

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Implementación de un protocolo de reproducción y cría de abejas reinas (*Apis Mellifera*) en tres tiempos diferentes**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Médico  
Veterinario Zootecnista


**Autores:**

Diego Xavier Álvarez Espejo

Karla Ivana Illescas Carrión

**Director:**

Luis Rodrigo Galarza Álvarez

**ORCID:**  0000-0002-5856-156X

**Cuenca, Ecuador**

2024-11-22

## Resumen

Este estudio evaluó la idoneidad de la implementación de un protocolo para la cría de abejas reina *Apis Mellifera* en la región Sierra Sur del Ecuador. La investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo, abril y mayo de 2024. Para el experimento, se seleccionaron dos colmenas progenitoras y una criadora a través de tres pruebas de selección para mansedumbre, higiene y producción. Se aplicó posteriormente el método de cría Doolittle, generando dos tiras de celdas realeras: una que contenía 7 celdas y otra que contenía 8 celdas. Las celdas aceptadas se colocaron en núcleos con nodrizas y alimento, lo que permitió la emergencia de las reinas. La fecundación se cuantificó mediante el retorno de las reinas a los núcleos y la confirmación visual de la postura. Para evaluar el desarrollo de las colonias, se llevó a cabo un pesaje semanal durante 60 días. Se emplearon 15 celdas realeras por mes, considerando cada mes como un tratamiento diferente (marzo, abril y mayo). Se utilizó un diseño completamente al azar y se compararon los porcentajes de traslarve y nacimiento. Los resultados demostraron que no existió diferencias significativas entre los meses evaluados ( $P > 0,05$ ) en los porcentajes de aceptación al traslarve. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en el nacimiento de las reinas injertadas sobre todo en el mes de mayo ( $P < 0,05$ ). En conclusión, el tiempo con el mayor porcentaje de éxito para la producción de reinas fue el mes de abril con mayor desarrollo de colmenas.

Palabras clave del autor: apicultura, fertilización, protocolo de reproducción



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

This study evaluated the suitability of implementing a protocol for the rearing of *Apis Mellifera* queen bees in the Southern Highlands region of Ecuador. The research was carried out during the months of March, April and May 2024, and two parent and one breeder hives were selected for the experiment through three selection tests for tameness, hygiene and production. The Doolittle breeding method was then applied, generating two strips of queen cells: one containing 7 cells and the other containing 8 cells. Accepted cells were placed in nucs with brood sucklers and food, which allowed the emergence of queens. Fertilization was quantified by returning queens to the nucs and visual confirmation of lay. To evaluate colony development, weekly weighing was carried out for 60 days. Fifteen queen cells per month were used, each month being considered as a different treatment (March, April and May). A completely randomized design was used and the grafting and hatching percentages were compared. The results showed that there were no significant differences between the months evaluated ( $P > 0.05$ ) in the percentages of acceptance to traslarve. However, a significant difference was observed in the birth of queens grafted in May ( $P < 0.05$ ). In conclusion, the time with the highest percentage of success for queen production was in April from the applied protocol.

*Author Keywords: beekeeping, fertilization, reproduction protocol*



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

Resumen .....	2
Abstract .....	3
Índice de contenido .....	4
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras .....	9
Dedicatorias .....	10
Agradecimientos .....	11
1. Introducción.....	12
2. Objetivos .....	14
2.1. Objetivo General .....	14
2.2. Objetivos específicos .....	14
3. Revisión bibliográfica.....	15
3.1. Apicultura .....	15
3.1.1. Apicultura en la actualidad .....	15
3.2. Manejo de la colmena.....	16
3.3. Condiciones climáticas en la crianza apícola.....	16
3.3.1. Aspectos climáticos en el manejo de la colmena.....	16
3.3.2. Clima y época adecuada para cría artificial de reinas .....	17
3.3.3. Impacto de las condiciones climáticas en la reproducción de <i>Apis Mellifera</i> en la sierra del Ecuador .....	18
3.3.4. Análisis de protocolos de cría de <i>Apis Mellifera</i> en climas ecuatorianos .....	19
3.3.5. Aceptación al traslarve en condiciones climáticas frías .....	19
3.3.6. Nacimiento de reinas en condiciones climáticas adversas .....	19
3.3.7. Efecto climático en la postura de reinas <i>Apis Mellifera</i> .....	20

