

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS COORDINACIÓN DE POSGRADO PROGRAMA DE POSGRADO: MAESTRÍA EN SANIDAD ANIMAL COHORTE 2023

Tema: Caracterización morfométrica de *Varroa sp.* (Acari: Varroidae) en apiarios de la provincia de Tungurahua.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Sanidad Animal.

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo.

Autor: MVz. Edison Gustavo Sánchez Cepeda

Director: Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD

Cevallos - Ecuador

2025

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza, e integrado por los señores: Dr. Efraín Lozada Salcedo Mg.; Dr. Gerardo Enrique Kelly Alvear.; designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “*Caracterización morfométrica de Varroa sp. (Acari: Varroidae) en apiarios de la provincia de Tungurahua*”, elaborado y presentado por el MVz. Edison Gustavo Sánchez Cepeda, para optar por el Grado Académico de Magíster en Sanidad Animal; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación; el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza
Presidente y Miembro del Tribunal



Dr. Efraín Lozada Salcedo Mg.
Miembro del Tribunal



Dr. Gerardo Enrique Kelly Alvear
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “*Caracterización morfométrica de Varroa sp. (Acari: Varroidae) en apiarios de la provincia de Tungurahua*”, le corresponde exclusivamente a: MVz. Edison Gustavo Sánchez Cepeda, Autor(a) bajo la Dirección de Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



MVz. Edison Gustavo Sánchez Cepeda

c.c.: 0502399660

AUTOR



Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez PhD.

c.c.: 1758533747

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



MVz. Edison Gustavo Sánchez Cepeda
c.c.: 0502399660

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	14
1.1. Introducción	14
1.2. Justificación.....	14
1.3. Objetivos	15
1.3.1. General	15
1.3.2. Específicos	15
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	16
2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	18
2.2.1. Sanidad Apícola	18
2.2.1.1. Planificación y Estrategias Sanitarias del Sector Apícola.....	19
2.2.1.1.1. Buenas Prácticas de Producción.....	19
2.2.1.1.2. Medidas de Bioseguridad	19
2.2.1.1.3. Manejo Sanitario	19
2.2.1.2. Diagnóstico.....	20
2.2.1.3. Control.....	21

2.2.2. Principales Enfermedades del Sector Apícola	21
2.2.2.1. Enfermedades de la etapa larval.....	22
2.2.2.1.1. Loque americana	22
2.2.2.1.2. Loque europea.....	22
2.2.2.1.3. Ascosporesis o cría yesificada	22
2.2.2.2. Enfermedades de las abejas adultas	23
2.2.2.2.1. Nosemosis	23
2.2.2.2.2. Acariosis.....	23
2.2.2.2.3. Virus de la Parálisis Crónica (CBPV).....	23
2.2.2.2.4. Varroasis.....	24
2.2.3. Varroa.....	24
2.2.3.1. Origen y Distribución.....	25
2.2.3.2. Clasificación taxonómica	25
2.2.3.3. Especies de <i>Varroa</i>	26
2.2.3.4. Ciclo biológico	27
2.2.3.4.1. Fase forética	28
2.2.3.4.2. Fase reproductiva	29
2.2.3.5. Aspectos morfológicos de <i>Varroa</i>	30
2.2.3.6. Morfología externa.....	30
2.2.3.6.1. Gnatosoma.....	31
2.2.3.6.1.1. Quelíceros.....	31
2.2.3.6.1.2. Pedipalpos	32
2.2.3.6.2. Idiosoma	32
2.2.3.6.3. Escudos del cuerpo.....	32
2.2.3.6.4. Patas	32
2.2.4. Morfometría	33
2.2.4.1. Principios del análisis morfométrico.....	34
2.2.4.2. Tipos de Morfometría.....	34
2.2.4.2.1. Morfometría tradicional	34
CAPÍTULO III	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Tipo de investigación	36

3.2. Población o muestra	36
3.3. Prueba de Hipótesis	36
3.4. Recolección de información.....	36
3.4.1. Ubicación	36
3.4.2. Materiales, equipos y reactivos	37
3.4.3. Obtención de especímenes de <i>Varroa</i>	37
3.4.4. Procesamiento de especímenes de <i>Varroa</i>	39
3.4.5. Análisis morfométrico	40
3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico	40
CAPITULO IV	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Determinación de la especie de <i>Varroa</i> sp. en localidades de la provincia de Tungurahua.....	42
4.2. Variabilidad morfométrica de poblaciones de <i>V. destructor</i> en Tungurahua. 44	
4.3. Principal morfotipo de <i>V. destructor</i> en diferentes cantones de la provincia de Tungurahua.....	46
4.4. Protocolo de evaluación morfométrica para determinación de <i>V. destructor</i> . 50	
CAPÍTULO V	54
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones.....	54
5.3. Bibliografía.....	55
5.4. Anexos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales pruebas de diagnóstico de enfermedades en abejas en el Ecuador.....	20
Tabla 2. Taxonomía de Varroa.....	26
Tabla 3. Materiales, equipos y reactivos.....	37
Tabla 4. Localidades muestreadas.....	38
Tabla 5. Colmenas y especímenes muestreados.....	39
Tabla 6. Comparación de valores morfométricos de <i>Varroa sp.</i> , recolectados en <i>Apis mellifera</i> de distintas localidades en la provincia de Tungurahua.....	42
Tabla 7. Evaluación de variabilidad morfométrica de <i>V. destructor</i> , recolectados en distintas localidades en la provincia de Tungurahua.....	45
Tabla 8. Análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos de <i>V. destructor</i> en distintas localidades de la provincia de Tungurahua.....	46
Tabla 9. Valores de autovectores, varianza y porcentaje acumulado de cada variable morfométrica de <i>V. destructor</i> en distintas localidades de la provincia de Tungurahua.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enfermedades de declaración obligatoria en <i>Apis mellifera</i> L.....	21
Figura 2. <i>Varroa destructor</i> (Adulto hembra).....	24
Figura 3. Especies de <i>Varroa</i>	26
Figura 4. Fases de desarrollo del ácaro <i>Varroa</i>	28
Figura 5. Desarrollo biológico de <i>Varroa sp.</i> , en fase forética y fase reproductiva.....	29
Figura 6. Morfología externa de <i>Varroa destructor</i>	33
Figura 7. Apiarios evaluados en cantones de la provincia de Tungurahua.....	38
Figura 8. Descripción de las variables anatómicas en <i>Varroa sp.</i>	40
Figura 9. Diagrama tridimensional resultante del Análisis de Componentes Principales aplicada a las poblaciones de <i>V. destructor</i> en localidades de la provincia de Tungurahua.....	49
Figura 10. Representación de la dispersión, simetría y datos atípicos de las variables morfológicas de las poblaciones de <i>V. destructor</i> , recolectados en localidades de la provincia de Tungurahua.....	49

AGRADECIMIENTO

Siempre a Dios, quién día a día guía mis pasos, me mantiene firme en mis objetivos y convicciones.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato por ser parte de mi desarrollo profesional.

A la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – Agrocalidad, por el apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación, lo cual permite fortalecer la vinculación con la academia y mejorar la salud animal en el país.

DEDICATORIA

A mi abuela, Delia María Cepeda Bastidas, quien con su ejemplo me ha permitido crecer y entender que a pesar de las adversidades nunca hay que dejar de luchar.

A mi madre, Gladys Sánchez Cepeda, quien con su bendición me guía para estudiar y trabajar con pasión, sin duda gracias por su amor incondicional.

A mi hermana, Pamela, quién me ha demostrado su valentía para caerse y levantarse, una y mil veces que sean necesarias.

A mis sobrinas, Emi y Mau, quienes con sus sonrisas brindan color a la vida y recalcando el valor de la palabra.

A mis amigos que han confiado en mí para ser parte de su día a día y motivan a ser mejor persona. En especial a mi entrañable hermano, Cristian Farinango (+), que desde el cielo nos apoya y guía siempre.

A todos que son parte de mi vida, Dios les pague, no les defraudaré.

RESUMEN EJECUTIVO

El ácaro *Varroa* sp., se considera la amenaza central de las abejas melíferas catalogadas como agentes polinizadores clave a nivel mundial. La severidad del impacto de la Varroosis en la colmena se incrementa por la propagación de enfermedades virales, bacterianas y fúngicas. La morfometría tradicional analiza y representa formas biológicas, siendo exclusivo en las mediciones longitudinales en diversos campos como la botánica, zoología y antropología. La presente investigación evaluó la morfometría en especímenes de *Varroa* sp. en cantones de la provincia de Tungurahua en Ecuador. El proceso involucró las etapas de muestreo, recolección de datos y análisis estadístico. Inicialmente, se muestrearon colmenas (n=27) pertenecientes a los apiarios (n=7) y se obtuvieron (n=152) especímenes de *Varroa* sp. Posteriormente, se realizó el montaje, toma de fotografías y mediciones de puntos anatómicos (n=8) en dos regiones del ácaro: gnatosoma (pedipalpos) y el idiosoma (escudo dorsal, escudo genital, escudo anal) en estereomicroscopio con aumento (5x) en con cámara integrada. Se realizaron, análisis de varianza (ANOVA), comparaciones de medias (Tukey; $P < 0.05$; 95% de confianza) y análisis de componentes principales (ACP). Durante el estudio, se evidenciaron los promedios en ancho del escudo dorsal (AED) con $1693,9 \mu\text{m}$ (1,69 mm) y en largo del escudo dorsal (LED) con $1148,8 \mu\text{m}$ (1,15 mm), encontrando diferencias significativas en gnatosoma (GN) y pedipalpos (PP) ($P < 0.05$). La comparación múltiple de medias reflejó a Quero y Píllaro como significativamente diferentes entre (GN) y (PP), mientras que el ACP, determinó que las poblaciones de ácaros pertenecen a un solo morfotipo. Las poblaciones de *Varroa* sp., analizadas bajo criterios morfométricos (Anderson & Trueman, 2000), determinaron a *Varroa destructor* como la principal parasitosis en apiarios de la provincia de Tungurahua.

DESCRIPTORES: ABEJA, ÁCARO, VARROA, MORFOMETRÍA, PROTOCOLO.

ABSTRACT

The Varroa sp. mite is considered the central threat to honeybees, classified as key pollinators worldwide. The severity of the impact of Varroosis on the hive is increased by the spread of viral, bacterial, and fungal diseases. Traditional morphometry analyzes and represents biological forms, being exclusive in longitudinal measurements in diverse fields such as botany, zoology, and anthropology. The present investigation evaluated morphometry in Varroa sp. specimens in cantons of the Tungurahua province in Ecuador. The process involved the stages of sampling, data collection, and statistical analysis. Initially, hives (n=27) belonging to apiaries (n=7) were sampled, and Varroa sp. specimens (n=152) were obtained. Subsequently, the assembly, photography and measurements of anatomical points (n = 8) in two regions of the mite were carried out: gnathosoma (pedipalps) and idiosoma (dorsal shield, genital shield, anal shield) in a stereomicroscope with magnification (5x) and with an integrated camera. Analysis of variance (ANOVA), comparisons of means (Tukey; $P < 0.05$; 95% confidence) and principal component analysis (PCA). During the study, the averages in dorsal shield width (AED) were evident with $1693.9 \mu\text{m}$ (1.69 mm) and in dorsal shield length (DSL) with $1148.8 \mu\text{m}$ (1.15 mm), finding significant differences in gnathosoma (GN) and pedipalps (PP) ($P < 0.05$). Multiple comparison of means showed Quero and Píllaro to be significantly different between (GN) and (PP), while PCA determined that the mite populations belong to a single morphotype. Varroa sp. populations, analyzed using morphometric criteria (Anderson & Trueman, 2000), determined Varroa destructor to be the main parasitic infection in apiaries in the province of Tungurahua.

KEYWORDS: BEE, MITE, VARROA, MORPHOMETRY, PROTOCOL.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Introducción

Las abejas representan cerca de 20.000 especies en el mundo siendo consideradas los principales agentes polinizadores, y según el comportamiento el 95 % son solitarias y 5 % sociales, como *Apis mellifera* L. (FMVZ-UNAM, 2022). El incremento del 40% a 60% en la producción de alimentos se atribuyen a la polinización (FMVZ-UNAM, 2021), resultado de la conexión entre ecosistemas silvestres y agroalimentarios (ONU, 2019).

Los distintos agentes patógenos, plagas, cambio climático y plaguicidas en cultivos abruma gravemente a la apicultura (Castellanos et al., 2024). La Varroosis, representa la patología número uno causante de alta tasa de mortalidad en abejas (FMVZ-UNAM, 2021). Se reporta cómo endémica en España, Unión Europea (MAPA, 2024) y recientemente presente en Australia (Peterson, 2024). La *Varroa*, se nutre de hemolinfa y cuerpos grasos de las abejas (FMVZ-UNAM, 2022), además que propaga enfermedades virales, bacterianas y fúngicas (Ellis & Zettel, 2023).

1.2.Justificación

La apicultura resalta cuatro principales factores para mantener la sanidad de la colmena, cómo: genético, sanitario, nutricional y manejo (FMVZ-UNAM, 2022). El enfoque en estos aspectos con lleva el incremento de producción y prevención de enfermedades, asegurando sostenibilidad a largo plazo de las abejas (Dini & García, 2022). La producción global de miel, en 2022, alcanzó cerca de 1.851.541 toneladas con ingresos de 9.400 millones de dólares en 2023 y una proyección de 14.500 millones de dólares para 2032 (Orús, 2024).

