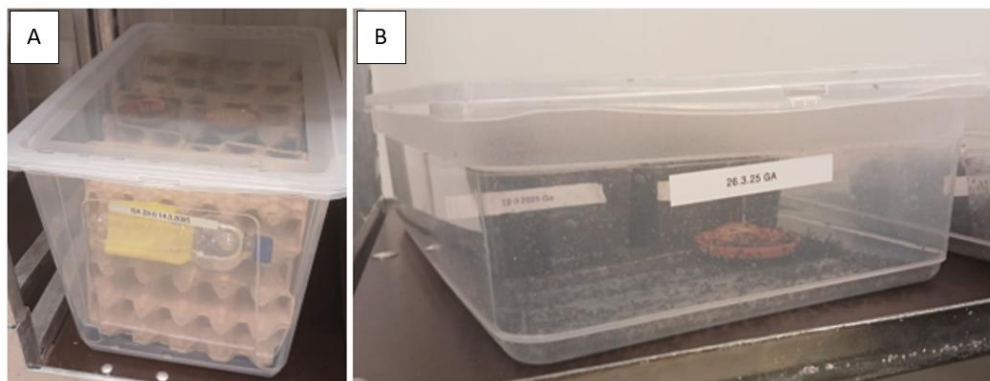


Figura 1. Fotografías de cajas utilizadas para producción de grillos en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

En cuanto al uso de estructuras simples y funcionales, como el sistema de oviposición y el mecanismo de hidratación, demostraron ser eficientes y adecuados para mantener condiciones óptimas de cría, lo cual concuerda con lo recomendado por investigadores de la Universidad de Costa Rica (Solano Pereira et al., 2021; Arias-Leitón et al., 2024). Por otro lado, la aplicación sistemática del pesaje semanal permite no solo seguir el crecimiento, sino también detectar posibles desviaciones en el desarrollo de los lotes.

Como resultado de estas prácticas, se estableció un ciclo continuo de producción y renovación de lotes, (Figura 2). Las ninfas nacidas eran separadas y utilizadas para formar nuevos lotes cada dos a tres semanas, dependiendo de la disponibilidad. Para monitorear el crecimiento, se implementó un protocolo de pesaje semanal, en el cual una muestra de al menos diez individuos de cada lote era pesado, con excepción de las colonias base. Los datos numéricos obtenidos no fueron incluidos en este documento debido a que forman parte de una investigación en curso.

Este seguimiento permitió observar de forma precisa la evolución de peso, facilitando la evaluación del desempeño productivo de cada especie y estimando la cantidad de individuos presentes en cada lote. No fue posible realizar una comparación de la ganancia de peso y el desempeño productivo observado durante la pasantía ya que no se encontró literatura al respecto.



Figura 2. Flujograma de procesos instaurados en producción de grillos en Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Con respecto a la cosecha o sacrificio de grillos se utilizó el método de congelación directa de grillos vivos a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en pequeñas bolsas de plástico. El congelamiento como método de sacrificio o cosecha de insectos ha sido descrito previamente en la literatura, junto con métodos como deshidratación y escaldado. Actualmente no existe un consenso sobre cuál es el método estándar o ético para sacrificio de insectos, si bien el congelamiento es comúnmente utilizado y al realizarse a temperaturas tan bajas como -18°C es rápido y seguro, no existe evidencia de que sea totalmente libre de dolor (Voulgari-Kokota et al., 2023).

Recientemente, la Comisión Europea ha autorizado la comercialización de formas congeladas, secas y en polvo de grillo doméstico (*Acheta domestica*) como un nuevo alimento. En los Estados Unidos, el uso de insectos comestibles como alimento está regulado por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). Estos insectos comestibles cumplen con los estándares de limpieza y sanidad, estando libres de patógenos y toxinas (Pasqualin Cavalheiro et al., 2024).

Con respecto al cuidado de los insectos, seguir un proceso riguroso resulta fundamental, ya que, si bien se trabajan para consumo en criaderos con ambientes controlados es importante tomar en cuenta el origen de estos individuos desde la naturaleza. La literatura señala que factores como la contaminación y los daños al hábitat ocasionados por la deforestación, la degradación de los bosques y las actividades agrícolas afectan negativamente a las poblaciones de insectos comestibles. Aunque aún no se comprenden con claridad los efectos del cambio climático sobre estas poblaciones en regiones tropicales, se han propuesto recomendaciones específicas para su monitoreo, manejo y conservación. En particular, se destaca que la gestión debe centrarse en aquellas especies que presentan mayor valor y potencial a futuro (Lange & Nakamura, 2021).

Cabe destacar que actualmente en Costa Rica existen empresas dedicadas a la elaboración de productos para consumo humano con proteína proveniente de harina de grillos. Estudios previos han demostrado que, desde una perspectiva nutricional, la incorporación de harina de grillo puede mejorar el contenido proteico de los productos cárnicos, y puede ser utilizado como una alternativa en la dieta (Quiros, 2022; Pasqualin-Cavalheiro et al., 2024).

3.1.1.2 Actividades realizadas con lotes de dos especies de escarabajos para consumo o experimentación.

En cuanto a la producción de escarabajos, se trabajó con dos especies: *Zophobas atratus* y *Tenebrio molitor*. Estas se mantuvieron en cajas de cría plásticas abiertas de dimensiones estándar (60 x 40 x 14.5 cm), apilables para facilitar su almacenamiento. El sustrato utilizado fue salvado de trigo, el cual funcionó tanto como alimento como medio de vida para las larvas y adultos. Se suministró zanahoria en trozos como fuente de humedad.

En el caso de *Zophobas atratus*, se implementó un proceso de inducción a la pupación, el cual se basó en el aislamiento individual de larvas mayores de 12 semanas, estas fueron seleccionadas según tamaño y aspecto, posteriormente fueron colocadas en recipientes plásticos pequeños, sin alimento ni agua. Se realizaron observaciones

semanalmente para registrar su desarrollo y descartar las que no eran viables por enfermedad o muerte.