3.3.8. Relación entre las condiciones ambientales y el desarrollo de reinas en colonias de <i>Apis Mellifera</i> .....	20
3.4. Generalidades de <i>Apis Mellifera</i> .....	21
3.5. Anatomía de <i>Apis Mellifera</i> .....	22
3.5.1. Sistema Respiratorio .....	22
3.5.2. Sistema Digestivo.....	22
3.5.3. Sistema Vascular .....	22
3.5.4. Sistema Reprodutor .....	23
3.5.4.1. Reina.....	23
3.5.4.2. Zánganos.....	23
3.6. Composición de una colmena .....	23
3.6.1. Reina .....	23
3.6.1.1. Ciclo biológico de la reina .....	23
3.6.2. Obreras.....	24
3.6.2.1. Ciclo biológico de las obreras .....	25
3.6.3. Zánganos.....	26
3.6.3.1. Ciclo biológico de los zánganos.....	26
3.7. Cría de Reinas .....	27
3.7.1. Causas para la cría de reinas .....	27
3.8. Mejora y selección en la cría de abejas reina .....	28
3.9. Métodos para la cría de reinas .....	29
3.9.1. Método Natural.....	29
3.9.1.1. Orfandad.....	29
3.9.1.2. Reemplazo.....	29
3.9.1.3. Enjambrazón.....	29
3.9.1.4. Fecundación Natural .....	30
3.9.2. Métodos artificiales para la cría de reinas .....	30

3.9.2.1.	Método Nicot.....	30
3.9.2.2.	Método Doolittle.....	31
3.9.2.3.	Método Miller .....	31
3.9.2.4.	Método Alley .....	31
3.10.	Programas de comercialización de cría de reinas .....	32
3.11.	Desarrollo de colmenas con reinas criadas artificialmente .....	32
3.11.1.	Creación de núcleos.....	32
3.11.2.	Orfanización artificial e introducción de reinas .....	33
3.11.3.	Aceptación de reinas criadas artificialmente .....	34
4.	Materiales y métodos.....	35
4.1.	Materiales .....	35
4.2.	Ubicación .....	36
4.3.	Población de estudio .....	36
4.4.	Selección de colmenas maternas y paternas .....	37
4.4.1.	Selección por higiene.....	37
4.4.2.	Selección por mansedumbre .....	38
4.4.3.	Selección por producción.....	38
4.5.	Cría de reinas.....	38
4.5.1.	Protocolo de cría de reinas a partir de la técnica de traslarve Doolittle con las hijas de las colmenas seleccionadas.....	38
4.6.	Fecundación Natural de reinas.....	39
4.6.1.	Protocolo de liberación de reinas .....	39
4.7.	Desarrollo en núcleos .....	39
4.7.1.	Protocolo de evaluación de desarrollo en núcleo de 5 marcos .....	39
4.8.	Variables .....	39
5.	Análisis Estadístico.....	39
6.	Resultados .....	40

6.1. Aceptación .....	40
6.2. Nacimiento de reinas vírgenes .....	40
6.3. Fecundación de reinas vírgenes .....	41
6.4. Desarrollo .....	42
7. Discusión.....	44
8. Conclusiones.....	48
9. Recomendaciones.....	49
Referencias .....	50
Anexos .....	63

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Clasificación Apis Mellifera .....	21
<b>Tabla 2.</b> Tipos de Obreras.....	24
<b>Tabla 3.</b> Selección por higiene .....	37



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ciclo de vida de la reina. ....	24
<b>Figura 2.</b> Ciclo de vida de la obrera.....	26
<b>Figura 3.</b> Ciclo de vida del zángano .....	27
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de aceptación de caldas realeras para los tres meses .....	40
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de nacimiento de reinas vírgenes para los tres meses.....	41
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de fecundación de reinas durante tres meses consecutivos .....	42
<b>Figura 7.</b> Desarrollo de los núcleos del Tratamiento 2.....	43

### Dedicatorias

Dedico esta tesis a mi familia, pilar fundamental en mi formación personal y académica. En especial, a mi madre, por su apoyo incondicional y constancia, que me impulsaron a alcanzar esta meta, y mi padre, quien, aunque no pudo estar presente, sé que celebraría con orgullo este logro en nuestras vidas.