El Ecuador mantiene el valor de la tonelada hasta 6.500 USD (Armijos, 2021), con 1760 apicultores registrados (MAG, 2018), generando mejores condiciones de vida, cuidado al medio ambiente, fortalecimiento de la soberanía alimentaria y la biodiversidad. (FAO, 2021). Silva et al. (2020) refiere que, la prevalencia de *Varroa sp.* en zonas centrales del Ecuador es del 1% al 20%. La plasticidad del ácaro varía por condiciones geográficas, climáticas, y tratamiento orgánico con timol (Díaz et al., 2021). Se reconoce resistencia al tratamiento químico (Benito-Murcia et al., 2021), y uso de amitraz (Marsky, 2024).

Por estas razones; el estudio de variaciones morfométricas de especies *Varroa sp.*, permiten mejorar las actividades sanitarias de monitoreo y diagnóstico; lo que resulta, en la base científica para investigaciones de estructura poblacional y ecomorfológicas en apiarios.

1.3.Objetivos

1.3.1. General

Determinar mediante morfometría la especie de *Varroa* predominante en apiarios de la provincia de Tungurahua.

1.3.2. Específicos

- Describir las variaciones en los puntos morfológicos de *Varroa sp.* en diferentes cantones de Tungurahua.
- Conocer los principales morfotipos de *Varroa sp.* en diferentes cantones de la provincia de Tungurahua.
- Desarrollar un protocolo técnico de evaluación morfométrica de *Varroa sp.* para el diagnóstico y monitoreo de los apiarios en el país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Akimov & Yastrebtsov (1985), establecen en su estudio que varias series de caracteres morfológicos pueden servir como indicadores de variabilidad fenotípica en *V. jacobsoni*, un ectoparásito, de *Apis mellifera*.

Anderson & Trueman (2000), consideran a *V. jacobsoni*, como ácaro de la abeja oriental (*Apis cerana*), que luego parasitó a la abeja occidental (*Apis mellifera*). Los haplotipos que infestan *A. cerana*, son nueve de *V. jacobsoni* y seis de *V. destructor*. Cabe agregar, que las hembras *V. destructor*, son significativamente más grandes y esféricas que *V. jacobsoni*.

Según Maggi et al. (2009), resaltan que *V. destructor*, evidencia plasticidad fenotípica en el tamaño corporal dentro de una población de ácaros, y se desconocen las variaciones morfológicas en diferentes poblaciones de abejas.

Giménez et al. (2017), coinciden en el análisis de variaciones morfológicas del ácaro *V. destructor* con la africanización de las abejas en la República del Uruguay, no siendo considerado inicialmente en otros estudios.

Farjamfar et al. (2018), revelan diferencias significativas en los análisis multivariados de *V. destructor* descritos en Irán. Con referencia a lo anterior, determinan cinco grupos morfológicos de ácaros posterior a la evaluación de medias de longitud y ancho corporal.

De la misma manera, Loeza-Concha et al. (2018), destacan diferencias entre apiarios encontrando ocho morfotipos con tratamiento de timol en Tepic, México. En relación con este último, se muestra la variabilidad morfométrica intraespecífica del ácaro a las condiciones adversas que mantiene la colmena.

Yevstafieva et al. (2020), ratifican que existe variación en 12 características morfológicas del parásito, según la comparación de la estación de verano (junio-julio) e invierno (octubre-noviembre).

Díaz et al. (2021), declaran que se generan pocos estudios para fijar la especie de *Varroa* en explotaciones apícolas. Al mismo tiempo, con la medición del idiosoma en el norte de Perú se concluye la presencia de *Varroa destructor*.

Düttmann et al. (2021), plantean que posterior al análisis morfométrico las muestras de *Varroa*, se clasificaron en cuatro morfotipos, sin diferencias significativas en las zonas geográficas de Nicaragua. El ácaro *V. destructor*, fue identificado como un haplotipo coreano, por la asociación hospedador-parásito durante dos décadas manteniendo un equilibrio en la producción apícola.

Domínguez-Rebolledo et al. (2022), sostienen que la variabilidad morfométrica del ácaro *V. destructor* en México, se determina por la adaptación al entorno, provocando la aptitud individual del ácaro y la subsistencia de la especie.

Sobrinho et al. (2023), refieren la existencia de diferencias en la forma y tamaño de *V. destructor* en el Nordeste de Brasil. Ante la situación planteada, se observaron diferencias morfométricas discretas en el análisis de la región inguinal y destacan la existencia de un patrón morfométrico con la aparición de plasticidad fenotípica entre los ácaros.

De La Cruz et al. (2024), agregan que existen variaciones mínimas en las características morfométricas de distintas regiones. La identificación y evaluación de la variabilidad morfológica a nivel local conducen a mejorar los planes de monitoreo que se adapten a las zonas de producción.

Carabajo (2015), constata el 41,5% de prevalencia de *Varroa* en cuatro provincias de

la región sierra y costa. De acuerdo con Hidalgo et al., (2024), el 38% se mantiene en las provincias de Tungurahua y Pastaza.

Finalmente, existe una elevada prevalencia de varroosis en Ecuador, y en base al estudio de Cruz (2017), la caracterización morfométrica permite analizar variabilidad de la forma para la identificación de la especie de ácaro presente en las producciones apícolas de Tungurahua.

2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), protege la comercialización y producción de animales. Además, se destacan las normas sanitarias como recurso informativo de los países miembros para fortalecer la sanidad animal. Ante esta situación, el Séptimo Plan Estratégico, promueve la generación de excelencia científica en las investigaciones (Barcos, 2021).

Según describe, AGROCALIDAD (2016), que:

“En los últimos años, la apicultura a nivel mundial se encuentra amenazada por el incremento de mortalidad de las abejas; lo que ha generado preocupación en el sector apícola, tanto nacional como internacional a lo que se denomina Desorden del Colapso de las Colmenas (CCD) provocado por virus, bacterias, parásitos y hongos”. (pp. 7)

2.2.1. Sanidad Apícola

La aparición de enfermedades en el sector apícola por agentes patógenos dificulta en las etapas de desarrollo de las abejas (larva, pupa y adulta), dando lugar a ruptura del equilibrio en la colonia. En relación con lo anterior, la detección oportuna de enfermedades evita el descenso en la postura y producción crías por la abeja reina. (Reyna et al., 2024). Tanto varroosis, nosemosis, loque europea y loque americana se reportan cómo endémicas dentro

del territorio ecuatoriano, y se incluyen en el plan sanitario apícola (AGROCALIDAD, 2016).

Las actividades de vigilancia y control sanitario apícola, desarrollan planes sanitarios nacionales, encaminados a la capacitación de profesionales locales, provinciales hasta regionales (SENASA, 2024). El desequilibrio en la triada epidemiológica (agente, huésped, ambiente); sumado al deficiente manejo de las colmenas y comportamiento higiénico de las abejas, inciden con la prevalencia de plagas en las unidades de producción apícolas (AGROCALIDAD, 2015).

2.2.1.1. Planificación y Estrategias Sanitarias del Sector Apícola

Las medidas de buenas prácticas de producción, bioseguridad y manejo sanitario evitan la introducción de agentes patógenos (SAG, 2018).

2.2.1.1.1. Buenas Prácticas de Producción

Las buenas prácticas de producción apícola deben considerar el desarrollo de planes de renovación para las láminas de cera y marcos. En esa misma línea, en la colmena, la alimentación garantiza el progreso sostenible de las colmenas, y la higiene de materiales, permiten facilitar la disminución del riesgo de transmisión de enfermedades (SAG, 2018).

2.2.1.1.2. Medidas de Bioseguridad

El cimiento de los planes de control de enfermedades son las medidas de bioseguridad, puesto que, se mantienen como barreras primarias para evitar el ingreso y propagación de patógenos o plagas (ICA, 2022). Por su parte AGROSAVIA (2015), recomienda las medidas de bioseguridad básicas, en primer lugar, la localización del apiario, construcción y manejo de colmenas, y finalmente el registro de la información que genera la unidad de producción.

2.2.1.1.3. Manejo Sanitario

La colmena se define como unidad funcional de la apicultura, y en igual forma, el

apiario se establece como unidad epidemiológica y de producción, que reflejan la fortaleza de las colmenas (Verde et al., 2020). Las colonias se conforman desde 10.000 hasta 80.000 abejas obreras, algunos zánganos y la reina como hembra productora de huevos. El sistema de defensa de las abejas precisa la gestión sanitaria de un apiario, que procura el equilibrio de su organización social (SAG, 2018).

Cabe agregar lo que propone SENASA (2019a), que para el manejo sanitario integral se aplican acciones como la nutrición adecuada (miel, polen y alimento artificial), medidas higiénicas (desinfección de alzas y pisos), y en último lugar, se recomiendan las inspecciones de la colmena en dos momentos al año.

2.2.1.2. Diagnóstico

El diagnóstico de enfermedades en el sector apícola busca aplicar acciones sanitarias oportunas para aminorar la proliferación a colonias sanas (Reyna et al., 2023). Los métodos de diagnóstico clínico y de laboratorio, dependen de factores relacionados al estrés, pillaje, falta de alimento, sobreexposición a enfermedades y condiciones ambientales (AGROCALIDAD, 2016). A continuación, se enlista las enfermedades del sector apícola de declaración obligatoria (AGROCALIDAD, 2022).

Tabla 1

Principales pruebas de diagnóstico de enfermedades en abejas en el Ecuador.

Enfermedad	Agente Etiológico	Técnica	Área Diagnóstica
Nosemosis	<i>Nosema</i> spp.	Cuantificación de esporas	Parasitología
Varroasis	<i>Varroa</i> sp.	Contaje de varroas	Parasitología
Loque Americana	<i>Paenibacillus</i> spp.	Cultivo	Microbiología
Loque Europea	<i>Melisococcus</i> spp.	Cultivo	Microbiología

Enfermedades Bacterianas y Fúngicas	Varios	Cultivo, PCR	Biología Molecular
Virus en abejas	Varios	PCR	Biología Molecular

2.2.1.3. Control

La viabilidad de los programas de control, es hacer efectiva a nivel de campo la respuesta al evento sanitario de emergencia, y la adecuada gestión en los establecimientos con especies susceptibles existentes en el territorio. Además, se contempla los procesos zoonosarios en los establecimientos infectados o sospechosos ubicados en la zona infectada y zona buffer en el área de control y demás áreas restantes (SENACSA, 2022).

En referencia a la clasificación anterior, SENASA (2021b), propone una serie de recomendaciones para el control en planteles apícolas como los tratamientos preventivos, fármacos registrados, especificidad de acción, descarte de uso de antibióticos, alternar y registrar productos orgánicos con químicos para disminuir la resistencia del ácaro.

2.2.2. Principales Enfermedades del Sector Apícola

Figura 1

Enfermedades de declaración obligatoria en Apis mellifera L.



Nota. Adaptado de *Enfermedades de declaración obligatoria en Apis mellifera L.* (p. 20), por ICA, 2022.

Según el grado de importancia, se han informado diez enfermedades de la abeja melífera occidental; en tanto que los países latinoamericanos enfocan la atención a siete enfermedades “no zoonóticas” como: Varroosis, loque americana, loque europea, cría de cal, nosemosis, acariosis y parálisis, las mismas que generan graves pérdidas económicas (Guzmán & Correa, 2012).

Según lo descrito por INTA (2011), las enfermedades se clasifican por etapas del desarrollo en etapa larval y abejas adultas.

2.2.2.1. Enfermedades de la etapa larval

2.2.2.1.1. Loque americana

El agente etiológico es una bacteria denominada *Paenibacillus larvae*, que afecta y ocasiona la muerte a larvas de *Apis mellifera L.* Además, produce esporas resistentes al calor y agentes químicos, en consecuencia, son las únicas que producen enfermedad, sobreviven durante años y se alojan en crías muertas (ICA, 2024).

2.2.2.1.2. Loque europea

Es una patología contagiosa bacteriana, originada por *Melissococcus plutonius*, que perjudican a larvas prematuras (antes de la ninfosis) de obreras, zánganos y eventualmente en reinas. Los daños son menores comparados con loque americana, y se presenta frecuentemente al inicio de las floraciones durante el año (SAG, 2018).

2.2.2.1.3. Ascosferosis o cría yesificada

El hongo *Ascosphaera apis*, provoca la enfermedad invasiva de los crisoles en las

larvas de abejas melíferas, lo que lleva a pérdidas de producción de miel y muertes de colonias. Además, se conoce como “enfermedad de Chalkbrood o cría de tiza”, debido a que el 80% de las crías perecen en el tiempo (Deneke et al., 2023).

2.2.2.2. Enfermedades de las abejas adultas

2.2.2.2.1. Nosemosis

Es originado por microsporidios de *Nosema spp.*, que lesionan las células epiteliales del sistema digestivo (ventrículo), lugar donde se desarrolla la digestión y absorción de alimentos. Se han identificado tres especies (*N. apis*, *N. ceranae* y *N. neumannii*). La contaminación se genera por ingestión oral de alimento contaminado (miel, polen y agua), y las esporas se liberan en grandes cantidades con las heces siendo infecciosas durante un largo período (Formato et al., 2022).

2.2.2.2.2. Acariosis

El ácaro *Acarapis woodi*, es una especie dependiente de *Apis mellifera L.* y *Apis cerana F.*, que habita en el sistema respiratorio incluidos los sacos aéreos y se alimenta perforando la vía respiratoria alta (tráquea). Todo su ciclo de vida tiene lugar dentro de este microhábitat, y como resultado de su alimentación las tráqueas se oscurecen e incluso colapsan (Otero, et al., 2023).

2.2.2.2.3. Virus de la Parálisis Crónica (CBPV)

El CBPV, se genera de virus ARN, que genera pérdidas masivas de abejas obreras en colonias fuertes provocando parálisis, ataxia e incapacidad de vuelo. Es preciso la mención de dos síndromes diferentes, por un lado, aquellos individuos negros sin pelo con abdomen acortado y por el otro, los que afectan a la colonia simultáneamente (Dittes et al., 2020).