Durante la pasantía, se indujo a la pupación un total de 1189 larvas, de las cuales se obtuvieron datos completos de 886 individuos distribuidos en 11 lotes, mientras que las 303 larvas restantes aún estaban en proceso al cierre del periodo. Según la Figura 3, de las 886 larvas que completaron el proceso el 50% alcanzó la etapa adulta, el 38% murió y el 12% fue descartado durante el proceso debido a anomalías como oscurecimiento o presencia de estructuras compatibles con hongos (Vega & Kaya, 2012).

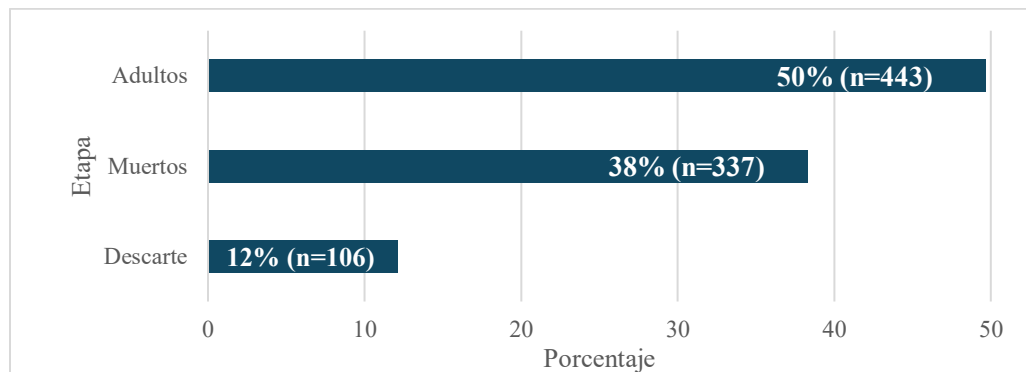


Figura 3. Resultados de metamorfosis de 886 larvas de *Zophobas atratus* inducidas a la pupación en el bioterio del Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Se evidenció que, bajo las condiciones de manejo aplicadas, la mitad de las larvas inducidas completaron exitosamente la metamorfosis. Casi el 40% no logró sobrevivir al proceso, lo cual representa un dato importante sobre la eficiencia del protocolo utilizado. El descarte de un 12% por razones de salud o desarrollo también aporta información relevante sobre las condiciones sanitarias y los criterios de selección aplicados.

La observación semanal permitió categorizar el avance de cada larva y detectar posibles problemas en su desarrollo. A pesar de que las condiciones de aislamiento minimizan el canibalismo y favorecen el monitoreo individualizado, existen otros factores que pueden afectar la viabilidad de las larvas, como por ejemplo la presencia de

microorganismos patógenos, estrés o condiciones ambientales como exceso de humedad (Vega & Kaya, 2012; Zaelor & Kitthawee, 2018).

A partir de estos resultados, se puede afirmar que el aislamiento individual es una estrategia funcional para la inducción a la pupación, lo cual concuerda con lo descrito en la literatura (Toga et al., 2021), aunque no exenta de riesgos de enfermedad y muerte.

Dentro de los datos obtenidos durante esta pasantía la pérdida de más de una cuarta parte de las larvas debido a mortalidad sugiere que aún existen factores críticos que deben ser optimizados, como el momento exacto de selección, las condiciones microambientales dentro de los recipientes o el nivel de manipulación aplicado, así como las condiciones especiales de cada lote según el lugar de procedencia y manejo previo.

La experiencia desarrollada con *Zophobas atratus* se vincula directamente con el primer objetivo específico del presente trabajo, al participar activamente en el proceso de cría, manejo e inducción a la pupación. Esta actividad permitió adquirir conocimientos prácticos sobre selección, aislamiento y monitoreo de larvas, fortaleciendo así las competencias en producción primaria de insectos comestibles bajo criterios de manejo sanitario y técnico.

3.2 Pasantía en el Departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos

En el Departamento de Zoonosis transmitidas por alimentos se llevaron a cabo análisis microbiológicos con el objetivo de evaluar la presencia de posibles peligros asociados a insectos destinados al consumo humano. Como parte de estas actividades, se procesaron un total de 51 muestras provenientes de cinco especies distintas.

En la Figura 4 se muestra la distribución de dichas muestras según la especie analizada, permitiendo visualizar la proporción correspondiente a cada una. Se observa que *Tenebrio molitor* (gusano de harina) representó la mayor cantidad de muestras procesadas, seguido por *Zophobas atratus* (gusano rey), mientras que *Blaptica dubia* (cucaracha argentina o cucaracha manchada), *Gryllus assimilis* (grillo de campo jamaicano) y *Ramulus artemis*

(insecto palo vietnamita) tuvieron una representación menor. Esta distribución constituye la base para la interpretación posterior de los resultados microbiológicos obtenidos.