Álvarez Espejo Diego X.

Este trabajo y todas las horas que pasé estudiando en esta prestigiosa institución están dedicados especialmente a mi madre, Miriam, quien con su esfuerzo y apoyo permitió que llegara a donde estoy. A mis dos hermanos, Misael, Tomas y Juan, por ser mis motores cuando sentía que ya no podía, y a mi padre, Patricio, gracias por tus palabras de aliento y apoyo.

También quiero dedicar este logro a mi tío, Raúl, por su inspiración y consejos valiosos, y a mi abuela, Alejandrina, por su amor incondicional y sus enseñanzas a lo largo de mi vida.

Illescas Carrión Karla I.

### Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme permitido formarme como profesional en una institución de alto prestigio como la Universidad de Cuenca. Asimismo, expreso mi gratitud a los Dres. Andrés Galarza, Manuel Soria y Silvana Méndez, revisores de este proyecto de investigación, por su invaluable apoyo, sabiduría y dedicación, que fueron clave para superar los desafíos y alcanzar nuestras metas.

Álvarez Espejo Diego X.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Dr. Luis Galarza por permitirme realizar este valioso proyecto con su apoyo y el de su empresa, Dr. Abeeja. Agradezco también a los Drs. Diego Galarza, Silvana Méndez y Manuel Soria por su tiempo como revisores de este trabajo y por su valioso aporte, que ha sido crucial para culminar esta importante etapa. Finalmente, gracias a la Universidad de Cuenca por brindarme esta oportunidad de formación académica y por contribuir significativamente a mi desarrollo profesional.

Illescas Carrión Karla I.

## 1. Introducción

La abeja *Apis Mellifera* representa actualmente uno de los insectos más estudiados e importantes alrededor del mundo por su impacto en la polinización y la economía agrícola. Sin embargo, las actividades antropogénicas han contribuido a la destrucción de un gran porcentaje de colmenas (Niño & Cameron, 2015).

Hoy en día, los proyectos dirigidos a potenciar la actividad apícola han despertado el interés de los investigadores y de los gobiernos. Esto fundamentalmente a través de programas de selección, cría y reproducción (Lodesani et al., 2014; Pirk et al., 2014).

Entre estos trabajos están los dedicados a la producción de la abeja *Apis Mellifera* los cuales destacan la importancia de la cría de reinas; siendo su desarrollo dependiente de las condiciones de crianza y apareamiento (Friedrich Ruttner, 1988).

Entre las condiciones de crianza sobresalen los tiempos o efectos climáticos. Neumann & Straub (2023), por ejemplo, señalan la presentación de un impacto ambiental directo en la abeja *Apis Mellifera*. A pesar de que esta especie posee una buena capacidad de adaptación frente a diversas condiciones climáticas.

Otro estudio realizado por McAfee et al. (2021) indicaron con sus resultados el rendimiento de reinas ante cambios de temperatura extremos, obteniendo mayor impacto negativo en climas fríos en cuanto a la viabilidad de esperma almacenado.

En el caso de las condiciones de apareamiento, Plate et al. (2019) aseguran en su trabajo, que la realización de programas de reproducción controlada es crucial para el éxito en la cría de animales. Esto se debe a que, de realizarse, se estimula el progreso genético de colmenas durante varias generaciones, incluso en zonas donde hay porcentajes mínimos de criadores.

Por otro lado, Prešern & Smodiš (2019) mostraron el efecto de evaluar la calidad de la reina dependiente de la masa corporal por año, a través de las diferencias estacionales.