2.2.2.2.4. Varroasis

La parasitosis causada por *Varroa sp.*, se desarrolla durante la etapa larval hasta abeja adulta, se considerada de distribución cosmopolita (Richards, 2018), con predilección por los zánganos debido a su tamaño (SENASA, 2021c). En la actualidad, se menciona que consume cuerpos grasos “vitelogenina” y no sólo hemolinfa (Ramsey et al., 2019). E tejido graso dañado conduce a reducción de vida, desequilibrio en el metabolismo y debilita el sistema inmune (INTA, 2022).

Las heridas externas de las abejas causadas por ácaros *Varroa sp.*, pueden infectarse con bacterias, hongos y virus. En esa misma línea, existen cerca de cuatro virus que transmiten estos ácaros, siendo el más importante el Virus de Alas Deformes (USDA, 2021a). Las investigaciones estiman la disminución de la productividad con 10% de población de ácaros y con porcentajes de infestación más altos resulta el fin de la colonia (De Jong, 1997, citado por Díaz et al., 2019).

2.2.3. Varroa

El artrópodo *Varroa sp.*, se incluye en la clase arácnidos y clasificado en el orden ácaros. Los investigadores consideran al ectoparásito como el enemigo más dañino en las colonias en todo el mundo. Además, las publicaciones anteriores al año 2000, señalan a *Varroa jacobsoni* en lugar de *Varroa destructor*, y en la posteridad (Anderson y Trueman, 2000) demostraron con análisis moleculares que las poblaciones no corresponden a la especie reportada (SOLATINA, 2013).

Figura 2

Varroa destructor (Adulto hembra)



Nota. Adaptado de *Varroa female imago* [Fotografía], por Krister Hall, 2015, Flickr.

2.2.3.1. Origen y Distribución

El investigador Edward Jacobson en 1904, revela la presencia del ácaro en la abeja asiática (*Apis cerana*) en Indonesia, y la especie se denomina *Varroa jacobsoni*. Además, se asignaron como nuevo género (*Varroa*) y nueva familia (Varroidae). En la actualidad, el género comprende cuatro especies, pero ha quedado marcado que los ácaros se encuentran firmemente relacionadas con *A. cerana* (Oudemans, 1904; Delfinado-Baker y Baker, 1974; SOLATINA, 2013).

Durante los años sesenta se detectan especímenes en Rusia, Japón y China; posteriormente en los continentes de Europa y África. El asentamiento y diseminación desde Asia a América, se relaciona a los años setenta y ochenta respectivamente (INIFAP, 2011).

2.2.3.2. Clasificación taxonómica

Los ácaros de *Varroa sp.*, infestan varias especies como a *A. cerana*, *A. koschevnikovi* y *A. nigrocincta*, y escasamente su presencia en *A. nuluensis* o *A. indica*. Sin embargo, aquellos ácaros encontrados en *A. nigrocincta*, probablemente no eran nativos para la especie de abeja, más bien su presencia se debe a la interacción con *A. ceranae* (Anderson y Trueman, 2000).

Tabla 2

Taxonomía de Varroa según Lindquist et al. (2009)

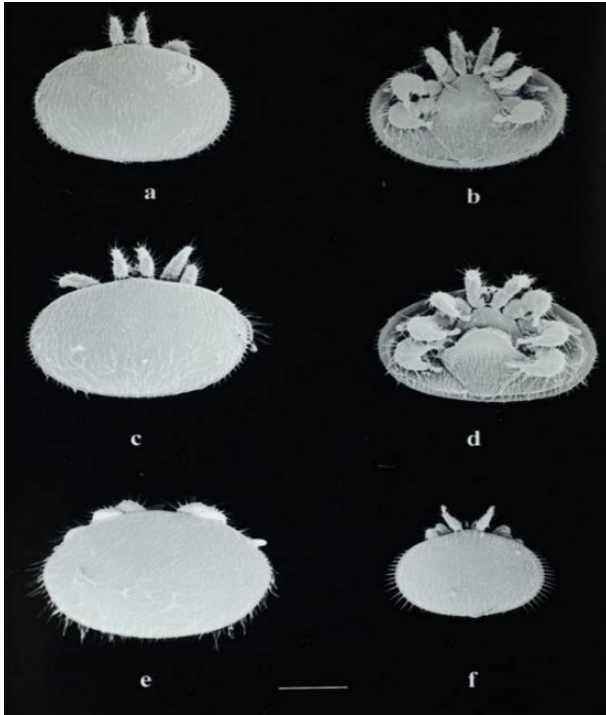
Reino:	Animal
Filo:	Artrópodos
Clase:	Arachnida
Subclase:	Acari
Superorden:	Parasitiformes
Orden:	Mesostigmata
Familia:	Varroidae
Género	Varroa
Especies:	<i>Varroa jacobsoni</i> (Oudemans, 1904), <i>Varroa underwoodi</i> (Delfinado Baker y Aggarwal, 1987), <i>Varroa rindereri</i> (De Guzman y Delfinado Baker, 1996), <i>Varroa destructor</i> (Anderson y Trueman, 2000).

2.2.3.3. Especies de *Varroa*

Los ácaros *Varroa*, infestan abejas melíferas asiáticas relacionadas con *Apis cerana*, y se notifican distintas cuatro especies de relevancia mundial. Actualmente, *V. destructor*, presenta dos haplotipos que parasitan *Apis mellifera* L. (Dietemann et al., 2013); tanto el haplotipo japonés/tailandés se reporta en Asia y América, mientras el haplotipo coreano distribuido alrededor del planeta (OMSA, 2011).

Figura 3

Especies de Varroa sp.



Nota. Adaptado de *Varroosis de las abejas melíferas*, por OMSA, 2021. (a-b. *Varroa jacobsoni*, c-d. *Varroa destructor*, e. *Varroa rindereri*, f. *Varroa underwoodi*).

La importancia de los estudios en los años 2000, en determinar que los ácaros de *V. jacobsoni* afectan *A. mellifera* (Anderson y Trueman, 2000). Durante los siguientes años, la especie *V. jacobsoni*, se denuncia la presencia en el país insular de Papúa Nueva Guinea (Roberts et al., 2015).

2.2.3.4. Ciclo biológico

Se desarrolla en dos fases; inicialmente con la fase de dispersión o forética, cuando el ácaro hembra parasita las abejas adultas y sirven como vehículo para infestar otras colonias. Finalmente, la fase denominada reproductiva, en la que se parasita los estados larvales de obreras y zánganos previo a la operculación, y que continúan con la reproducción al interior de la celda (OMSA, 2021).

Las fases de desarrollo del ácaro hembra comienzan desde huevo, protoninfa, deutoninfa, joven y adulto. Además, el período en días se refleja para hembras con 5,8 y para machos 6,6. La varroa adulta perfora un orificio en la pupa y organiza a los ácaros juveniles para alimentarse de hemolinfa por una serie de turnos al interior de la celda (Masaquiza et al., 2019).

Figura 4

Fases de desarrollo del ácaro Varroa



Nota. Adaptado de *Prevención de Varroosis y suplementación*. (p. 14), por INIFAP, 2011.

(a. protoninfa, b. deutoninfa, c. adulto, d. hembra joven, e. hembra adulta, f. macho adulto)

2.2.3.4.1. Fase forética

Comprende al período de tiempo desde días hasta meses, en que los ácaros hembras se encuentran fértiles y se transportan en los integrantes de la colmena (Nazzi & Le Conte, 2016). Además, mantienen cierta preferencia con abejas nodrizas por la elevada probabilidad de transportarse hacia celdas de cría (OMSA, 2021). Igualmente, el ciclo de vida es cercano a

cien días, y llegando mantenerse con inanición hasta nueve días (Guzmán & Correa, 2012).

Por las consideraciones anteriores, los ácaros se diseminan a colonias cercanas debido a prácticas de manejo como al intercambiar colonias de abejas fuertes con frágiles, la propagación entre regiones con similares ambientes, y durante el pillaje de alimento entre colmenas (James & Zettel, 2022).

2.2.3.4.2. Fase reproductiva

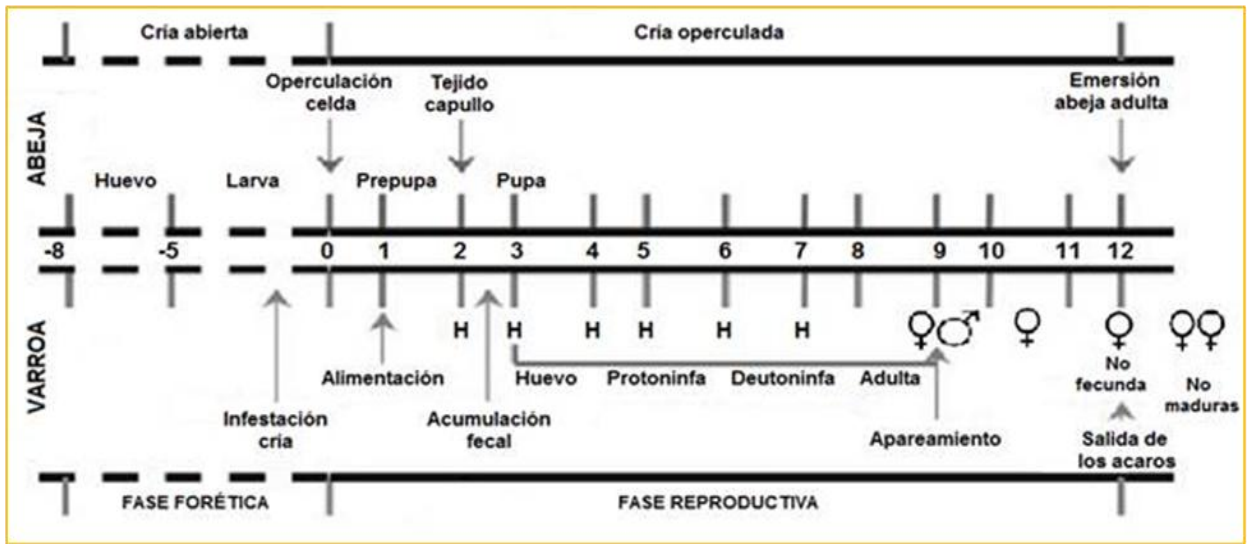
Las hembras adultas fértiles ingresan y se ocultan en el interior de la celda, precisamente por debajo del alimento para permanecer estáticas durante el desarrollo de la larva. Seguidamente en la pupa se provoca heridas para alimentarse, y dentro de 60 a 70 horas, el huevo inicial da vida al ácaro macho y posteriormente nacen las varroas hembras (De La Sota & Bacci, 2005).

El ácaro macho cuando alcanza la madures sexual se aparea con sus hermanas hasta siete veces para producir hasta 30 huevos a través de su vida (Virginia Tech., 2019). Adicionalmente, se menciona que la hembra fecundada ubica desde cinco huevos en celdas de obreras y hasta siete en las zanganeras (De La Sota, & Bacci, 2005). En último lugar, el ácaro macho muere por inanición pocas horas después de aparearse (Guzmán & Correa, 2012).

Al finalizar el desarrollo, las abejas obreras y zánganos viajan con las varroas (madre e hija), para convertirse en ácaros foréticos de otras abejas adultas (USDA, 2021b). Al año existe aumento exponencial de ácaros con 24 a 30 ciclos de reproducción (Australian Government, 2024).

Figura 5

Desarrollo biológico de Varroa sp., en fase forética y fase reproductiva.



Nota. Adaptado de “*Varroasis y mecanismos de defensa de la abeja melífera*” (p. 4), por D. Masaquiza et al., 2019.

2.2.3.5. Aspectos morfológicos de *Varroa*

El ácaro expone dimorfismo sexual en hembra y macho con disparidad en dimensión y figura (De La Sota, & Bacci, 2005). Por su parte, el idiosoma se constituye por una sólida membrana de quitina. Asimismo, las setas en el cuerpo permiten sujetarse de la abeja, y sus cuatro pares de patas realizan funciones táctiles-olfativas y de locomoción (FMVZ-UNAM, 2022).

A la madurez, los ácaros hembra poseen cuerpo plano con forma oval (1.6 mm x 1.1 mm) y color marrón rojizo (APHA, 2024). Comparativamente, los machos adultos tienen cuerpo redondeado (0.75 mm x 0.88 mm), color amarillo con patas oscuras (James & Zettel, 2022), y se distinguen por patas largas y tamaño corporal más pequeño (Virginia Tech., 2019).

2.2.3.6. Morfología externa

El cuerpo (soma) de *Varroa sp.*, se diferencian dos zonas denominadas gnatosoma e

ideosoma (Monge, 2021). Según se ha citado, el idiosoma carece de segmentación, pero el gnatosoma tiene tres segmentos catalogados quelíceros y dos pedipalpos divididos. Así también, la hendidura genital, se ubica en fila IV de patas y la hendidura anal cercana al extremo (Richards, 2018).

Los estigmas respiratorios se sitúan en la parte lateral del cuerpo, y se asocian con la estructura esclerotizada llamado peritremo (Estrada & Acuña, 2021). El peritremo es crucial para la supervivencia de *Varroa sp.*, debido a que funciona como tubo de respiración y alimentación (Ramírez, 2023).

La cutícula externa altamente esclerotizada, proporciona protección contra la agresión de las abejas, debido a un patrón químico similar al del hospedador para la evasión de abejas sanitarias (James & Zettel, 2022).

2.2.3.6.1. Gnatosoma

A propósito de lo citado, el gnatosoma, representa la región anterior del cuerpo del ácaro, con funciones principales en la alimentación y quimiosensibilización del ácaro varroa en la abeja (Nganso et al., 2024). Se encuentra compuesta por quelíceros y pedipalpos, estos últimos disponen de terminaciones especializadas en movilidad y fijación a hospedadores denominada ambulacro (Yevstafieva & Nasarenko, 2018).