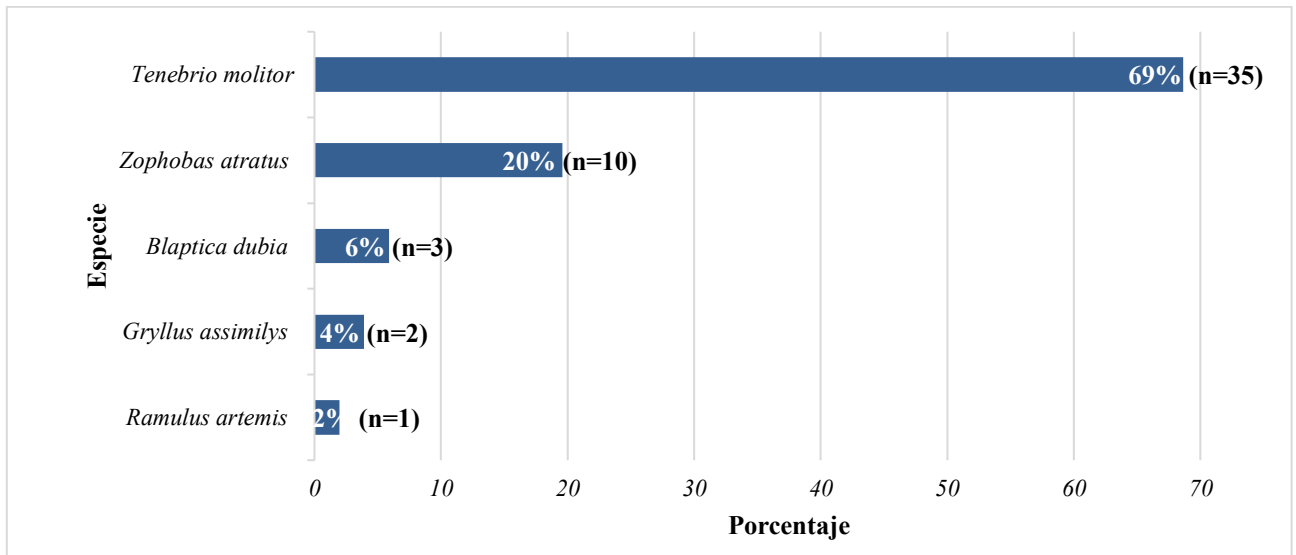


Figura 4. Distribución de 51 muestras procesadas según especie en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis Transmitidas por Alimentos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

En cuanto a los cultivos realizados, en el Cuadro 2 se observan los resultados obtenidos por microorganismo y especie. Se evidenció la presencia de levaduras en el 82% de las muestras y de hongos en el 55%, siendo estos los hallazgos positivos más relevantes. Por otro lado, se registró un 100% de ausencia en los cultivos de *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus aureus*. En el caso del cultivo para enterobacterias se mostró un 100% de positividad.

Cuadro 2. Resultado de cultivos realizados en muestras de insectos procesadas en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Microorganismo	Total de	Casos Positivos	
	Casos	n	(%)
<i>Bacillus cereus</i>	51	0	0
Enterobacterias	51	51	100
<i>Escherichia coli</i>	51	0	0
Hongos	51	28	55
Levaduras	51	42	82
<i>Listeria monocytogenes</i>	50	0	0
<i>Salmonella</i> spp.	35	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	51	0	0

Con respecto a la distribución de resultados correspondientes a cultivos de hongos y levaduras según especie (Cuadro 3), se evidenció que la especie con mayor cantidad de resultados positivos fue *Tenebrio molitor*.

Cuadro 3. Resultado de cultivos de Hongos y Levaduras, según especie, en muestras de insectos, procesadas en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Zoonosis de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Especie	Microorganismo	Total de Casos	Positivos	
			n	%
<i>Tenebrio molitor</i>	Hongos	35	21	60
	Levaduras	35	30	86
<i>Zophobas atratus</i>	Hongos	10	4	40
	Levaduras	10	6	60
<i>Blaptica dubia</i>	Hongos	3	0	0
	Levaduras	3	3	100
<i>Gryllus assimilis</i>	Hongos	2	2	100
	Levaduras	2	2	100
<i>Ramulus artemis</i>	Hongos	1	1	100
	Levaduras	1	1	100

La presencia de enterobacterias, hongos y levaduras es esperable en muestras de insectos que hayan sido cultivadas sin ningún tratamiento térmico previo; esto concuerda con lo descrito en la literatura. La microbiota de los insectos es muy variable y compleja, ya que depende de factores como especie, ambiente, manejo, dieta, entre otros muchos (Costa et al., 2020; Garofalo et al., 2019).

La literatura describe el uso de diversos métodos para la reducción de la carga microbiana previo a la ingesta en insectos para consumo, como secarlos, tostarlos y freírlos, resultando el tratamiento térmico el más efectivo, por esta razón se recomienda cocinar los insectos antes de consumirlos con el fin de reducir la carga microbiana y evitar posibles intoxicaciones alimentarias (Grabowski & Klein, 2017b; Garofalo et al., 2019).

Además, la elevada presencia de levaduras y hongos en ciertas especies, como *Tenebrio molitor*, donde un 86% de las muestras resultaron positivas a levaduras, podría estar vinculada a condiciones de manejo, propias del insecto o ambientales, sin embargo, no se

puede realizar una comparación directa con los resultados correspondientes a las demás especies ya que la cantidad de muestras procesadas en algunas especies fue muy reducida.

Por el contrario, la ausencia de agentes como *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp., concuerda con los hallazgos descritos por Grabowski y Klein (2017), donde cultivaron muestras de diversas especies de insectos crudos, entre ellas *Tenebrio molitor*, *Zophobas atratus*, *Blaptica dubia* y *Gryllus assimilis* (Grabowski & Klein, 2017a). La ausencia de estos agentes bacterianos indica un bajo riesgo de infecciones bacterianas severas en las condiciones de cría, cosecha y toma de muestras utilizadas.

Los hallazgos microbiológicos obtenidos se relacionan especialmente con el objetivo específico tres, ya que permitieron aplicar y reforzar conocimientos en la recolección, procesamiento y análisis microbiológico de muestras de insectos comestibles. La identificación de microorganismos potencialmente patógenos o alterantes contribuyó a evaluar riesgos asociados al consumo, cumpliendo también con el objetivo general de fortalecer competencias en inocuidad y calidad de productos de origen animal.

Los resultados indican que, aunque los insectos pueden representar una fuente alternativa de proteína segura en términos de bacterias patógenas comunes, existe un riesgo fúngico que podría comprometer la inocuidad si no se controla adecuadamente. Esto tiene implicaciones importantes tanto para la industria de alimentos alternativos como para las entidades regulatorias que deben velar por el cumplimiento de las normas de inocuidad y los límites críticos.