Desde ambas perspectivas, la situación difícil de los polinizadores, especialmente *Apis Mellifera*, ha aumentado las preguntas sobre su reacción ante cambios ambientales. Además, su resistencia está directamente relacionada con su "arquitectura genética", un aspecto poco

investigado. Por esta razón, los programas de investigación destinados a evaluar tanto su respuesta a estas variaciones como su genética son absolutamente necesarios (Tarpy et al., 2023).

A pesar de los numerosos proyectos, Wagoner et al. (2021) aún señalan que existe una escasez de información sobre la reacción reproductiva de *Apis Mellifera* ante el ambiente.

De manera similar, Cazar (2022) indica que en Ecuador la investigación sobre reproducción es deficiente debido a problemas de planificación. Núñez et al. (2017) y Vargas (2022), por ejemplo, mencionan que la reproducción es fundamental para la apicultura. Por este motivo, comprender el efecto del invierno en diferentes regiones del país es crucial, especialmente en esta temporada, debido a la escasez de floración que reduce la producción.

La región sierra es la zona donde más colmenas y apicultores se registran por lo que determinar aspectos concernientes con la actividad climática de esa región es indispensable (Ávalos, 2018). Para nuestro mejor conocimiento, no existe evidencia del comportamiento reproductivo de la abeja *Apis Mellifera* en los meses de marzo a mayo donde las condiciones climáticas pueden variar de lluvias intensas a verano moderado.

Según Hofstede (1998), la provincia de Azuay, ubicada en Ecuador, presenta sus mayores precipitaciones entre febrero y mayo, lo que afecta directamente el entorno de las abejas. No obstante, el calentamiento global ha alterado estos patrones climáticos, haciendo impredecibles los efectos ambientales. Al comprender como se comportan bajo estas condiciones, se pueden optimizar los protocolos de cría en la región.

El desarrollo de programas de cría y reproducción de reinas es esencial para los apicultores. Sin embargo, la falta de datos y los nuevos desafíos del cambio climático generan incertidumbre en el manejo, afectando la eficiencia de *Apis Mellifera*. Por ello, es crucial realizar estudios que identifiquen los patrones ambientales relevantes.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Evaluar la idoneidad de la implementación de un protocolo de reproducción y cría de abejas reinas *Apis Mellifera* en tres tiempos diferentes.

### 2.2. Objetivos específicos

Evaluar el porcentaje de aceptación en el traslarve durante tres meses diferentes.

Calcular el porcentaje de nacimiento de reinas vírgenes en los núcleos de fecundación de marcos.

Evaluar el porcentaje de reinas fecundadas, a través de la fertilización natural en los núcleos.

Medir el desarrollo de la colmena en el núcleo de 5 marcos.

### **3. Revisión bibliográfica**

#### **3.1. Apicultura**

La apicultura es la ciencia dedicada a la producción de abejas, la palabra proviene del latín api (abeja) y cultura (cultivo). A nivel mundial la apicultura genera un sinnúmero de beneficios a través de la polinización llegando a un estimado de 215 mil millones de dólares al año en empresas del sector agrícola. Además, contribuye a la biodiversidad a través de la conservación de ecosistemas (Abro et al., 2022).

La apicultura puede dividirse en dos tipos sedentaria y trashumante. La primera hace referencia a cuando el apiario se mantiene en un mismo lugar. En cuanto a la trashumante la ubicación del apiario variará siempre con el objetivo de obtener recursos para incrementar la producción (Cabrera, 2016).

##### **3.1.1. Apicultura en la actualidad**

En la actualidad, el desarrollo de programas para el cuidado de las abejas ha ganado popularidad en varias áreas de estudio. Zacepins et al. (2015), por ejemplo, destacan en el ámbito tecnológico las ventajas de la apicultura de precisión, que se basa en la recolección y análisis de datos para optimizar recursos y maximizar productividad. Esta metodología permite detectar tempranamente enfermedades, riesgo de enjambrazón y ausencia de reina en las colmenas.

De manera similar, Danieli et al. (2023) señalan que la tecnología de precisión puede identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en un apiario. El análisis de estos datos permite a los apicultores mejorar sus decisiones, logrando una gestión más eficiente y sostenible de las colmenas.