2.2.3.6.1.1. Quelíceros

Se describen como piezas bucales primarias trisegmentados, varían según la alimentación y disponen una terminación en forma de pinza llamada “quela”, que permite el agarrarse y perforación del hospedador. En consecuencia, pueden modificarse por órganos de punción y fijación, manteniendo la forma para asimilación de sangre o líquidos tisulares

(Maciá et al., 2023).

2.2.3.6.1.2. Pedipalpos

Los principales apéndices del gnatosoma son definidos como palpos o pedipalpos, con seis segmentos lateralmente comprimidos, equipados con sensores químicos y táctiles, que le facilitan la búsqueda de comida y señales ambientales (Mullen & Connor, 2019). Con base a la estructura, poseen receptores mecánicos y químicos (Richards, 2018).

Las funciones de alimentación, cortejo, y defensa en distintos grupos de ácaros (Townsend & Enzmann, 2018).

2.2.3.6.2. Idiosoma

El cuerpo posterior se denomina idiosoma, compuesto por tórax y abdomen. Es evidente, la inmensa diversidad, quetotaxia y nivel de dureza del idiosoma en diferentes grupos de ácaros. Las estructuras externas primarias, se involucran en funciones de locomoción, respiración, transferencia espermática, recepción sensorial, secreción y osmorregulación (Dhooria, 2016).

2.2.3.6.3. Escudos del cuerpo

Los ácaros parasitiformes del orden Mesostigmata protegen su cuerpo con una serie de placas o escudos corporales (Estrada & Acuña, 2021). Se describen varios escudos en el cuerpo de *Varroa sp.*, (dorsal, genital, anal y metapodal) con variaciones en tamaño, pero indispensables para diferenciación entre poblaciones (Farjamfar et al., 2018).

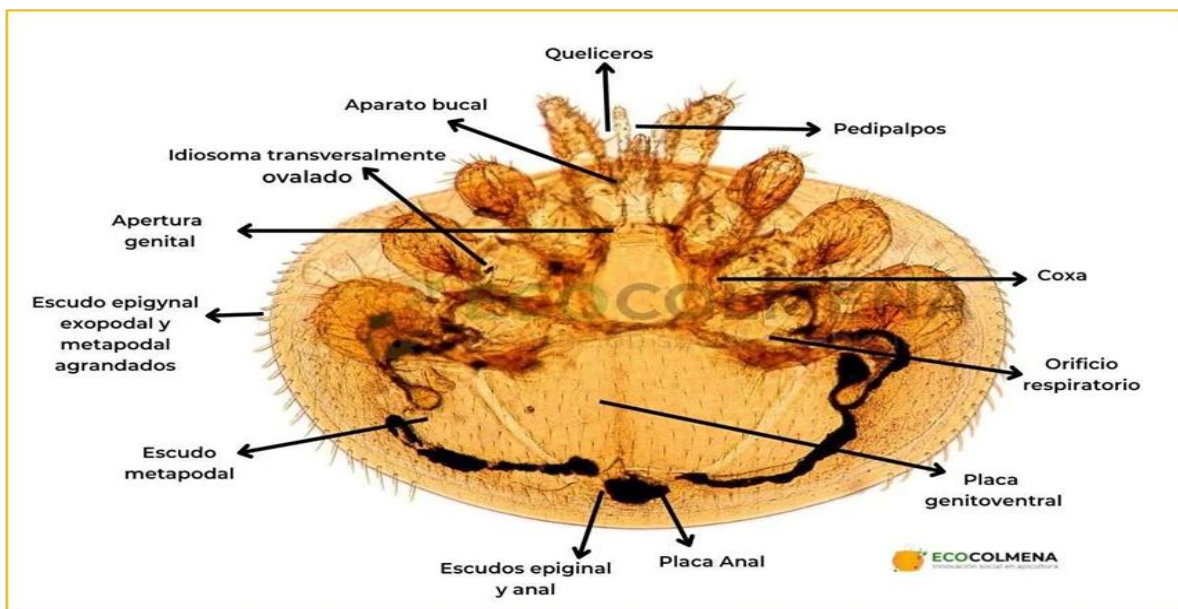
2.2.3.6.4. Patas

Los ácaros parasitiformes como *Varroa sp.*, evidencian la zona del podosoma constituido por cuatro pares de patas, igualmente, se subdivide en propodosoma al dúo de

patas delanteras y metapodosoma al dúo de patas traseras (Monge, 2021). Además, se denomina prosoma, a la combinación de propodosoma y metapodosoma (Dhooria, 2016).

Figura 6

Morfología externa de Varroa destructor.



Nota. Adaptado de *Varroa destructor, el ácaro que mata abejas* [Fotografía] por Ecocolmena, 2024.

2.2.4. Morfometría

El análisis de covarianza de formas por factores subyacentes, se denomina morfometría. Durante las últimas décadas, mediante estudios descriptivos, se utilizan para análisis y representación de múltiples formas de organismos en las ciencias biológicas (Sheets, 2010). Así también, con la evolución de equipos tecnológicos y paquetes estadísticos, se minimiza la dificultad de hallar diferencias en la relación y comparación de características entre categorías de estudio (Toro et al., 2010). La incorporación de estudios morfométricos,

orientados al análisis filogenético permiten la identidad de estados, agrupación de grupos y diversidad de caracteres taxonómicos (De Luna, 2020).

2.2.4.1. Principios del análisis morfométrico

Desde inicios en biología, se fomenta la evaluación anatómica de seres vivos, con ello se determinan variaciones en las especies (López, 2015). La morfometría tradicional, a lo largo de los años treinta, incorpora innovadoras técnicas estadísticas multivariadas (Villalobos & Benítez, 2020). Al principio, las pesquisas en la determinación morfológica de organismos, se realizan de forma cualitativa, pero con el pasar de los años, se observa la transición a estudios cuantitativos en el siglo XX (López, 2015).

La morfometría se categoriza en tradicional y geométrica, destacando a la mayoría de investigaciones con el uso de morfometría tradicional, sin embargo, la morfometría geométrica se aplica en la actualidad (Villalobos & Benítez, 2020).

2.2.4.2. Tipos de Morfometría

Según Sheets (2010), existen tres estilos principales de morfometría:

- Morfometría tradicional: Involucra mediciones longitudinales, proporciones o ángulos.
- Morfometría geométrica basada en puntos de referencia: Aplica configuraciones de lugares anatómicos discretos definidos por sus coordenadas cartesianas.
- Morfometría geométrica basada en contornos: La evaluación se centra en la forma de las curvas o perímetros sin puntos de referencia fijos.

2.2.4.2.1. Morfometría tradicional

El primer método tradicional, sostiene el enfoque cuantitativo con especificidad para

mediciones de distancias lineales (longitud, ancho y altura), posteriormente, cuando aplican las herramientas estadísticas multivariadas se puntualizan los modelos de cambio entre los grupos con ciertas dificultades en análisis de forma y representación gráfica (Gunz, 2019).

La morfometría tradicional, se ha aplicado ampliamente en diversos campos, incluyendo botánica, zoología y antropología, con ello se comprende las variaciones morfológicas entre especies. Con referencia a los estudios en animales, se aplica para clasificación taxonómica y comprensión de relaciones evolutivas (Gonçalves et al., 2015).

Diversos estudios relatan, su aplicación en estimación de enfermedades, estructura poblacional, gestión de especies e investigaciones ecomorfológicas. Además, los métodos de morfometría detectan reducidas diferencias en hallazgos microscópicos, por lo tanto, incrementa confiabilidad y reproducibilidad de resultados en investigaciones (Guschin, 2024).

En fin, las disparidades morfométricas en las poblaciones de un organismo se reconocen como importantes para evaluación de estructuras y formación de base científica para clasificación. Así también, la morfometría tradicional o estándar se complementa con métodos avanzados de morfometría geométrica para valoración de imágenes, estudio de componentes principales, redes de truss y examen multivariado (Tripatía, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se describe como no experimental transversal descriptiva, específico para estudio de fenómenos en contexto natural y se evita manipulación de variables. Los datos recolectados se evalúan en período temporal de tiempo garantizando la observación de características que refleja una población (Hernández-Sampieri, 2018).

3.2. Población o muestra

El estudio incluyó un total de 152 especímenes de varroa adulta, debidamente identificados, registrados y conservados en Área de Parasitología del LDR Tungurahua de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – AGROCALIDAD.

3.3. Prueba de Hipótesis

H₀: No existen variaciones morfométricas en poblaciones de *Varroa* parasitando *Apis mellifera* L. en apiarios de la provincia de Tungurahua.

H₁: Existen variaciones morfométricas en poblaciones de *Varroa* parasitando *Apis mellifera* L. en apiarios de la provincia de Tungurahua.

3.4. Recolección de información

3.4.1. Ubicación

La presente investigación se realizó a partir de especímenes recolectados en siete localidades en cuatro cantones correspondiente a la provincia de Tungurahua, que fueron almacenados en al Área de Parasitología del LDR Tungurahua de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – AGROCALIDAD, ubicado en el cantón Ambato, bajo

condiciones geográficas de latitud 1° 16' 28" S, longitud 78° 37' 53" W y altitud de 2749 m.s.n.m.

3.4.2. Materiales, equipos y reactivos

Tabla 3

Materiales, equipos y reactivos.

Unidades	
Gradilla	Caja para portaobjetos
Portaobjetos	Papel toalla
Cubreobjetos	Pinzas entomológicas
Microviales 150 µL	Tubo falcón de 50 ML
Guantes de nitrilo	Agujas entomológicas
Gafas de protección	Regla micrométrica
Mandil	Frascos boca ancha
Tamiz fino (N° 5)	Tamiz grueso (N° 7)
Estereomicroscopio	Incubador de aire forzado
Alcohol 70°	Medio Hoyer

3.4.3. Obtención de especímenes de *Varroa*

La obtención de la muestra se realizó en base al cálculo de muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, estableciendo el tamaño de la población objetivo a 73 apiarios que coinciden con el catastro en el año 2023.

De esta manera, se recolectaron muestras de 7 apiarios en cuatro cantones de Tungurahua, mediante actividades de vigilancia epidemiológica de la Autoridad Nacional Sanitaria Agropecuaria, Agrocalidad. Los especímenes fueron conservados en frascos con alcohol de 70° a temperatura ambiente hasta el análisis morfométrico.

Figura 7

Apiarios evaluados en cantones de la provincia de Tungurahua

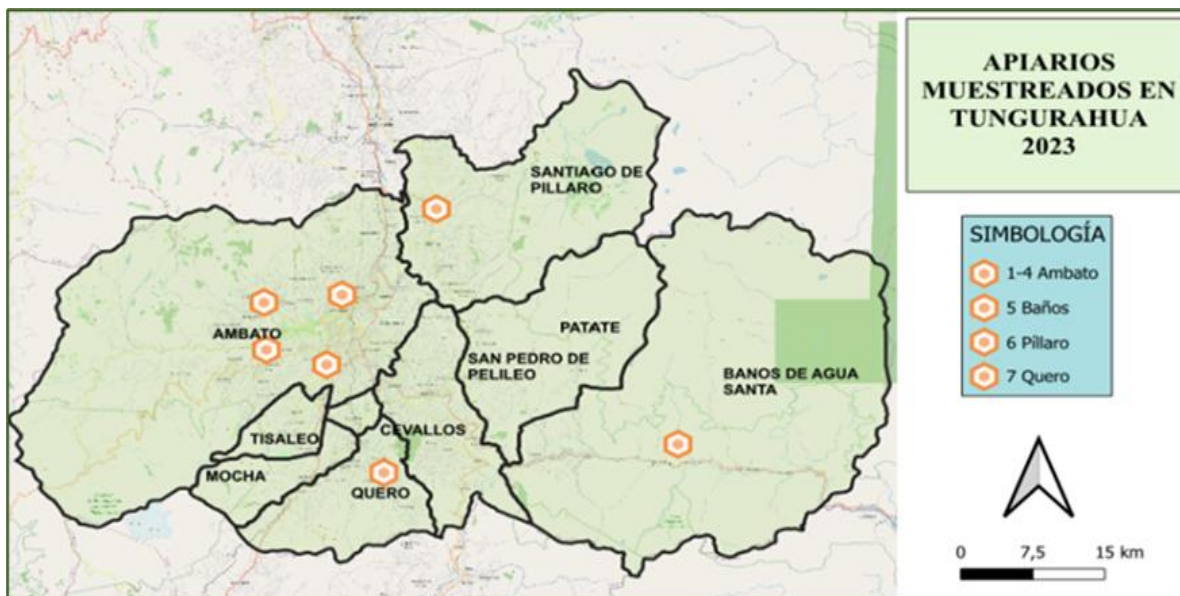


Tabla 4

Localidades muestreadas.

N° Apiario	Dirección	Cantón	Parroquia
1	La Elevación	Ambato	Juan B. Vela
2	Barrio Runtún	Baños	Baños
3	San Pedro	Píllaro	San Andrés
4	Quindialó	Ambato	Quisapincha
5	San Juan	Ambato	Huachi Grande
6	El Empalme	Quero	Quero
7	Palmito	Ambato	Pinllo

Las 27 muestras provenientes de colmenas registradas, contenían de 200 a 250 abejas con referencia en Agrocalidad (2023), fueron analizadas mediante la metodología De Jong et

al. (1982) descrita en OMSA (2021), y se colocaron abejas en un sistema de tamiz doble (3-4 mm grueso superior y <0.5 mm fino inferior). Posteriormente, se agitaron las muestras con abundante agua a presión, desprendiendo los ácaros de las abejas, que por gravedad se depositan en el fondo del tamiz fino, que finalmente, fueron recolectados, etiquetados y almacenados en microviales de 1.5 µL con alcohol a 70° a temperatura ambiente hasta su evaluación.

Tabla 5

Colmenas y especímenes muestreados.