3.3 Pasantía en el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos

Durante la pasantía, se colaboró en dos proyectos de investigación en curso. El primero evaluó la terneza de cortes cárnicos de animales sacrificados bajo un método alternativo en finca. Se trabajó con 86 muestras de músculo *Longissimus dorsi* de bovino, almacenadas a diferentes tiempos de maduración y posteriormente congeladas. Se participó en el proceso de descongelamiento, corte, cocción y medición de terneza con la cuchilla

Meullenet-Owens. El diagrama de flujo del procedimiento seguido se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Diagrama de flujo de procedimiento realizado con 86 muestras de músculo *Longissimus dorsi* de bovino, en el departamento de Tecnología y Química de los Alimentos de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

El segundo proyecto evaluó la eficacia del plasma activated water (PAW) como método de desinfección de superficies en la industria alimentaria. Se cultivaron 276 placas bacterianas, correspondientes a tres especies: *Streptococcus uberis* (25%, n = 69), *Salmonella typhimurium* (25%, n = 69) y *Campylobacter jejuni* (50%, n = 138). Las mismas fueron divididas en grupos según las combinaciones y concentraciones de PAW utilizadas, así como un grupo control utilizando ácido peracético. Por tratarse de investigaciones en desarrollo, los resultados experimentales no fueron incluidos.

En el primer proyecto, se completaron todas las etapas técnicas necesarias para la evaluación de ternura de la carne. La experiencia permitió ejecutar el protocolo completo en

condiciones controladas y comprender el efecto de tratamientos post mortem en la terneza de la carne, como lo es el proceso de maduración, el cual consiste en una degradación progresiva de las fibras musculares y puede verse afectado por factores como tiempo y temperatura de almacenamiento, así como las condiciones del músculo al momento del sacrificio (Pérez-Chabela & Totosaus, 2022).

En el segundo estudio, se observó el crecimiento y tratamiento de cultivos bacterianos frente a diferentes concentraciones de PAW y ácido peracético. El PAW es un líquido obtenido al exponer agua a plasma generando cambios físicos y químicos, como lo son la formación de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, un aumento en el potencial de oxidación-reducción y una disminución en el pH (Han et al., 2023).

Estudios previos han validado y comparado el uso de diversas técnicas para medir la terneza de la carne, entre ellos cuchilla Meullenet-Owens en carne proveniente de diversas especies como aves de corral, cerdo y res utilizando distintos músculos y temperaturas al momento de la cocción (Sun et al., 2021; Yancey et al., 2010).

Por su parte el uso de PAW como tecnología emergente en la industria de la inocuidad de alimentos ha sido descrita en recientes investigaciones. Han y colaboradores (2023), realizaron una revisión científica de los avances publicados entre el año 2015 y el año 2022, donde señalan que el PAW ha demostrado una capacidad significativa de inactivación microbiana en microorganismos como como *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, entre otros.

Si bien se conoce de su capacidad para inactivar microorganismos con la ayuda de radicales libres, su eficacia depende de diversos factores como lo son el tiempo de exposición, el tipo de microorganismo y las condiciones del medio al que sea expuesto, de aquí la importancia de realizar investigaciones que generen protocolos replicables, con el fin de incorporar su uso en la industria (Zhang et al., 2022). La exploración de nuevas técnicas de desinfección que puedan ser usadas en la industria alimentaria responde a la necesidad de brindar al consumidor alternativas seguras y amigables con el ambiente.

Aunque no se presentan datos numéricos, el ejercicio práctico de técnicas como la medición de terneza mediante herramientas estandarizadas y la aplicación de tecnologías

emergentes como el PAW permite interpretar su potencial uso en condiciones reales de la industria alimentaria. Estos procedimientos muestran enfoques avanzados tanto en la evaluación de calidad sensorial como en la higiene y seguridad alimentaria.

Estas actividades se relacionaron directamente con el objetivo específico dos, ya que se participó en procedimientos técnicos de análisis físico (terneza cárnica) y microbiológico (cultivo y tratamiento de bacterias), reforzando conocimientos sobre tecnologías aplicadas para garantizar la calidad e inocuidad de productos de origen animal.

Finalmente, la experiencia aporta conocimiento valioso sobre la aplicabilidad de herramientas objetivas para evaluación de calidad cárnica y métodos innovadores de desinfección, lo cual es relevante para mejorar las prácticas en la cadena de producción de alimentos. Estos aprendizajes pueden contribuir a desarrollar estrategias más eficientes, seguras y sostenibles en contextos industriales.

4 CONCLUSIONES

1. La pasantía realizada en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria (TiHo), Hannover, Alemania, permitió fortalecer los conocimientos previamente adquiridos y desarrollar nuevas destrezas y habilidades en el ámbito de la inocuidad y calidad de los productos comestibles de origen animal.
2. Durante la estancia en el Departamento de Higiene y Tecnología de los Insectos, se adquirieron conocimientos en producción primaria y vigilancia de la inocuidad alimentaria de invertebrados comestibles destinados al consumo humano, mediante la participación en los procesos de cría, producción y cosecha.
3. A través de las actividades prácticas desarrolladas en el Departamento de Tecnología y Química de los Alimentos, fue posible conocer y aplicar nuevas tecnologías para el análisis físico, químico y microbiológico de alimentos de origen animal, contribuyendo así al aseguramiento de su calidad e inocuidad.
4. En el Departamento de Zoonosis Transmitidas por Alimentos, se reforzaron los conocimientos relacionados con la recolección y procesamiento de muestras para análisis microbiológico de productos de origen animal, garantizando procedimientos adecuados para la identificación de peligros que puedan afectar la salud del consumidor.

5. RECOMENDACIONES

1. A los estudiantes de la licenciatura en Medicina Veterinaria interesados en el área de Inocuidad Alimentaria, involucrarse en actividades relacionadas con sus temas de interés, tales como asistencia en laboratorios, congresos o pasantías, con el fin de fortalecer su formación práctica y desarrollar un análisis crítico e informado de los procesos.
2. A los médicos veterinarios enfocados en el área de Salud Pública e Inocuidad Alimentaria, incursionar en el estudio de proteínas emergentes y no convencionales, como los insectos, así como en la aplicación de nuevas técnicas de control de calidad que respondan a las tendencias actuales del sector alimentario.
3. A los entes regulatorios, desarrollar un reglamento técnico específico para la producción, sacrificio y comercialización de insectos destinados al consumo humano, con el propósito de estandarizar procesos, protocolos de bioseguridad y lineamientos de bienestar animal.
4. A la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional fortalecer y crear nuevos convenios académicos, tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de ampliar las oportunidades de formación y proyección profesional para estudiantes y graduados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abril, S., Pinzón, M., Hernández-Carrión, M., & Sánchez-Camargo, A. D. P. (2022). Edible Insects in Latin America: A Sustainable Alternative for Our Food Security. *Frontiers in Nutrition*, 9, 904812. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.904812>