En cuanto a investigaciones en programas de reproducción de abejas se encuentran estudios como los de Gillard & Oldroyd (2020), quienes analizaron la reproducción controlada vía inseminación artificial. En este estudio, se ejecutó la selección de colmenas a través de la evaluación del comportamiento y la resistencia a enfermedades basándose en Harbo & Harris (2005).

Sin embargo, el apareamiento controlado usando inseminación artificial, a pesar de tener un control del 100% en el procedimiento, requiere de especialistas, equipo y entrenamiento (Plate et al., 2019).

### **3.2. Manejo de la colmena**

El manejo de la colmena consiste en realizar prácticas o estrategias para cuidar e incrementar los rendimientos en una explotación. En el caso de un apiario, se valoran aspectos como las condiciones de campo, disponibilidad de flores, etc. Siendo recomendable mantenerlas fuera de áreas pobladas con una distancia de mínimo 200 m y debiendo ser instalados 30 cm por encima del suelo (Vargas, 2022).

Para establecer un apiario, es crucial seleccionar el sistema de colmenas. A nivel global, el sistema Langstroth es el más común, compuesto por una base, piquera, cámara de cría, cuadros, excluidor, alza para miel, tapa interna y techo. Además, el diseño del apiario debe adaptarse al tipo de explotación, estimando la disponibilidad y calidad de los recursos alimenticios. En general, el número óptimo es de 10 para explotaciones pequeñas, entre 10 y 30 para medianas, y más de 30 para grandes (Sperandio et al., 2019; Addi & Bareke, 2019).

El manejo general incluye los procedimientos de revisión, alimentación, flameo y mapeo. La revisión evaluará el desempeño de la colmena a través de la observación de la postura, posible presencia de plagas y reservas de alimento. Este último se evalúa de acuerdo a la época para la aplicación de suplementos estimulantes. El flameo eliminará plagas y por último el mapeo estimará el crecimiento de la población (Vásquez et al., 2012).

### **3.3. Condiciones climáticas en la crianza apícola**

#### **3.3.1. Aspectos climáticos en el manejo de la colmena**

El clima es un factor clave en el cuidado de colmenas, ya que influye en la producción de néctar y, por lo tanto, en el flujo de miel. Las plantas, que generan el néctar, dependen de condiciones climáticas favorables como lluvias y períodos soleados antes de la floración. Sin embargo, los patrones meteorológicos actuales son cada vez más variables. Por lo tanto, las zonas con condiciones constantemente nubladas y lluviosas no resultan adecuadas. En contraste, climas con vientos cálidos y secos favorecen un mejor rendimiento (Gupta, 2014).



Calovi et al. (2021) Destacan la importancia de comprender todos los factores que afectan tanto a la reina como a la colmena, por la necesidad de gestionar la mortalidad durante el invierno. En países con cuatro estaciones, la mortalidad de las colonias durante la temporada invernal puede tener resultados negativos, los cuales pueden variar.

Por su parte, Becsi et al. (2021) señalan que los meses de invierno son críticos para las colonias de abejas debido a la falta de alimento y la reducción en la reproducción. Aunque las abejas pueden adaptarse a los cambios de temperatura, persisten factores que afectan su rendimiento, coincidiendo con lo señalado por Calovi et al. (2021).

En contraste, Döke et al. (2019) encontraron que las colonias tienen un mayor porcentaje de éxito en el invierno cuando su peso antes de la temporada invernal es adecuado.

### **3.3.2. Clima y época adecuada para cría artificial de reinas**

Se considera como época idónea para la cría de reinas cuando hay mayor producción de flores y polen, en países de cuatro estaciones es en primavera. En el hemisferio norte, esto ocurre entre mayo y junio, cuando el clima es más frío. En la región mediterránea, se considera mejor en la estación seca de septiembre, permitiendo una postura en octubre y fortaleciendo la colmena antes del invierno. Para reinas destinadas a la comercialización, la primavera sigue siendo la época ideal (Philippe, 2008).