Cantones	Nº de colmenas	Nº de especímenes de <i>Varroa</i>
Ambato	14	70
Baños	5	61
Píllaro	3	10
Quero	5	11

3.4.4. Procesamiento de especímenes de *Varroa*

Después de ser recolectados, se prepararon placas para observación al microscopio con los especímenes de *Varroa* siguiendo la metodología (Henderson, 2001); la cual consiste en colocar los especímenes de *Varroa* de manera ventro dorsal en la parte central del portaobjeto usando líquido de Hoyer. Posteriormente, se colocó un cubreobjeto y se sometió a secado en un incubador de aire forzado a 40 °C durante 1 semana, para promover el aclaramiento de los especímenes.

Para realizar las mediciones morfométricas, los objetivos del equipo estereomicroscopio fueron calibrados usando una regla micrométrica de 1 DIV = 0.01 mm.

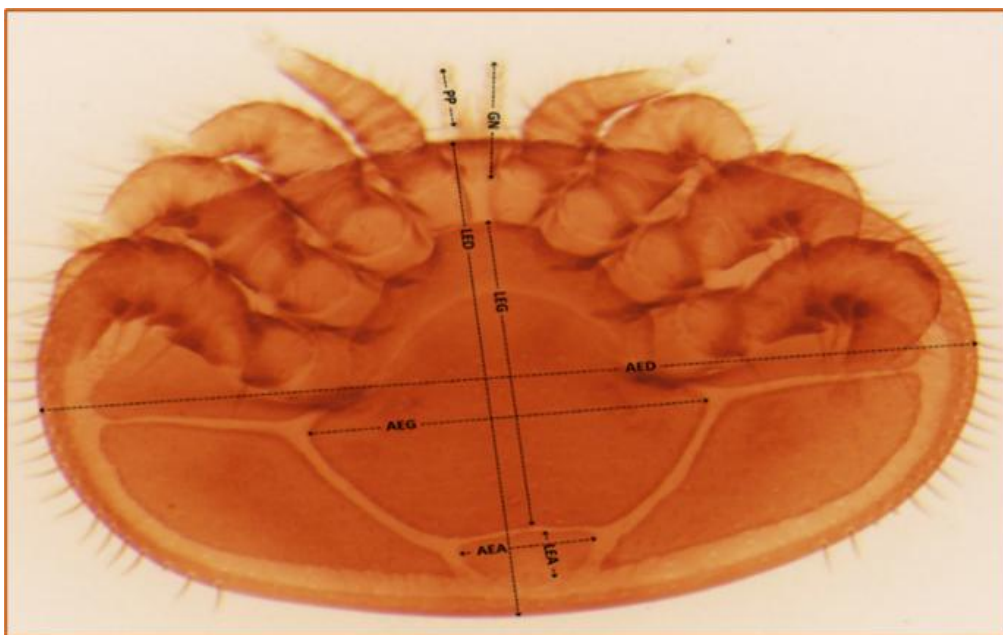
Finalmente, las mediciones fueron realizadas con ocular de 5X auxiliado con el software para la captura de imágenes.

3.4.5. Análisis morfométrico

Las mediciones morfométricas de los especímenes de *Varroa* incluyó ocho variables en cada uno de los 152 especímenes: ancho del escudo dorsal (AED), largo del escudo dorsal (LED), ancho del escudo genital (AEG), largo del escudo genital (LEG), ancho del escudo anal (AEA), largo del escudo anal (LEA) (Domínguez-Rebolledo et al., 2022). Adicionalmente se incluyeron las medidas del gnatosoma (GN) y pedipalpo (PP) (Fig. 8).

Figura 8

Descripción de las variables anatómicas en Varroa sp.



3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico

La determinación de especie de *Varroa* que parasita en localidades de Tungurahua, se ejecutó mediante comparación de medias con investigaciones desarrolladas en el campo

académico, que se establecieron en dos puntos anatómicos específicos: Ancho Escudo Dorsal (AED) y Largo Escudo Dorsal (LED). El estudio de las diferencias morfométricas en ocho puntos anatómicos entre apiarios en cuatro localidades de Tungurahua, se realizaron por comparación de medias con una prueba de ANOVA. Además, se realizó la comparación múltiple de medias de Tukey ($P < 0.005$), para la determinación de morfotipos mediante un análisis de conglomerados K medias, ante la situación planteada, se empleó el Programa Statistix versión 10,0.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la especie de *Varroa* sp. en localidades de la provincia de Tungurahua

De acuerdo con la comparación con estudios morfométricos previos, se identificaron dos caracteres morfológicos [ancho del escudo dorsal (AED) y largo del escudo dorsal (LED)] que permitieron identificar como *Varroa destructor* a los especímenes recolectados en este estudio. En promedio, el ancho del escudo dorsal alcanzó valores de 1693,9 μm , mostrándose próximos a los valores reportados para *V. destructor* (Tabla 7). De la misma manera, el valor promedio del largo del escudo dorsal en los especímenes estudiados fue de 1148, 8 μm , que fue similar a las mediciones reportadas por estudios previos (Anderson & Trueman, 2000; Zhang, 2000; Boudagga et al., 2003; Rahmani et al., 2006; Cruz, 2017).

Tabla 6

Comparación de valores morfométricos de Varroa sp., recolectados en Apis mellifera de distintas localidades en la provincia de Tungurahua.

Especies	Ancho Escudo Dorsal (AED)	Largo Escudo Dorsal (LED)
<i>V. destructor</i> (Anderson & Trueman, 2000); n=42	1708,9	1167,3
<i>V. jacobsoni</i> (Anderson & Trueman, 2000); n=73	1506,8	1063,0
<i>V. destructor</i> (Zhang, 2000); n=5	1700,0	1159,0
<i>V. destructor</i> (Boudagga et al., 2003) n=60	1735,5	1188,9
<i>V. destructor</i> (Rahmani et al., 2006); n=180	1782,4	1198,8
<i>V. destructor</i> (Cruz, 2017); n=48	1773,7	1152,8
<i>V. destructor</i> (Tungurahua - Ecuador); n=152	1693,9	1148,8

Con base al estudio morfométrico, las variables ancho del escudo dorsal (AED) y largo del escudo dorsal (LED), mostraron valores que sugieren definir que las poblaciones en estudio corresponden a *Varroa destructor*. De acuerdo con la OMSA (2021), los especímenes de *V. destructor* muestran un mayor tamaño que *V. jacobsoni*. Adicionalmente, de acuerdo con las mediciones presentadas en estudios realizados por Anderson y Trueman (2000), Zhang (2000), Boudagga et al. (2003), Rahmani et al. (2006), sustentan la idea que *Varroa destructor* se encuentra parasitando los apiarios de *Apis mellifera L.*, en Tungurahua - Ecuador.

A pesar de ser consideradas como especies crípticas, Anderson y Trueman (2000), identificaron que la especie *V. destructor* tiene diferencias con *V. jacobsoni*, con una evidente distinción en cuanto al rango de distribución geográfica y de especies hospederas. Adicionalmente, estos autores no lograron identificar otro carácter morfológico, a excepción del tamaño del cuerpo, para distinguir a ácaros hembras de ambas especies.

Originalmente se consideró que *V. destructor* era una especie nativa de Asia, donde parasitaba a la abeja oriental (*A. cerana*), sin embargo, esta especie de ácaro ha logrado parasitar a la abeja occidental (*A. mellifera*), por lo que actualmente es de distribución mundial (OMSA, 2021). Resulta oportuno mencionar, que en la totalidad de países americanos se han reportado la presencia de *V. destructor*. En consecuencia, se han referido la ocurrencia del 100% en las colmenas muestreadas en la zona del este de México, pues un 46,2% de las colonias presentaron 0.5 a 22.1 % de infestación (Martínez-Cesáreo et al., 2016).

La distribución global del ectoparásito *V. destructor*; convierte a las investigaciones de suma importancia para la apicultura moderna, debido a que la invasión incide directamente en la salud, productividad y sostenibilidad de la colonia (Erdem et al., 2024).

4.2. Variabilidad morfométrica de poblaciones de *V. destructor* en Tungurahua.

La evaluación morfométrica de las poblaciones de *V. destructor*, recolectados en siete planteles apícolas de Tungurahua, mostraron variaciones en los parámetros morfométricos considerados en el estudio: ancho escudo dorsal (AED), largo escudo dorsal (LED), ancho escudo genital (AEG), largo escudo genital (LEG), ancho escudo anal (AEA), largo escudo anal (LEA) (Tabla 8). Contrariamente, si se detectaron diferencias en cuanto a largo del gnatosoma (GN) y pedipalpo (PP), observándose que gnatosoma mantuvo mayor longitud en los ácaros provenientes de Quero y Ambato con longitudes de 260,58 y 250,51 μm , respectivamente. Mientras tanto, el gnatosoma de los ácaros recolectados en Baños y Pillaro fueron 15,8% y 12,5% más pequeños cuando se comparó con el gnatosoma de los ácaros de Quero (Tabla 8).

Tabla 7

Evaluación de variabilidad morfométrica de V. destructor, recolectados en distintas localidades en la provincia de Tungurahua.

Característica morfométrica	Ambato	Quero	Baños	Píllaro
Ancho del Escudo Dorsal (AED)	1704,2 ± 83,91a	1696,6 ± 64,06a	1687,2 ± 95,13a	1687,8 ± 49,13a
Largo del Escudo Dorsal (LED)	1156,7 ± 72,51a	1152,6 ± 55,52a	1154,0 ± 79,63a	1131,9 ± 16,80a
Ancho del Escudo Genital (AEG)	722,9 ± 23,28 ^a	714,9 ± 25,43 ^a	722,8 ± 30,30 ^a	714,4 ± 21,55a
Largo del Escudo Genital (LEG)	760,3 ± 27,69 ^a	767,3 ± 54,35 ^a	751,3 ± 35,50 ^a	742,4 ± 16,48a
Ancho del Escudo Anal (AEA)	264,9 ± 10,24 ^a	258,6 ± 12,54 ^a	265,2 ± 13,99 ^a	259,9 ± 15,33a
Largo del Escudo Anal (LEA)	99,9 ± 10,02 ^a	98,6 ± 8,906 ^a	101,9 ± 10,62 ^a	95,5 ± 9,93a
Gnatosoma (GN)	250,5 ± 39,25a	260,6 ± 31,72a	219,5 ± 22,76a	228,1 ± 26,77ab
Pedipalpo (PP)	141,6 ± 35,74a	141,3 ± 16,86ab	118,8 ± 20,62b	109,9 ± 17,15b

De la misma manera, las poblaciones analizadas de *V. destructor*, presentan diferencias con respecto a longitud del pedipalpo (PP). Es decir, el pedipalpo de los ácaros recolectados en apiarios de Ambato es significativamente más largo que los de Baños y Píllaro, los cuales resultaron ser 16,1% y 22,4% respectivamente más corto que la población de *V. destructor*, proveniente de Ambato.

4.3. Principal morfotipo de *V. destructor* en diferentes cantones de la provincia de Tungurahua.

Con respecto a la aplicación del Análisis de Componentes Principales (ACP), se explicó en los tres primeros componentes, con resultado del 74,76% en la variación morfométrica de *Varroa destructor*, de las diferentes poblaciones de *A. mellifera* en estudio (Tabla 9).

Tabla 8

Análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos de V. destructor en distintas localidades de la provincia de Tungurahua.

Autovalores iniciales			
Componente	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,631	32,891	32,891
2	2,066	25,829	58,720
3	1,284	16,046	74,766
4	0,783	9,789	84,555
5	0,582	7,276	91,831
6	0,310	3,880	95,711
7	0,215	2,683	98,394
8	0,128	1,606	100,000

Las variables morfométricas con mayor precisión en el componente 1., fueron el ancho del escudo dorsal (AED), ancho del escudo genital (AEG), largo del escudo genital (LEG) y ancho del escudo anal (AEA) (Tabla 10). Adicionalmente, las variables con mayor peso en el componente 2 fueron las relacionadas con la longitud del gnatosoma (GN) y pedipalpos (PP), mientras que en el componente 3, solo el largo del escudo dorsal (LED) tuvo el mayor peso, lo que sugiere la importancia de estas variables para la caracterización de la especie (Fig. 9).

Tabla 9

Valores de autovectores, varianza y porcentaje acumulado de cada variable morfométrica de V. destructor en distintas localidades de la provincia de Tungurahua.

Variable	Componentes		
	1	2	3
AED	0,636	-0,483	-0,523
LED	0,207	0,402	0,859
AEG	0,795	-0,393	0,239
LEG	0,723	0,077	0,148
AEA	0,705	-0,424	0,133
LEA	0,470	0,370	-0,025
GN	0,352	0,766	-0,349
PP	0,432	0,779	-0,234

Se describieron resultados semejantes por Silva et al., (2009) para *Laelaps flexa* y *Laelaps acuminata*, dos ectoparásitos de roedores. Estos autores encontraron que 71,51% de la variabilidad observada fue explicada por los tres primeros componentes, donde el primer componente agrupó las variables LPE, APE y LPG, las cuales mostraron mayor peso. En tanto,

el segundo componente, observó a variables con mayor precisión en LSGNA, INFJ5 y APD.

Finalmente, el tercer componente, fijó a variables con mayor peso a LPA, LSGNA y APD. Con esto, demostraron la importancia de estos caracteres morfométricos en la caracterización de las especies estudiadas de laelápidos.