Arias-Leitón, M., Quiros, A., Bermúdez-Serrano, I., & Jansen González, S. (2024). *Manual Técnico para la producción y procesamiento de Acheta domesticus*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12892.91527>

Banco Mundial. (2023). Qué es la seguridad alimentaria. En *World Bank*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update/what-is-food-security>

Bawa, M., Songsermpong, S., Kaewtapee, C., & Chanput, W. (2020). Effect of diet on the growth performance, feed conversion, and nutrient content of the house cricket. *Journal of Insect Science*, 20(2), 10. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa014>

Bermúdez-Serrano, I. M., Quirós-Blanco, A. M., & Acosta-Montoya, Ó. (2023). Production of edible insects: Challenges, opportunities, and perspectives for Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 53052. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53052>

Briones, V., Bezos, J., & Álvarez, J. (2020). Concepto y contenidos actuales de Salud Pública y Política Sanitaria veterinarias. *Revista Española de Salud Pública*, 92, e201810077.

Bruno, M. S. B., & Fuentes, E. A. F. (2020). *Análisis de peligros y puntos críticos de control (haccp): sistema para la gestión de la inocuidad en las industrias agroalimentarias en colombia*.

Cartín, A. (2014). *Perspectivas sobre salud pública veterinaria, seguridad alimentaria y la iniciativa conjunta “Una Salud”*. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2014.v36n3/193-196/es>

Cartín, A. C., & Pascual, A. P. (2021). Alimentos de origen animal y Enfermedades de Transmisión Alimentaria en Costa Rica: 2015- 2020. *UNED Research Journal*, 13(2), e3587-e3587. <https://doi.org/10.22458/urj.v13i2.3587>

Centers for Disease Control and Prevention. [CDC]. (2025). *About Zoonotic Diseases*. One Health. <https://www.cdc.gov/one-health/about/about-zoonotic-diseases.html>

Conway, A., Jaiswal, S., & Jaiswal, A. K. (2024). The Potential of Edible Insects as a Safe, Palatable, and Sustainable Food Source in the European Union. *Foods*, *13*(3), 387. <https://doi.org/10.3390/foods13030387>

Costa, S., Pedro, S., Lourenço, H., Batista, I., Teixeira, B., Bandarra, N. M., Murta, D., Nunes, R., & Pires, C. (2020). Evaluation of *Tenebrio molitor* larvae as an alternative food source. *NFS Journal*, *21*, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.10.001>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. [FAO]. (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. [FAO]. (2024). *Preguntas y respuestas sobre inocuidad alimentaria | Inocuidad y calidad de los alimentos | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/food-safety/background/preguntas-y-respuestas-sobre-inocuidad-alimentaria/es/>

Foodborne Zoonoses. (s. f.). Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. Recuperado 8 de noviembre de 2025, de <https://www.tiho-hannover.de/kliniken-institute/institute/institut-fuer-lebensmittelqualitaet-und-sicherheit/arbeitsgruppen/foodborne-zoonoses/info>

Garofalo, C., Milanović, V., Cardinali, F., Aquilanti, L., Clementi, F., & Osimani, A. (2019). Current knowledge on the microbiota of edible insects intended for human consumption: A state-of-the-art review. *Food Research International*, *125*, 108527. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108527>

Grabowski, N., & Klein, G. (2017a). Microbiological analysis of raw edible insects. *Journal of Insects as Food and Feed*. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0004>

Grabowski, N., & Klein, G. (2017b). Microbiology of processed edible insect products-Results of a preliminary survey. *International Journal of Food Microbiology*, 243, 103-107. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.005>

Han, Q.-Y., Wen, X., Gao, J.-Y., Zhong, C.-S., & Ni, Y.-Y. (2023). Application of plasma-activated water in the food industry: A review of recent research developments. *Food Chemistry*, 405, 134797. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134797>

Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods*, 6(7), 53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>

Hygiene und Technologie für Nutzinsekten. (s. f.). Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. Recuperado 8 de noviembre de 2025, de <https://www.tiho-hannover.de/kliniken-institute/institute/institut-fuer-lebensmittelqualitaet-und-sicherheit/arbeitsgruppen/nutzinsekten/info>

Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G., Rosell, C., & Mejía, D. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico.* <https://www.fao.org/4/i0480s/i0480s00.htm>

Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2021). Edible insects as future food: Chances and challenges. *Journal of Future Foods*, 1(1), 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>

Lebensmitteltechnologie und chemie. (s. f.). Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. Recuperado 8 de noviembre de 2025, de <https://www.tiho-hannover.de/kliniken-institute/institute/institut-fuer-lebensmittelqualitaet-und-sicherheit/arbeitsgruppen/lebensmitteltechnologie-und-chemie/info>

Masana, M. O. (2015). Factores impulsores de la emergencia de peligros biológicos en los alimentos. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(1), 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.01.004>

Ministerio de Comercio Exterior. (s. f.). *Industria de Insectos con potencial de comercialización ya está habilitada en el país.* Recuperado 8 de noviembre de 2025, de

<https://www.comex.go.cr/sala-de-prensa/comunicados/2021/agosto/cp-2650-industria-de-insectos-con-potencial-de-comercializaci%C3%B3n-ya-est%C3%A1-habilitada-en-el-pa%C3%ADs/>

Mühle Gladen. (s. f.). *Gladen Start & Grow Aufzuchtmehl 5 kg*. <https://www.muehle-gladen.de/gefluegel/huehner/futtermischungen/aufzuchtfutter/gladen-start-grow-aufzuchtmehl-5kg.html>

Pasqualin Cavalheiro, C., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., Avelar de Sousa, C. C., Sant'Ana Falcão Leite, J., & Costa Alves da Silva, M. (2024). Potential of Cricket (*Acheta domesticus*) Flour as a Lean Meat Replacer in the Development of Beef Patties. *Foods*, *13*(2), 286. <https://doi.org/10.3390/foods13020286>