Büchler et al. (2024) Asimismo indican que hay ciertos criterios a valorar al establecer una temporada adecuada para el apareamiento de las reinas. Para llevar a cabo este proceso debe haber una gran fuente de néctar y polen, lo cual se logra en condiciones climáticas con temperaturas mayores a 20°C junto y una velocidad de viento  $\leq 24$  km/h.

Cambios climáticos como el incremento de las temperaturas y la alteración de los patrones de precipitación, pueden tener un impacto en la supervivencia de abejas mellíferas. Debido a la amenaza directa a sus procesos de reproducción (Reddy et al., 2013).

Por último, en la formación de nuevas colonias, es fundamental que la división se realice al final de la cosecha, aunque este momento puede variar según la región. Además, es necesario proporcionar alimentación artificial para favorecer su desarrollo antes de introducir una reina criada artificialmente (Silva, 2015).

### 3.3.3. Impacto de las condiciones climáticas en la reproducción de *Apis Mellifera* en la sierra del Ecuador

Las condiciones climáticas en el Ecuador se caracterizan por una gran variedad de factores que modifican su respuesta como latitud, altitud, montañas, vientos y corrientes marinas. En el caso de la región Sierra la influencia se da por las (MATM) o Masas de Aire Tropical Marítimo y las (MATC) o Masas de Aire Tropical Continental las cuales inician la época de lluvias. Las MATC, sin embargo, son las que generan el pico de precipitación en el mes de marzo por su ingreso en la cordillera (Portilla, 2018).

Neill & Jorgensen (2009) Señalan que la región sierra presenta un clima diverso debido a la influencia de la cordillera, lo que permite distinguir cinco zonas climáticas: Tropical y Subtropical andino, Templado, Frío y Glacial. No obstante, en algunos valles cálidos, como en la ciudad de Cuenca, pueden ocurrir períodos de lluvia variables.

Los cambios climáticos actuales representan un desafío significativo para los apicultores e investigadores. Siendo urgente la recopilación de información sobre sus efectos, ya que la alteración de los ciclos de floración afecta la disponibilidad de alimentos. Esto resalta la importancia de estudiar el impacto del cambio climático en estos procesos y la necesidad de desarrollar estrategias de mitigación y adaptación (Hernandez et al., 2019).

Otro efecto observado como resultado de las condiciones climáticas en esta área es el aumento de problemas sanitarios en las colmenas de abejas. Por lo tanto, elaborar medidas de adaptación que reduzcan estos impactos ambientales es fundamental (Jimenez et al., 2022).

De la misma manera un trabajo llevado a cabo por Masaquiza-Moposita et al. (2013) indica que alrededor del 35% de los apicultores de la región sierra reportaron la reducción en su producción debido al impacto climático.

En relación con los aspectos reproductivos, Vargas (2022) sostiene que, bajo las condiciones climáticas de la sierra del Ecuador, *Apis Mellifera* debería presentar una mayor frecuencia de reproducción. A pesar de lo mencionado por Vargas, las variaciones en las condiciones climáticas afectan significativamente este proceso. Esto se debe a problemas sanitarios, como enfermedades parasitarias, que se ven agravados por el clima (Arteaga, 2022).

Finalmente, Fernandes et al. (2011) indican que las reinas no resultan ser las únicas afectadas producto de los factores ambientales. Durante el vuelo nupcial, los zánganos se ven perjudicados resultados de las variaciones de temperatura y humedad que influyen en su proceso de apareamiento.

#### **3.3.4. Análisis de protocolos de cría de *Apis Mellifera* en climas ecuatorianos**

La evaluación de protocolos de cría en el Ecuador es escasa. A pesar de esto, los que se han realizado incluyen programas de selección a través de pruebas de higiene, reduciendo infestaciones de parásitos y aumentando la producción (Masaquiza et al.,2021).

Aguilar et al. (2021) Mencionan la importancia de los protocolos de cría en abejas nativas con el objetivo de profundizar áreas de conocimiento biológico y de cría.