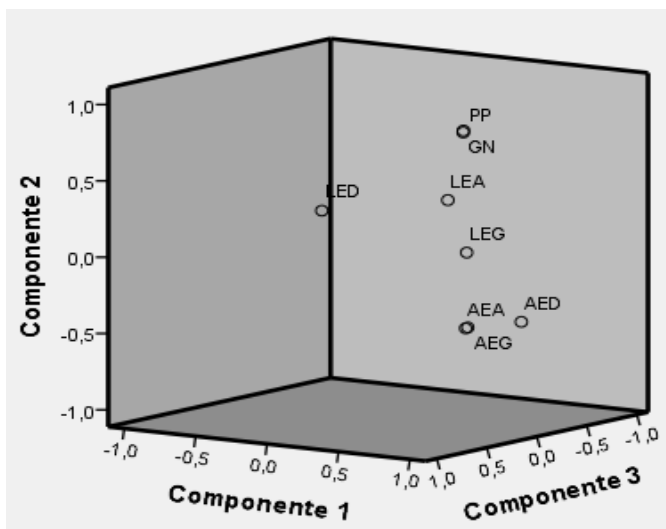
El manejo potencial del Análisis de Componentes Principales (ACP) en la evaluación de variabilidad de las estructuras morfológicas como en ácaros de la especie Mesostigmata, en general, existen pocos estudios relacionados a este tópico. Gettinger y Owen (2000) encontraron tres grupos morfológicamente diversos a *Androlaelaps rotundus* (Acari: Mesostigmata) originario de tres especies del orden Rodentia (roedores akodontinos) mediante la aplicación de ACP, lo cual permitió a los autores sugerir que *A. rotundus* constituye un complejo de especies no descritas hasta ahora.

Por otra parte, las variaciones morfológicas encontradas en especies de ácaros particularmente en la familia Laelapidae, sirvieron como base para proponer cambios en la taxonomía de este grupo. Botelho et al. (2002), basándose en la taxonomía numérica, propusieron la revalidación del género *Eubrachylaelaps* Swing para incluir a *A. rotundus*, el reconocimiento de *Echinolaelaps* como un subgénero de *Laelaps* y la división del género *Androlaelaps* en dos géneros: *Androlaelaps* y *Haemolaelaps*.

Con lo descrito, se establece que las investigaciones relacionadas con la morfología son cruciales para la valoración del comportamiento, generando estrategias de control más efectivas para la varroosis (Payró de la Cruz et al., 2024), lo cual se determinó que todas las poblaciones de ácaros presentes en los cantones de Tungurahua pertenecen a una sola especie.

Figura 9

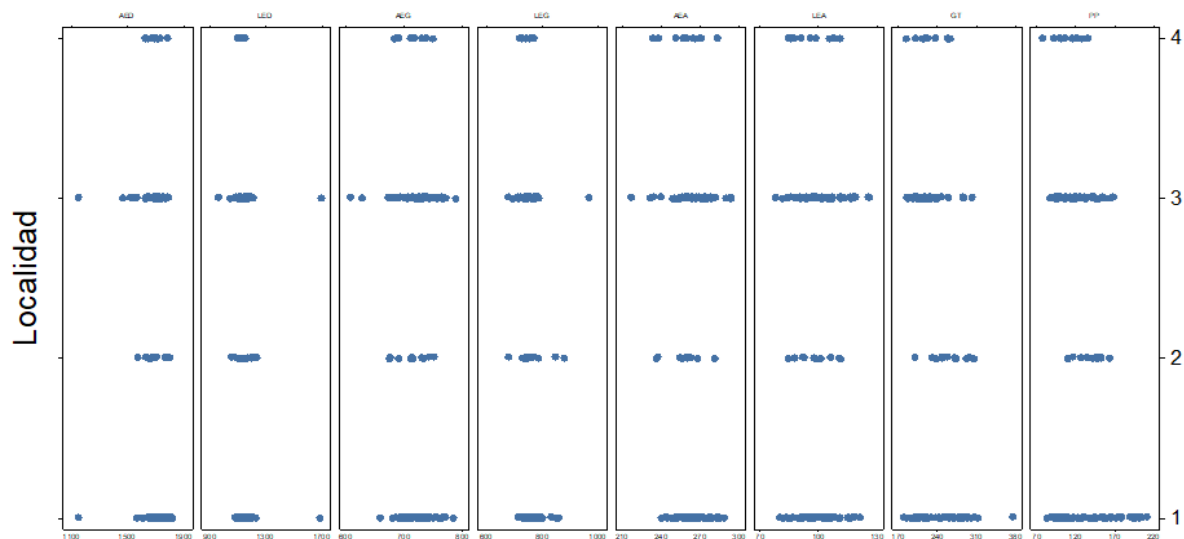
Diagrama tridimensional resultante del Análisis de Componentes Principales aplicada a las poblaciones de V. destructor en localidades de la provincia de Tungurahua.



a. Localidad

Figura 10

Representación de la dispersión, simetría y datos atípicos de las variables morfológicas de las poblaciones de V. destructor, recolectados en localidades de la provincia de Tungurahua.



4.4. Protocolo de evaluación morfométrica para determinación de *V. destructor*

El proceso puntualiza criterios necesarios para la evaluación morfológica de *V. destructor*; que se complementa al diagnóstico del porcentaje de infestación para ser utilizado por apicultores, investigadores, laboratorios de diagnóstico y la academia.

La presente investigación describe el Protocolo N° 1, de la siguiente manera:

Protocolo N° 1

Objetivo

Evaluar las características anatómicas del ácaro *Varroa destructor* en muestras de abejas nodrizas mediante las variaciones morfométricas

1. Generalidades

Las muestras para el análisis deberán estar acompañada de la documentación reglamentaria.

2. Definiciones

Ácaro: m. Zool. Arácnido generalmente de menos de un milímetro de longitud, con respiración traqueal o cutánea, con cefalotórax tan íntimamente unido al abdomen que no se percibe separación entre ambos, y que suele ser parásito de otros animales o plantas (RAE, 2023).

Parásito: Organismo animal o vegetal que vive a costa de otro de distinta especie, alimentándose de él y depauperándolo sin llegar a matarlo (RAE, 2023).

Estereomicroscopio: m. Ópt. lupa binocular (RAE, 2023).

Tamiz: Cedazo muy tupido (RAE, 2023).

Hoyer: Medio hidrofílico para montaje de insectos (Agrocalidad, 2023)

Muestra: Individuo o grupo de individuos extraídos de una población mediante un procedimiento de muestreo (Agrocalidad, 2023).

3. Instrucciones de Bioseguridad

El personal debe manejar todo material biológico asumiendo riesgo elevado de transmisión de enfermedad (zoonosis).

El personal debe estar dotado y utilizar la siguiente indumentaria como: Uniforme de laboratorio, gafas y guantes desechables (látex, nitrilo u otros) de protección.

4. Equipos, Materiales y Reactivos

4.1. Equipos

Estereomicroscopio

Estufa de aire caliente

4.2. Materiales

Tamiz fino (N° 5)

Tamiz grueso (N° 7)

Pinza anatómica

Cubreobjetos

Portaobjetos

Regla micrométrica

Ajugas entomológicas

Microviales

4.3. Reactivos

Alcohol 70°

Medio Hoyer

5. Desarrollo

5.1. Preparación del espécimen

5.1.1. Obtención de *Varroa*: Método De Jong et al., (1982).

5.1.2. Conservación

5.2. Desarrollo del análisis

5.2.1. Montaje

5.2.1.1. Fijación: Dorsal en placas porta objetos

5.2.1.2. Decoloración: Medio Hoyer

5.2.1.3. Secado: 5 días en estufa de secado a 40 °C

5.3. Evaluación morfométrica

5.3.1. Medición de Puntos Anatómicos en Estereomicroscopio:

1. Ancho del Escudo Dorsal (AED)
2. Largo del Escudo Dorsal (LED)
3. Ancho del Escudo Genital (AEG)
4. Largo del Escudo Genital (LEG)
5. Ancho del Escudo Anal (AEA)
6. Largo del Escudo Anal (LEA)
7. Gnatosoma (GN)
8. Pedipalpo (PP)

5.4. Resultados

Los valores que se mantienen en el rango de AED: 1696 μm a 1757 μm y LED: de 1128 μm a 1178 μm pertenecen a la especie *Varroa destructor*.

Los valores que no se encuentren dentro de este rango se registran como *Varroa sp.*

5.4.1. Registro de resultados

LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA ANIMAL		HOJA N° 01
FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS DE MORFOMETRIA EN VARROA		
<u>Datos Generales</u>		
Fecha inicio y fin de análisis:	Número y tipo de muestras:	Fecha de aplicación:
Número de caso:	Tratamiento previo (Si/No):	Nombre producto:
<u>Mediciones</u>		
1. Ancho Escudo Dorsal(AED):...μL	2. Largo Escudo Dorsal(LED):...μL	
3. Ancho Escudo Genital(AEG):...μL	4. Largo Escudo Genital(LEG):...μL	
5. Ancho Escudo Anal(AEA):...μL	6. Largo Escudo Anal(LEA):...μL	
7. Gnatosoma (GN):...μL	8. Pedipalpo (PP):...μL	
		
Analizado por:	Resultado:	Firma:

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS

5.1. Conclusiones

En conclusión, nuestra investigación determinó que mediante el análisis morfométrico del ancho del escudo dorsal (AED) y largo del escudo dorsal (LED), al ácaro *Varroa destructor*, como la principal especie que afecta los apiarios en varios cantones de Tungurahua.

El estudio demostró, la existencia variaciones morfológicas de *Varroa destructor* en las localidades de Tungurahua. Los resultados evidencian significancia en la longitud del gnatosoma (GN) para Quero y Ambato comparados con Baños y Píllaro, además los pedipalpos (PP) de Ambato fueron más largos de aquellos ácaros de Baños y Píllaro.

El análisis de componentes principales (ACP) de *Varroa destructor*, permitió encontrar un único morfotipo con mayor precisión en cuatro variables anatómicas (AED, AEG, LEG y AEA) en las localidades de Tungurahua, determinando que los hallazgos se favorecen por la cercanía geográfica de los apiarios.

La aplicación del protocolo técnico de evaluación morfométrica de *Varroa destructor*, complementó al análisis del porcentaje de incidencia. Es crucial, la inclusión del reporte de género y especie en los informes de resultados que emiten los laboratorios de diagnóstico veterinario.

5.2. Recomendaciones

La morfometría tradicional, es una herramienta inicial para la identificación entomológica de morfotipos en las especies de importancia económica, sanitaria y de soberanía alimentaria, por lo tanto, se sugiere su aplicación previa a estudios moleculares para la determinación de haplotipos de *Varroa destructor* presentes en el Ecuador.

Con referencia a los estudios revisados en esta investigación, la supervivencia del patógeno *Varroa*, se ligan a regiones anatómicas específicas, de tal manera, que se promueve el desarrollo de nuevas investigaciones experimentales en el que se incluyan los puntos anatómicos como la placa metapodal y los quelíceros.

La evaluación morfológica de *Varroa*, permite determinar la plasticidad del ácaro frente a factores medioambientales, practicas apícolas y comportamiento higiénico de la colmena, por lo cual, instamos se continúe con la evaluación de los especímenes de *Varroa* en las regiones del Ecuador.

Se recomienda que el análisis del porcentaje de incidencia se complemente con el protocolo de evaluación morfométrica de *Varroa*, para fortalecer las actividades de monitoreo, control sanitario y la eficacia de los tratamientos en el sector apícola.

5.3. Bibliografía

- AGROCALIDAD. (2015). Buenas prácticas apícolas [Archivo PDF]. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. <https://www.Agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/api2.pdf>
- AGROCALIDAD. (2016). Programa nacional sanitario apícola [Archivo PDF]. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. <https://www.Agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/api2.pdf>
- AGROCALIDAD. (2022). Orden de trabajo de laboratorios de la dirección de diagnóstico animal. PGC/LA/03-FO06. [Archivo PDF]. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. https://www.Agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/OK-PGC-LA-03-FO06-Rev.-9-Orden-de-trabajo-DDA-2022-2_compressed.pdf

Agrocalidad. (2023). Instructivo para manejo y preparación de ítem de ensayo [Archivo PDF].

https://www.Agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/10/int_da_01_rev_9_20230608.pdf

AGROSAVIA. (2015). Buenas Prácticas Apícolas.

<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/154/136/1088-1?inline=1>

Akimov IA., & Yastrebtsov A. (1985). Variability of some characters of the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904-a parasite of the honey bee. Dokl. AN USSR. Biol Nauki 9:58–60. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19850529576>

Anderson, D., & Trueman, J. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 24(3), 165–189.

<https://doi.org/10.1023/a:1006456720416>

Anexo 1. Obtención de muestras de *Varroa* mediante la Prueba de Lavado con Alcohol, descrito en la metodología de David de Jong.

APHA (2024). *Varroa*. BEEBASE. Unidad Nacional de Abejas de la Agencia de Salud Animal y Vegetal. <https://www.nationalbeeunit.com/diseases-and-pests/varroa>

Armijos, S. (2021, February 19). La producción de miel de abeja en Ecuador atrae a más participantes. *www.vistazo.com*. <https://www.vistazo.com/enfoque/la-produccion-de-miel-de-abeja-en-ecuador-atrae-mas-participantes-NGVI223806>

Australian Government. (19 de septiembre de 2024). Perfil de la plaga: Ácaro *Varroa*.

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry.

<https://www.agriculture.gov.au/about/news/three-chiefs-newsletter/pest-profile-varroa-mite>

Barcos, L. O. (2021). OIE y los desafíos para la sanidad animal mundial.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122672>

Benito-Murcia, M., Bartolomé, C., Maside, X., Bernal, J., Bernal, J. L., Del Nozal, M. J., Meana, A., Botías, C., Martín-Hernández, R., & Higes, M. (2021). Residual Tau-Fluvalinate in Honey Bee Colonies Is Coupled with Evidence for Selection for Varroa destructor Resistance to Pyrethroids. *Insects*, 12(8), 731.

<https://doi.org/10.3390/insects12080731>

Blauth, M.L., Butnariu, A.R., Marco, S., & Gottschalk (2016). The discrimination of sibling fruit fly species *Drosophila ananassae* and *D. malerkotiana* (Diptera, Drosophilidae) through wing traditional morphometry.