Pérez-Chabela, M. L., & Totosaus, A. (2022). *Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura*. *Revista Nacame*, *16*(2), 61–76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8766909>

Quiros, A. M. (2022). *Análisis del sector de los insectos comestibles en Costa Rica*. *La Alimentación Latinoamericana*, *56*(361), 51–60. <https://hdl.handle.net/10669/87418>

Rodríguez, R., Frizzo, L. S., Bueno, D. J., Zbrun, M. V., & Signorini, M. (2019). Riesgos microbiológicos asociados al consumo de carne aviar. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, *44*(212), 44–60. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/6323>

Solano Pereira, T., Quirós Badilla, D., & Barboza-Navarro, D. (2021). *Modelo de costos para la producción de insectos comestibles en costa rica, 2021: grillo doméstico (acheta domesticus) y gusano de harina (tenebrio molitor)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17442.75204>

Sun, X., Giampietro-Ganeco, A., Mueller, A., Maynard, C. J., Caldas-Cueva, J. P., & Owens, C. M. (2021). Meat quality traits and Blunt Meullenet-Owens Razor Shear characteristics of broiler breast fillets affected by woody breast condition and post-cooking meat temperature. *Poultry Science*, *100*(8), 101212. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101212>

Todd, E. (2020). Food-Borne Disease Prevention and Risk Assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5129. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145129>

Toga, K., Homma, Y., & Togawa, T. (2021). Control of the ecdysteroid level plays a crucial role in density-dependent metamorphosis in the giant mealworm beetle *Zophobas atratus*. *Developmental Biology*, 473, 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2021.01.014>

Vásquez, S. M. (2021). El rol del médico veterinario y el zootecnista en la inocuidad de productos pecuarios. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 68(1), 9-10.

Vega, F. E., & Kaya, H. K. (Eds.). (2012). *Insect Pathology* (2nd ed.). Academic Press.

Villalpando-Guzmán, S., Vázquez-Quiñones, C. R., Natividad-Bonifacio, I., Curiel-Quesada, E., Quiñones-Ramírez, E. I., Vázquez-Salinas, C., Villalpando-Guzmán, S., Vázquez-Quiñones, C. R., Natividad-Bonifacio, I., Curiel-Quesada, E., Quiñones-Ramírez, E. I., & Vázquez-Salinas, C. (2017). Frequency, antimicrobial susceptibility and adherence patterns of *Salmonella enterica* isolated from chicken meat, beef and pork from Mexico City. *Revista chilena de infectología*, 34(5), 458-466. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182017000500458>

Voulgari-Kokota, A., van Loon, M. S., & Bovenkerk, B. (2023). Insects as mini-livestock: Considering insect welfare in feed production. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 95(1), Article 2191797. <https://doi.org/10.1080/27685241.2023.2191797>

World Health Organization. [OMS]. (2020). *Inocuidad de los alimentos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Yancey, J. W. S., Apple, J. K., Meullenet, J.-F., & Sawyer, J. T. (2010). Consumer responses for tenderness and overall impression can be predicted by visible and near-infrared spectroscopy, Meullenet–Owens razor shear, and Warner–Bratzler shear force. *Meat Science*, 85(3), 487-492. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.020>

Zaelor, J., & Kitthawee, S. (2018). Growth response to population density in larval stage of darkling beetles (Coleoptera; Tenebrionidae) *Tenebrio molitor* and *Zophobas atratus*. *Agriculture and Natural Resources*, 52(6), 603–606. retrieved from <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/230914>

Zhang, Q., Cheng, Y., Wang, Y., & Li, Z. (2022). Plasma-activated water (PAW) in the food industry: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.021>

7. ANEXOS

Anexo 1. Carta de aprovechamiento de pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
University of Veterinary Medicine Hannover



Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit, Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit

Dr. Nils Th. Grabowski
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Tel. +49 511 856-7560
Nils.Grabowski@tiho-hannover.de

Ihre Nachricht vom | Ihr Zeichen

Meine Nachricht vom | Mein Zeichen

Hannover, 27.05.2025

Attestation of internship: Isabel Cristina Céspedes Barrantes

Ms. Isabel Cristina Céspedes Barrantes interned as a trainee at Institute for Food Quality and Safety, University of Veterinary Medicine Hannover, from 3.02. until 28.05.2025. During this time, she attended several of our departments. The Institute's general working hours are from 8:00 to 15:00.

The Department of Hygiene and Technology of Productive Invertebrates of the Institute of Food Quality and Food Safety is involved in research, teaching and training, and offers service to farmers of invertebrate species. In the first section, Ms. Céspedes Barrantes was involved in both supporting ongoing research and designing and carrying out own research, particularly feed trials with the giant mealworm *Zophobas atratus* and local, novel feed sources. She learned how to handle rearing, feeding, reproducing, and harvesting edible insects (darkling beetles, crickets, and cockroaches) to the degree of being able to start a farm by herself resp. providing herd management services to an already existing one. She also attended a cricket farm visit and participated in the counselling.

The Department of Foodborne Zoonoses focuses on the analysis of foodborne, zoonotic pathogens, using both microbiological and molecular biological methods. During her stay, she assisted our laboratory staff in the microbiological analysis of edible insect samples, acquiring the necessary skills and knowledge to carry them out in the future. Since official DIN ISO methods were used, this skill extends to all foodstuffs.

1 / 2



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
Steuer-Nr. 25/202/26506
Ust-ID-Nr. DE 233060166

Bankverbindung
Norddeutsche Landesbank Hannover
IBAN DE66 2505 0000 0106 0312 55
SWIFT-BIC: NOLA DE 2H

www.tiho-hannover.de

The Department of Food Technology and Food Chemistry uses physical, chemical, microbiological, and sensorial methods to characterise and evaluate foodstuffs. There, Ms. Céspedes Barrantes assisted in two research projects. One involved surface disinfection by plasma-activated liquids, the other one measuring the tenderness of high-price beef.