#### **3.3.5. Aceptación al traslarve en condiciones climáticas frías**

La cría artificial en reinas ha incrementado en regiones con condiciones frías, debido a la baja supervivencia en comparación con reinas criadas en climas más cálidos. Por lo tanto, el éxito de los programas que incluyan traslarves como el Doolittle es necesario (Montoya & Chávez, 2021).

Soliman & Saad (2021) Mencionan que el rango de aceptación de reinas varía debido a factores tanto climáticos como relacionados con la colonia. El efecto climático, en particular, tiene un impacto negativo en la aceptación, lo que genera declives en las poblaciones apícolas. Los datos de su investigación demostraron que, de acuerdo con la estación, existen diferencias significativas entre temporadas, siendo la invernal la menos adecuada.

Asimismo, El-Metwally & Tagour (2010) indican que la aceptación depende de la estación. En países con cuatros estaciones, se obtienen bajos resultados con larvas injertadas a finales de otoño y principios de invierno, cuando las temperaturas comienzan a disminuir.

#### **3.3.6. Nacimiento de reinas en condiciones climáticas adversas**

Le Conte & Navajas (2008) Indican que el nacimiento de reinas puede presentar diferencias significativas cuando hay condiciones climáticas demasiado frías. La presentación de ambientes con bajas temperaturas y con duración prolongada afectan considerablemente la emergencia.

Kaufield (1967) De la misma manera, indica la influencia del frío en el desarrollo de reinas durante periodos invernales, ya que el ingreso de corrientes de viento afecta a huevos y larvas.

Tautz et al. (2003) A través de su estudio, también muestran que la generación de estrés por condiciones con altas y bajas temperaturas produce respuestas antioxidantes. Estas situaciones afectan el desarrollo de las larvas y por ende su emergencia.

### **3.3.7. Efecto climático en la postura de reinas *Apis Mellifera***

Las condiciones climáticas de la postura en *Apis Mellifera* son otro aspecto que genera cambios en los rendimientos durante el desarrollo de los protocolos de reproducción. Las variaciones ambientales efectuadas por la destrucción de los hábitats naturales reducen significativamente la postura y por ende la población apícola (Vallenas et al.,2023).

En un trabajo realizado por Nuñez. et al (2017) indican que la condición climática invernal puede llegar a reducir hasta en un 18% la postura de una reina.

Prado (2024) En un trabajo posterior evaluando el efecto de la postura en la región sierra del Ecuador, se observó que el efecto climático en abejas puede variar de acuerdo a la raza.

Finalmente, Yuqui (2024) en su trabajo evaluó la fecundación y postura de *Apis Mellifera* demostrando que para obtener rendimientos considerados buenos es decir >2500 huevos por día la situación depende del clima y la edad de la reina.

### **3.3.8. Relación entre las condiciones ambientales y el desarrollo de reinas en colonias de *Apis Mellifera***

La relación entre las condiciones ambientales y el desarrollo de las reinas es un aspecto crucial en los protocolos de cría, ya que se evalúa el desempeño en la producción. Factores como la temperatura y la precipitación son los que más impacto tienen en el comportamiento y la reproducción de las abejas melíferas (Calovi et al., 2021).

Según, Vicens & Bosch (2000), las colmenas con colonias formadas antes del invierno son principalmente afectadas durante esta estación debido al aumento de las precipitaciones.

Asimismo, Rivera (2020) señala que los procesos de reproducción y rendimiento de las colmenas formadas por reinas criadas artificialmente y expuestas a bajas temperaturas se ven afectadas.

Esta condición dificulta el pecoreo y la conservación de las reservas alimenticias, lo que impacta el desarrollo de las colonias.

En otra investigación, Figueroa-Hernández (2015) sugiere que las variables de temperatura y precipitación impactan la producción de miel. Especialmente en la disponibilidad de recursos apícolas. Esto limita el desarrollo y el futuro desempeño de las colonias.

### 3.4. Generalidades de *Apis Mellifera*

Hay varios tipos de abejas dispersas por todo el mundo. La más conocida es *Apis Mellifera* destinada o manejada a gran escala para la producción de miel y polinización de cultivos. Existen diferentes razas dentro de esta especie y dentro de estas razas encontramos diversos eco tipos (Martinez & Cobo, 1988).