Botelho, J. R., Linardi, P. M., & De Maria, M. (2002). Alguns gêneros e subgêneros de Laelapidae (Acari: Mesostigmata) associados com roedores e relevados por medio de taxonomia numérica. *Lundiana* 3(1): 51–56.

Boudagga H., Barbouche N., Laârif A., & Hamouda MHB. (2003). Morphological identification of the Varroa species (Acari: Varroidae) colonizing Tunisian apiaries. *Systematic and Applied Ácarology. Systematic y Applied Acarology Society*. 8(1): 97-100. ISSN: 1362-1971. DOI: 10.11158/saa.8.1.12.

Carabajo Ocaña, K. (2015). Prevalencia del acaro varroa (*Varroa* sp.) en colmenares de las regiones norte y centro norte del Ecuador. Quito: UCE. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6446>

Castellanos-Potenciano, B. P., Rodríguez, J. a. V., & Ramos-Hernández, E. (2024). Factors that limit the productive use of *Apis mellifera* L.— a review. *International Journal of Tropical Insect Science*, 44(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01151-y>

- Cruz Araujo, Christyna Fernanda (2017). Determinación de las especies de Varroa presentes en apiarios del Valle de los Chillos (Ecuador), mediante morfometría geométrica. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. IASA I. Campus El Prado. <https://repositorio.espe.edu.ec/items/f5ef875a-c42b-4115-ae37-4828c35fc0c1>
- De Jong, D., De Jong, P. H., & Gonçalves, L. S. (1982). Weight Loss and Other Damage to Developing Worker Honeybees from Infestation with Varroa Jacobsoni. *Journal of Apicultural Research*, 21(3), 165–167.
<https://doi.org/10.1080/00218839.1982.11100535>
- De Jong, D., De Jong, P. H., & Gonçalves, L. S. (1982). Weight Loss and Other Damage to Developing Worker Honeybees from Infestation with Varroa Jacobsoni. *Journal of Apicultural Research*, 21(3), 165–167.
<https://doi.org/10.1080/00218839.1982.11100535>
- De La Cruz, E. P., Domínguez, M. V., Potenciano, B. P. C., & Reyes, R. R. (2024). Caracterización y clasificación morfológica de varroa y su distribución espacial, en colmenas comerciales del estado de Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.5690>
- De La Sota, M., y Bacci, M. (2025). Enfermedades de las abejas [Archivo PDF].
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_enfermedades_de_las_abejas_2005.pdf
- De Luna, E. (2020). Integrando análisis morfométricos y filogenéticos: de la sistemática fenética a la morfometría filogenética.
<https://www.redalyc.org/journal/574/57466093025/html/>

- Deneke, Y. A., Dero, B. S., & Mekonnen, A. S. (2023). Review on chalkbrood disease of honey bee. *Veterinary Medicine - Open Journal*, 8(2), 47–55.
<https://doi.org/10.17140/vmoj-8-176>
- Dhooria, M. (2016). Morfología y Anatomía de Acari. 41-61. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1594-6_4.
- Díaz Avalos, Alejandra Paola, Hurtado Mendoza, Carlos Alberto, Rodriguez Rodriguez, Roberto, Leiva Chimbor, Luis Andres, Rodríguez Soto, Juan Carlos, & Díaz Pretell, Luis Enrique. (2021). Determinación morfometría geométrica de Varroa sp. (Acari: Varroidae) ectoparásito de Apis mellifera L., costa norte del Perú, 2018. *Arnaldoa*, 28(3), 717-726. Epub 31 de diciembre de 2021.<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28314>
- Díaz, A. P., Hurtado, C. A., Rodríguez, R., Leiva, L. A., Rodríguez, J. C., & Díaz, L. E. (2021). Determinación por morfometría geométrica de Varroa sp. (Acari: Varroidae) ectoparásito de Apis mellifera L., costa norte del Perú, 2018. *Arnaldoa*, 28(3), 717-726. Epub 31 de diciembre de 2021.<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28314>
- Díaz-Monroy, B., Moyón-Moyón, J., & Baquero-Tapia, M. F. (2019). Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (Varroa destructor) en apiarios ecuatorianos. *Ciencia y Agricultura* 16(1), 63-78.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n1.2019.8832>
- Dietemann, Vincent & Nazzi, F. & Martin, Stephen & Anderson, Denis & Locke, Barbara & Delaplane, Keith & Wauquiez, Q. & Tannahill, C. & Frey, E. & Ziegelmann, Bettina & Rosenkranz, Peter & Ellis, J.D. (2013). Standard methods for varroa research in v dietemann; J d ellis; P neumann (eds) the coloss beebook, volume ii: Standard methods

- for apis mellifera pest and pathogen research. *Journal of Apicultural Research*. 52
- Dini, C., & García, N. (2022). *Manual de buenas prácticas en alimentación de abejas: un aporte a la calidad de la miel argentina*. 1ra edición ilustrada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Libro digital PDF.
- <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/12627>
- Dittes, J., Schäfer, M.O., Aupperle-Lellbach, H., Mülling, C.K., & Emmerich, I.U. (2020). Overt Infection with Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV) in Two Honey Bee Colonies. *Veterinary Sciences*, 7. <https://doi.org/10.3390/vetsci7030142>
- Domínguez-Rebolledo, Á., Quej-Chi, V., Chi-Maas, D., Lemus-Flores, C., Dzib-Cauich, D., & Loeza-Concha, H. (2022). Identificación morfométrica de la especie predominante de Varroa (Parasitiformes: Varroidae) en colonias de abejas en Hopelchén, Campeche. *Abanico Veterinario*, 12. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.21>
- Düttmann, C., Flores, B., Sheleby-Elías, J., Castillo, G., Osejo, H., Bermúdez, S.E., & Demedio, J. (2021). Morphotype and haplotype identification of Varroa destructor (Acari: Varroidae), and its importance for apiculture in Nicaragua. *Experimental and Applied Acarology*, 83, 527 - 544. <https://doi.org/10.1007/s10493-021-00603-9>
- Ellis, J. D., & Zettel, C. M. (2023). Ácaro Varroa (“Varroa”), Varroa destructor Anderson y Trueman (Arácnido: Acari: Varroidae). *EDIS*, 2023(4). <https://doi.org/10.32473/edis-in1416-2023>
- Estrada-Venegas, Edith & Acuna-Soto, Jesus & Chaires-Grijalva, Martha Patricia & Equihua-Martínez, Armando. (2021). Los Ácaros (Arachnida: Acari).
- FAO. (2021). *Good beekeeping practices for sustainable apiculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/285dd834-945f-4964-8b7d-d2a4c5aab293/content>

Farjamfar, M., Saboori, A., Nozari, J., & Hosseininaveh, V. (2018). Morphometric analysis in different geographical populations of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) associated with *Apis mellifera* colonies in Iran. *Systematic and Applied Acarology*, 23(10), 1915. <https://doi.org/10.11158/saa.23.10.4>

Farjamfar, M., Saboori, A., Nozari, J., & Hosseininaveh, V. (2018). Morphometric analysis in different geographical populations of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) associated with *Apis mellifera* colonies in Iran. *Systematic and Applied Acarology*, 23, 1915 - 1930. <https://doi.org/10.11158/saa.23.10.4>.

Formato, G., Rivera-Gomis, J., Bubnic, J., Martín-Hernández, R., Milito, M., Croppi, S., & Higes, M. (2022). Nosemosis Prevention and control. *Applied Sciences*, 12(2), 783. <https://doi.org/10.3390/app12020783>

Giménez Martínez, P., Mendoza, Y., Invenizzi, C., Fuselli, S., Alonso Salces, R., Fernández Iriarte, P., & Maggi, M. (2017). Morphometric correlation between *Apis mellifera* morphotypes (Hymenoptera) and *Varroa destructor* (Acari) from Uruguay. *Journal of Apicultural Research*, 56(2), 122–129. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1287998>

Gettinger, D., & Owen, R. (2000). *Androlaelaps rotundus* Fonseca (Acari: Laelapidae) associated with akodontine rodents in Paraguay: a morphometric examination of pleixenous ectoparasite. *Rev. Bras. Biol.* 60: 425–434.

Gonçalves, Michele & Blauth, Monica & Butnariu, Alessandra & Gottschalk, Marco. (2015). The discrimination of sibling fruit fly species *Drosophila ananassae* and *D.*

- malerkotliana (Diptera, Drosophilidae) through wing traditional morphometry. *Drosophila Information Service*. 98. 11-15.
- Gunz, P. (2019). Morfometría Geométrica. *Ciencia Arqueológica*.
<https://doi.org/10.1017/9781139013826.009>.
- Guschin, Y. (2024). Application of morphometry methods to assess histopathology in preclinical studies. *Laboratornye Zhivotnye dlya nauchnykh issledovaniy (Laboratory Animals for Science)*. <https://doi.org/10.57034/2618723x-2024-01-04>.
- Guzmán, E. & Correa, A. (2012). Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. <https://www.ipsa.gob.ni>
- Henderson, R. C. (2001). Technique for positional slide-mounting of Acari. *Systematic and Acarology Acarology Special Publications*, 7(1). <https://doi.org/10.11158/saasp.7.1.1>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- ICA. (2022). Guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura. Instituto Colombiano Agropecuario.
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/enfermedades-animales/programa-apicola/guia-pra-spa-g-014-v-1>
- ICA. (2024). Programa Sanitario Apícola. Instituto Colombiano Agropecuario.
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/enfermedades-animales/programa-apicola>
- INIFAP (2011). Prevención de Varroosis y Suplementación [Archivo PDF].
https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/manual_varroosis.pdf
- INTA. (2022, May 3). Monitoreo de varroa paso a paso [Video] Instituto Nacional de

Tecnología Agropecuaria. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=EeGwA6ke3iE>

INTA. (2022, May 3). Monitoreo de varroa paso a paso [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=EeGwA6ke3iE>

James, E., y Zettel, N. (octubre, 2022). Ácaro varroa. UF-IFAS. University of Florida.

Recuperado en junio 2010 de

https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/bees/varroa_mite.htm

Lindquist, E.E.; Krantz, G.W.; Walter, D.E. (2009) Order Mesostigmata. In: Krantz GW,

Walter DE (Eds.) A Manual of Acarology. Third Edition, Lubbock, Texas: Texas Tech University Press, p. 124-232.

Loeza-Concha, Henry, Domínguez-Rebolledo, Alvaro, Escalera-Valente, Francisco, Ávila-

Ramos, Fidel, & Carmona-Gasca, Carlos. (2018). Identificación morfométrica de

Varroa destructor y su plasticidad por la exposición a timol. Abanico veterinario, 8(2),

98-107. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.82.9>

López, A. (2015). Morfometría geométrica: el estudio de la forma y su aplicación en biología

[Archivo PDF]. <https://www.utm.mx/>

Maciá, A., Micieli, M. V., & Lareschi, M. (2023b). Acari (excepto Ixodida).

<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/156052>

MAG. (2018). Ecuador tiene 1760 apicultores registrados. Ministerio de Agricultura y

Ganadería. [https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-1760-apicultores-](https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-1760-apicultores-registrados/#:~:text=Quito%2C%206%20de%20julio%20de,%2C%20polen%2C%20p)

[registrados/#:~:text=Quito%2C%206%20de%20julio%20de,%2C%20polen%2C%20p](https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-1760-apicultores-registrados/#:~:text=Quito%2C%206%20de%20julio%20de,%2C%20polen%2C%20p)
[rop%C3%B3leo%20y%20cera.](https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-1760-apicultores-registrados/#:~:text=Quito%2C%206%20de%20julio%20de,%2C%20polen%2C%20p)

Maggi, M. D., Sardella, N. H., Ruffinengo, S. R., & Eguaras, M. J. (2009). Morphotypes of

- Varroa destructor collected in Apis mellifera colonies from different geographic locations of Argentina. *Parasitology Research*, 105(6), 1629–1636.
<https://doi.org/10.1007/s00436-009-1605-8>
- MAPA. (2024). Varroosis. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/varroosis/Varroosis.aspx>
- Marsky, U. (2024, March 13). Resistencia a los acaricidas: ¿un destino inevitable o un riesgo controlable? Veto Pharma Blog. <https://www.blog-veto-pharma.com/es/resistencia-a-los-acaricidas-un-destino-inevitable-o-un-riesgo-controlable/>
- Martínez, H. C., & García-Estrada, C. (2016). Los ácaros del suelo y del polvo. *Animales diminutos cerca de nosotros*. <https://www.redalyc.org/journal/920/92043276016/html/>
- Masaquiza Moposita, Diego Armando, Curbelo, Lino Miguel, Díaz Monroy, Byron Leoncio, & Arenal Cruz, Amílcar. (2019). Varroasis y mecanismos de defensa de la abeja melífera (*Apis mellifera*). *Revista de Producción Animal*, 31(3), 76-87. Epub 03 de diciembre de 2019. Recuperado en 10 de enero de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202019000300076&lng=es&tlng=es.
- Monge-Pérez, José Eladio. (2021). Ácaros (subclase Acari). 10.13140/RG.2.2.20563.30241.
- Morgan A Roth, James M Wilson, Keith R Tignor, Aaron D Gross, *Biology and Management of Varroa destructor (Mesostigmata: Varroidae) in Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) Colonies*, *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 11, Issue 1, 2020, 1, <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz036>
- Mullen, G. R., & OConnor, B. M. (2019). Mites (Acari). *Medical and Veterinary Entomology*,

533–602. doi:10.1016/b978-0-12-814043-7.00026-1

Nazzi, F., & Le Conte, Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the Major Ectoparasite of the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *Annual review of entomology*, 61, 417-32.