Ms. Céspedes Barrantes always completed her assigned tasks very thoroughly and to our complete satisfaction. Within a short time, she was able to carry out and evaluate her scientific experiments independently and was able to foresee work to be done without having to be told to do so.

Ms. Céspedes Barrantes integrated fast and very well into our team. She was a friendly, valued and well-liked trainee and colleague. Furthermore, she addressed concerns or problems directly, objectively and in a solution-oriented manner.

We thank Ms. Céspedes Barrantes for her work in the department and are happy to welcome her back at any time. In the meantime, we wish her all the best for her career.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
VETERINÄR- UND TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Dr. Nils Th. Grabowski, Tel. 856-7256/7, Fax 856-7694
Head of the Department of the Hygiene and Technology of Productive Invertebrates
Institute for Food Quality and Food Safety
University of Veterinary Medicine Hannover

Anexo 2. Bitácora de pasantía en el Instituto de Calidad y Seguridad Alimentaria de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo).



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
03/02/2025	Recorrido por las instalaciones del laboratorio y demás áreas de trabajo. Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Suministro de zanahoria del lote control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados. Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> y de <i>Gryllus assimilis</i> .
04/02/2025	Recorrido por laboratorio de análisis microbiológico. Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
05/02/2025	Reunión del departamento de Calidad e Inocuidad Alimentaria.
06/02/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de los lotes de grillos de <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes de grillos.
07/02/2025	Revisión de placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Investigación sobre los diferentes procedimientos y medios de cultivo utilizados.

Firma del encargado:

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
10/02/2025	Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Recolección y pesaje del Frass resultado de los 9 lotes de larvas, así como pesaje del total de larvas por cada lote de <i>Zophobas atratus</i> en ensayo del agua. Cambio de sustrato en todos los lotes. Suministro de zanahoria al lote Control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados.
11/02/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes de grillos, incluyendo las colonias. Selección de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para iniciar el proceso de pupación.
12/02/2025	Alimentación de todos los lotes de insectos. Limpieza de áreas de trabajo. Gira para compra de suministros y pie de cría para colonias de insectos.
13/02/2025	Incorporación de pie de cría a las colonias de insectos. Selección de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para iniciar el proceso de pupación.
14/02/2025	Investigación sobre microbiología de los insectos y la actualidad sobre regulación y consumo de insectos en Costa Rica.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel: 0511 7856-7256/7 Fax 856-7694

Firma del encargado: _____



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.
Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.
Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de
 Medicina Veterinaria, Hannover.
Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
17/02/2025	Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Suministro de zanahoria al lote Control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados. Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> .
18/02/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Zophobas atratus</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
19/02/2025	Selección de larvas de <i>Zophobas atratus</i> y creación de 9 nuevos lotes para inicio de ensayo PSP ZA II.
20/02/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Zophobas atratus</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
21/02/2025	Investigación sobre microbiología de los insectos y recopilación de datos.

institut für Lebensmittelqualität
und sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 / 856-7266/7, Fax 856-7694

Firma del encargado: _____



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
24/02/2025	Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Recolección y pesaje del Frass resultado de los 9 lotes de larvas, así como pesaje del total de larvas por cada lote de <i>Zophobas atratus</i> en ensayo del agua. Cambio de sustrato en todos los lotes. Suministro de zanahoria al lote Control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados. Reunión virtual Sobre realidad actual costarricense sobre el consumo de insectos en Costa Rica, con la Ing. Maricruz Bermudez.
25/02/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Zophobas atratus</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
26/02/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
27/02/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Selección de lotes de grillos adultos y creación de nuevas colonias. Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.
28/02/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Institut für Lebensmitteliqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

Firma del encargado: Tel. 0511 / 856-7256/7. Fax 856-7694



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
03/03/2025	Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Recolección y pesaje del Frass resultado de los 9 lotes de larvas, así como pesaje del total de larvas por cada lote de <i>Zophobas atratus</i> en ensayo del agua. Suministro de zanahoria al lote Control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados. Selección de muestras para análisis microbiológico.
04/03/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos. Gira de campo para compra de suministros.
05/03/2025	Extracción de ADN de dos muestras tomadas de cultivo bacteriológico y fúngico de <i>Zophobas atratus</i> . Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
06/03/2025	Lectura de resultados de PCR realizado a dos muestras tomadas de cultivo bacteriológico y fúngico de <i>Zophobas atratus</i> . Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.
07/03/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Firma del encargado:

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel: 0511 / 856-725677, Fax 856-7694



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
10/03/2025	Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Recolección y pesaje del Frass resultado de los 9 lotes de larvas, así como pesaje del total de larvas por cada lote de <i>Zophobas atratus</i> en ensayo del agua. Cambio de sustrato en todos los lotes. Suministro de zanahoria al lote Control en el ensayo clínico del agua y suministro de la cantidad de agua requerida para los lotes adicionales. Interpretación de resultados de los datos recaudados.
12/03/2025	Observación y lectura de resultados de cultivos microbiológicos. Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
13/03/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Creación de un nuevo lote de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.
14/03/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Firma del encargado:

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
17/03/2025	Observación de procesamiento para análisis microbiológico de 10 muestras de queso. Selección y pesaje de 10 larvas de cada uno de los 9 lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para control de crecimiento en ensayo de agua. Recolección y pesaje del Frass resultado de los 9 lotes de larvas, así como pesaje del total de larvas por cada lote de <i>Zophobas atratus</i> en ensayo del agua. Gira a campo para compra de suministros.
18/03/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos. Alimentación de los lotes de larvas de <i>Zophobas atratus</i> del ensayo PSP ZA II.
19/03/2025	Elección de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para iniciar el proceso de pupación. Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
20/03/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos. Selección de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> para análisis microbiológico.
21/03/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Firma del encargado: _____

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 / 856-256/7, Fax 856-7694



**Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria**



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
24/03/2025	Alimentación de todos los lotes de insectos. Análisis de datos de ensayo PSP ZA II. Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Gira a campo para compra de suministros.
25/03/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
26/03/2025	Alimentación de todos los lotes de insectos. Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
27/03/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.
28/03/2025	Revisión de las placas de cultivo de análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos. Selección de una muestra de 10 gramos de <i>Ramulus artemis</i> para análisis microbiológico.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER

Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

Tel.: 0511-7856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado,



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.
Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.
Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de
 Medicina Veterinaria, Hannover.
Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
31/03/2025	Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Gira a campo para compra de suministros. Alimentación de todos los lotes de insectos.
01/04/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Ramulus artemis</i> y <i>Blaptica dubia</i> . Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos.
02/04/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
03/04/2025	Colaboración en recorrido por las instalaciones del Invertebrario de un grupo de niñas de escuela. Charla sobre microbiología de los insectos. Limpieza de las instalaciones del Invertebrario.
04/04/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
 TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
 Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
 Tel: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado:



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
07/04/2025	Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.
08/04/2025	Procesamiento microbiológico de muestras de <i>Gryllus assimilis</i> Montaje de muestras para cultivo e identificación de crecimientos bacterianos y fúngicos. Cosecha de un lote de <i>Gryllus assimilis</i> . Montaje de cajas y creación de nuevos lotes de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> .
09/04/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Cambio de sustrato y pesaje del Frass de los lotes del ensayo PSP ZA II. Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
10/04/2025	Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
11/04/2025	Revisión de las placas de cultivo para análisis microbiológicos, lectura e interpretación de resultados de las mismas. Recolección de datos.

Firma del encargado:

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
14/04/2025	Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Revisión y selección de lotes de <i>Blaptica dubia</i> .
15/04/2025	Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
16/04/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II.
17/04/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos. Creación de nuevas colonias de todos los lotes de grillos.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado:



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de
Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
22/04/2025	Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Selección de ninfas de <i>Gryllus bimaculatus</i> para experimentación. Elaboración de lotes de <i>Blaptica dubia</i> .
23/04/2025	Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
24/04/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Alimentación de todos los lotes de animales.
25/04/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel: 0511/ 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado:



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
28/04/2025	Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Alimentación y revisión de todos los lotes de insectos.
29/04/2025	Selección de larvas de <i>Zophobas atratus</i> para iniciar el proceso de pupación. Creación de 4 nuevos lotes de larvas en proceso de pupación. Reunión con Doctor a cargo de proyecto de Ternesa de la carne, laboratorio de Tecnología de los Alimentos.
30/04/2025	Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Alimentación de todos los lotes de insectos.
02/05/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

Tel.: 051 71 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado:



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de
Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
05/05/2025	Procesamiento de 5 muestras de helado para cultivo bacteriológico en el laboratorio de Microbiología de los Alimentos. Pasaje de 14 colonias bacteriológicas.
06/05/2025	Colaboración en proyecto de investigación en el laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos. Corte, pesaje y cocción de 10 cortes de músculo de res. Revisión de placas de cultivo microbiológico en el laboratorio de Microbiología de Alimentos. Elaboración de láminas y tinción de Gram.
07/05/2025	Medición de la terneza de 10 cortes de músculo de res cocido utilizando el método de la cuchilla Meullenet-Owens, en el Laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos. Pesaje de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Alimentación de todos los lotes de insectos.
08/05/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos. Incorporación de lotes de grillos adultos a las colonias. Creación de nuevos lotes de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> .
09/05/2025	Gira al Instituto de Investigación de Abejas, Celle.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER

Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

Tel.: 0511 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado:



**Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria**

Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.
Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.
Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de
 Medicina Veterinaria, Hannover.
Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
12/05/2025	Colaboración en proyecto de investigación en el laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos. Corte, pesaje y cocción de 40 cortes de músculo de res.
13/05/2025	Medición de la terneza de 40 cortes de músculo de res cocido utilizando el método de la cuchilla Meullenet-Owens, en el laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos.
14/05/2025	Colaboración en proyecto de investigación en el laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos. Corte, pesaje y cocción de 38 cortes de músculo de res. Pesaje y finalización de los 9 lotes de <i>Zophobas atratus</i> y el sustrato de cada lote del ensayo PSP ZA II. Alimentación de todos los lotes de insectos.
15/05/2025	Medición de la terneza de 38 cortes de músculo de res cocido utilizando el método de la cuchilla Meullenet-Owens, en el laboratorio de Tecnología y Química de los Alimentos.
16/05/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos. Incorporación de lotes de grillos adultos a las colonias.

Institut für Lebensmittelqualität
 und -sicherheit (70)
 TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
 Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
 Tel.: 0511 / 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado: _____



Universidad Nacional de Costa Rica Escuela de
Medicina Veterinaria



Bitácora de Pasantía de Trabajo Final de Graduación

Estudiante: Isabel Cristina Céspedes Barrantes.

Nombre del supervisor: Dr. Nils Grabowski Ommen.

Lugar: Instituto de Calidad e Inocuidad Alimentaria, Escuela Superior de Medicina Veterinaria, Hannover.

Horario: 8 am a 3 pm

Fecha	Actividades
19/05/2025	Investigación y análisis de datos recolectados.
20/05/2025	Gira a granja de producción de grillo <i>Acheta domesticus</i> , evaluación general de la producción y recolección de muestras.
21/05/2025	Colaboración en ensayo de desinfección de superficies con Plasma Activado Líquido, laboratorio de Tecnología y Química de los alimentos.
22/05/2025	Análisis y digitación de datos recolectados a lo largo de toda la pasantía. Alimentación de todos los lotes de grillos.
26/05/2025	Análisis y digitación de datos recolectados a lo largo de toda la pasantía. Revisión y recolección de datos de larvas de <i>Zophobas atratus</i> en proceso de pupación. Pesaje de una muestra de 10 animales en 3 lotes de <i>Blaptica dubia</i> .
27/05/2025	Análisis y digitación de datos recolectados a lo largo de toda la pasantía.
28/05/2025	Pesaje de una muestra de al menos 10 animales de todos los lotes de grillos de <i>Gryllus bimaculatus</i> , <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Acheta domesticus</i> . Alimentación de todos los lotes y colonias de grillos.

Institut für Lebensmittelqualität
und -sicherheit (70)
TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel.: 0511 856-7256/7, Fax 856-7694

Firma del encargado: _____