Nganso, B. T., Eliash, N., Mani, K., Sela, N., Villar-Briones, A., Osabutey, A. F., Rafaeli, A., Mikheyev, A. S., & Soroker, V. (2024). Chemosensory function of *Varroa gnathosoma*: transcriptomic and proteomic analyses. *Experimental & applied acarology*, 93(4), 701–719. <https://doi.org/10.1007/s10493-024-00952-1>

OMSA. (2021). Varroosis de las abejas melíferas (Infestación de las abejas melíferas por *Varroa* spp. [Archivo PDF]. Organización Mundial de Sanidad Animal. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.07_Varroosis.pdf

OMSA. 2011. Varroosis de las abejas melíferas. En: Manual de la OMSA sobre animales terrestres [Archivo PDF]. Organización Mundial de Sanidad Animal. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/2011/es_chapitre_1.9.6.pdf

ONU. (2019). Por qué las abejas son esenciales para las personas y el planeta. UNEP. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/por-que-las-abejas-son-esenciales-para-las-personas-y-el-planeta>

Orús, A. (2024, October 14). Principales países productores de miel a nivel mundial en 2022. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/612365/principales-paises-productores-de-miel-a-nivel-mundial/#:~:text=Si%20bien%20China%20es%20la,es%20ni%20mucho%20menos%20insignificante.>

- Otero Colina, G., Hernández-Dionicio, E., Utrera-Quintana, F., & Castillo-González, F. (2023). *Acarapis woodi*, endoparasite of honeybees, from being qualified as the pest of the century to a forgotten case in Mexico. *Agro Productividad*.
<https://doi.org/10.32854/agrop.v16i7.2506>
- Payró de la Cruz, E., Valencia Domínguez, M., Castellanos Potenciano, B., & Ramos Reyes, R. (2024). Characterization and morphological classification of varroa and its spatial distribution, in commercial hives of tabasco state, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(3). doi: <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.5690>
- Peterson, G. (2024, April 18). Lección de un parásito de abeja: riesgos naturales a los que se enfrentan inversores y empresas. Pictet Asset Management.
<https://am.pictet.com/us/es/mega/2024/especies-invasoras#:~:text=Hasta%202022%2C%20Australia%20era%20el%20%C3%BAnico%20gran,abandonar%20sus%20intentos%20de%20erradicar%20los%20%C3%A1caros>
<https://www.dpi.nsw.gov.au/emergencies>
- Rahmani H., Sabouri A., Nozari J., & Kamali K. (2006). Report and survey of morphometric characteristics of *Varroa destructor* (acari: varroidae) collected from honey bees in Tehran province, Iran (Research note). *Journal of Agricultural Science and Technology*. 8(1):351-355.ISSN: 1680-7073.
- Ramírez Trujillo A. E. (2023) Identificación del ácaro *Varroa destructor* y el hongo *Ascosphaera apis*; patógenos causantes de enfermedades de impacto en apicultura con *Apis mellifera* en los municipios de Cajibío y Popayán, en el departamento del Cauca [Tesis de Licenciatura, Universidad Antonio Nariño].
<https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/2c720ba9-6510-4161-a732->

Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & vanEngelsdorp, D. (2019).

Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116(5), 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>

Real Academia Española (s.f.). *Ácaro*. Diccionario de la Lengua Española.

<https://dle.rae.es/%C3%A1caro>

Real Academia Española (s.f.). *Estereomicroscopio*. Diccionario de la Lengua Española.

<https://dle.rae.es/estereomicroscopio>

Real Academia Española (s.f.). *Parásito*. Diccionario de la Lengua Española.

<https://dle.rae.es/par%C3%A1sito?m=form>

Real Academia Española (s.f.). *Tamiz*. Diccionario de la Lengua Española.

<https://dle.rae.es/tamiz?m=form>

Red Hidrometereológica de Tungurahua. (2024). Promedios Mensuales 2024. Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

https://rrnn.tungurahua.gob.ec/red/promedios_mensuales

Reyna Fuentes, J.H., Zapata Campos, C., Merino Charrez, J.O., López Aguirre, D., & Ascasio Valdéz, J.A. (2023). Compuestos secundarios de plantas y su efecto en contra del ácaro *Varroa destructor*. Tropical and Subtropical Agroecosystems.

Richards Rivas, F. P. (2018) Determinación e identificación de ácaros depredadores en cultivo de banano orgánico en el valle del alto Piura [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Piura]. <https://core.ac.uk/download/pdf/250077789.pdf>

- Roberts, John., Anderson, Denis., & Tay, W. (2015). Multiple host-shifts by the emerging honeybee parasite, *Varroa jacobsoni*. *Molecular Ecology*. 24. 10.1111/mec.13185.
- SAG. (2018). Manual de Gestión Productiva Sanitaria y de Buenas Prácticas Apícolas [Archivo PDF]. Ministerio de Agricultura. <https://www.Agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/api2.pdf>
- SENACSA. (2022). Plan maestro de preparación y respuesta a emergencias zoonositarias. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Animal Paraguay. <https://www.senacsa.gov.py/index.php/Temas/publicaciones-tecnicas>
- SENASA. (14 de junio 2019a). Manejo sanitario integral. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/abejas/produccion-primaria/manejo-sanitario-integral>
- SENASA. (20 de mayo 2021c). Aplicación de estrategias sanitarias resguardan producción apícola en 22 regiones del Perú. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/494024-senasa-aplicacion-de-estrategias-sanitarias-resguardan-produccion-apicola-en-22-regiones-del-peru>
- SENASA. (2021b). Programa Nacional Apícola Manual de Buenas Prácticas para la Producción Apícola [Archivo PDF]. Servicio Nacional de Salud Animal-MAG COSTA RICA. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-8073.pdf>
- SENASA. (2024). Sanidad Apícola. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/abejas/produccion-primaria/sanidad-apicola>
- Sheets, D. (2010). A practical introduction to landmark – based geometric morphometrics [Archivo PDF]. <https://geosci.uchicago.edu/>

- Silva, M., Vásquez, C., Fuentes, L. D., Díaz, L., Lorbes, J., & Malvacias, M. (2009). Variación intraespecífica de ácaros laelápidos asociados a *Holochilus sciureus* (Rodentia: Cricetidae) en el estado Portuguesa, Venezuela. *Bol Centro Invest Biol*, 43(3), 309-323.
- Silva, V. M., Clavijo, F. M., Villafuerte, G., Ruiz, D. O., Jacome, V., Sánchez, M. D., & Velasco, K. (2020). Study of the varroasis infestation rate in the central area of Ecuador. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 164–167.
<https://doi.org/10.22159/ijcpr.2020v12i3.38332>
- Sobrinho, F. C., Nunes, L. A., De Lima Silva, F., & De Carvalho, C. a. L. (2023). Análise populacional do ácaro *Varroa Destructor* (Anderson e Trueman, 2000) no nordeste do Brasil. *Europub Journal of Animal and Environmental Research*, 4(1), 1–23.
<https://doi.org/10.54748/ejaerv4n1-001>
- SOLATINA (2013). Manual para el estudio de la Varroosis en *Apis mellifera* [Archivo PDF]. Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas. <https://solatina.org/wp-content/uploads/2023/02/Manual-estudio-Varroosis-Apis-mellifera.pdf>
- Sonenshine, D., Posada-Flórez, F., Laudier, D., Gulbranson, C., Ramsey, S., & Cook, S. (2021). Histological Atlas of the Internal Anatomy of Female *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) Mites in Relation to Feeding and Reproduction. *Annals of the Entomological Society of America*, 115, 163 - 193.
<https://doi.org/10.1093/aesa/saab043>
- Subero, J. (2004). Material sobre verbos, palabras de enlaces, bibliografía, etc. [Archivo PDF]. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
<https://www.studocu.com/co/document/politecnico-colombiano-jaime-isaza>

cadavid/investigacion-de-operaciones/verbos/33114353

Toro Ibacache, María Viviana, Manríquez Soto, Germán, & Suazo Galdames, Iván. (2010).

Morfometría Geométrica y el Estudio de las Formas Biológicas: De la Morfología Descriptiva a la Morfología Cuantitativa. *International Journal of Morphology*, 28(4), 977-990. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000400001>

Townsend, V. R., & Enzmann, B. P. (2017). Ontogenetic variation in the sensory structures on the pedipalps of cosmetid harvestmen (Arachnida, Opiliones, Laniatores). *Journal of Morphology*, 279(1), 109–131. <https://doi.org/10.1002/jmor.20758>

Tripatía, S. (2020). Importancia de la Morfometría Tradicional y Avanzada para la Ciencia Pesquera. *Revista de Humano, Tierra y Futuro*. <https://doi.org/10.28991/hef-2020-01-03-05>.

USDA. (27 de enero de 2021a). Varroosis. United States Department of Agriculture. <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/tucson-az/carl-hayden-bee-research-center/research/varroa/varroosis/>

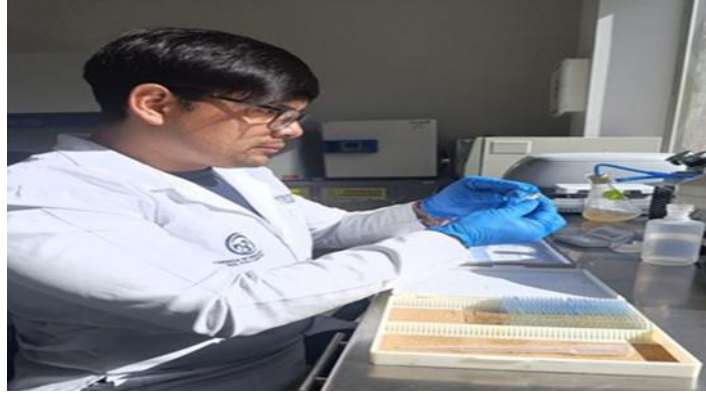
USDA. (27 de junio de 2021b). Ciclo de Vida y Reproducción de Varroa Mite. Servicio de Investigación Agrícola Estados Unidos Departamento de agricultura. <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/tucson-az/carl-hayden-bee-research-center/research/varroa/varroa-mite-life-cycle-and-reproduction/>

Vargas Hidalgo, J. S., Pisuña Lluglluna, E. N., Flores Granizo, P. E., & Barrionuevo Quinto, D. F. (2024). Diagnóstico y prevalencia del ácaro Varroa Destructor en Apiarios de *Apis Mellifera* en el Límite Provincial de Tungurahua y Pastaza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4861-4875. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10900

- Verde M., Vallejos L., & Doorn M. (2020). Cuaderno del apicultor. [Archivo PDF] Salud apícola 2020 LATAM. <https://abejasenagricultura.org/wp-content/uploads/2020/05/Cuaderno-de-campo-Colombia-25092019.pdf>
- Videoconferencias FMVZ-UNAM. (2021, August 17). Día Nacional de la abeja [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=UTFc5jP4JyU>
- Videoconferencias FMVZ-UNAM. (2022, October 11). Impacto de la Varroosis en el sector apícola nacional- Filariasis en serpientes [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zEKF0HG7p48>
- Villalobos-Leiva, Amado, & Benítez, Hugo A. (2020). Morfometría Geométrica y sus Nuevas Aplicaciones en Ecología y Biología Evolutiva. Parte 2. International Journal of Morphology, 38(6), 1818-1836. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022020000601818>
- Virginia Tech. (19 de septiembre de 2019). Varroa mite biology and feeding damage. VCE Publications. https://www.pubs.ext.vt.edu/content/pubs_ext_vt_edu/en/ENTO/ENTO-331/ENTO-331.html
- Yevstafieva, V. O., Zaloznaya, L. M., Nazarenko, O. S., Melnychuk, V. V., & Sobolta, A. G. (2020). Morphological variation of Varroa destructor (Parasitiformes, Varroidae) in different seasons. Biosystems Diversity, 28(1), 18–23. <https://doi.org/10.15421/012003>
- Yevstafieva, V., & Nasarenko, O. (2018). Морфометричні ознаки самок Varroa destructor Anderson and Trueman, 2000 (Acari, Mesostigmata: Varroidae). 6, 40-45}
- Zhang ZQ. (2000). Notes on Varroa destructor (Acari: Varroidae) parasitic on honeybees in New Zealand. Systematic and Applied Acarology Special Publications. 5:9-14. ISSN: 1461-1183. DOI: 10.11158/saasp.5.1.2.

5.4. Anexos

Anexo 1. Obtención de muestras de Varroa mediante la Prueba de Lavado con Alcohol, descrito en la metodología de David de Jong.



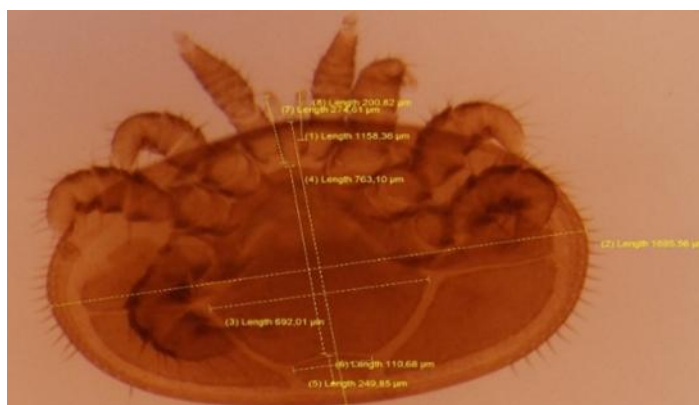
Anexo 2. Montaje de especímenes de Varroa en placas con medio Hoyer.



Anexo 3. Equipo con programa informático utilizados para magnificación y medición de los especímenes de Varroa.



Anexo 4. Medición de 8 puntos anatómicos en micras (μm), con enfoque ocular (5X) en estereomicroscopio.



Anexo 5. Recolección y análisis estadístico en 152 especímenes de varroa de los cantones de Ambato, Baños, Pillaro, Quero de la provincia de Tungurahua.

[illegible]