La especie en cuestión presenta una notable capacidad de distribución al visitar una amplia variedad de plantas, lo que le permite producir un elevado porcentaje de miel. Estas abejas son eusociales y desempeñan funciones cruciales en la producción de miel, jalea real, cera, etc. Su dieta se basa en néctar y polen provenientes de flores, donde el néctar proporciona carbohidratos y el polen suministra lípidos y proteínas (Khan et al., 2021).

Además de estos recursos, el agua es un componente esencial para la colonia, ya que contribuye a la homeostasis interna y facilita procesos como la dilución de miel (Kovac et al., 2018).

**Tabla 1** Clasificación *Apis Mellifera*

<b>Reino</b>	Animal
<b>Tipo</b>	Artrópodos
<b>Clase</b>	Hexápodos
<b>Orden</b>	Himenóptero
<b>Familia</b>	Apidos
<b>Género</b>	Apis

---

**Especie****Mellifica**

---

**Fuente:** (Martinez & Cobo, 1988).

### **3.5. Anatomía de *Apis Mellifera***

#### **3.5.1. Sistema Respiratorio**

El sistema respiratorio de las abejas se encarga de asegurar el intercambio gaseoso a través del transporte de oxígeno a las células. En las abejas la conformación de este sistema es dado por un conjunto de sacos aéreos y tráqueas.

El aire será absorbido a través de los estigmas, que lo filtrarán antes de que continúe por las tráqueas, desembocando posteriormente en los sacos aéreos (Clément & Bruneau, 2011).

#### **3.5.2. Sistema Digestivo**

El sistema digestivo de las abejas inicia con la boca que luego se dilata para dar lugar a la cavidad ciberial y la faringe, situada en la cabeza.

Se continúa con el esófago hasta llegar al estómago melario, este se conecta con el estómago, que a través del retenedor de miel o proventrículo filtrará los sólidos. Las abejas poseen un intestino anterior, medio y posterior (De Paula et al., 2022).

#### **3.5.3. Sistema Vascular**

Las abejas poseen un sistema circulatorio que facilita el transporte de elementos esenciales para las células. En *Apis Mellifera*, este sistema está compuesto por hemolinfa, que equivale a la sangre en los vertebrados, pero sin glóbulos rojos. A diferencia del sistema cerrado de los vertebrados, el de las abejas es abierto, extendiéndose desde el abdomen hasta la cabeza. Su función principal es transportar nutrientes y hormonas (Clément & Bruneau, 2011).

Es en parte basal y lagunar; el corazón es contráctil y está dividido en dos partes: aorta y ventrículo. Este último se divide en cuatro, comunicado por ventriculitos, donde la hemolinfa penetrará a través de los ostiolos, que son unas aberturas laterales (Biri, 1976)

### **3.5.4. Sistema Reproductor**

#### **3.5.4.1. Reina**

Consta principalmente de dos ovarios, compuestos por ovariolas en los cuales se encuentran los oocitos encargados de la producción de huevos. Las ovariolas están al fondo de los oviductos los cuales se unirán y formarán la vagina, la cual está conectada por el conducto espermático a la espermateca. La vagina aumentará de tamaño y formará la bolsa copulatoria que terminará abriéndose al agujón (Polaino, 2006).

#### **3.5.4.2. Zánganos**

Es el macho de la colmena con morfología más gruesa y de mayor tamaño, no son capaces de hacer las actividades de las obreras como la recolección de miel o polen. Los zánganos carecen de agujón y pueden alcanzar períodos de vida de varios meses (Martinez & Cobo, 1988).

Su aparato reproductor está constituido por dos testículos lugar de producción de los espermatozoides. Los zánganos al completar su desarrollo o madurez permitirán que los espermatozoides se trasladen hasta las vesículas seminales, a través de los conductos deferentes donde permanecerán hasta la cópula. El sistema, de forma general, concluye con el pene, el cual en la cópula se separa del zángano (Polaino, 2006).

### **3.6. Composición de una colmena**

#### **3.6.1. Reina**

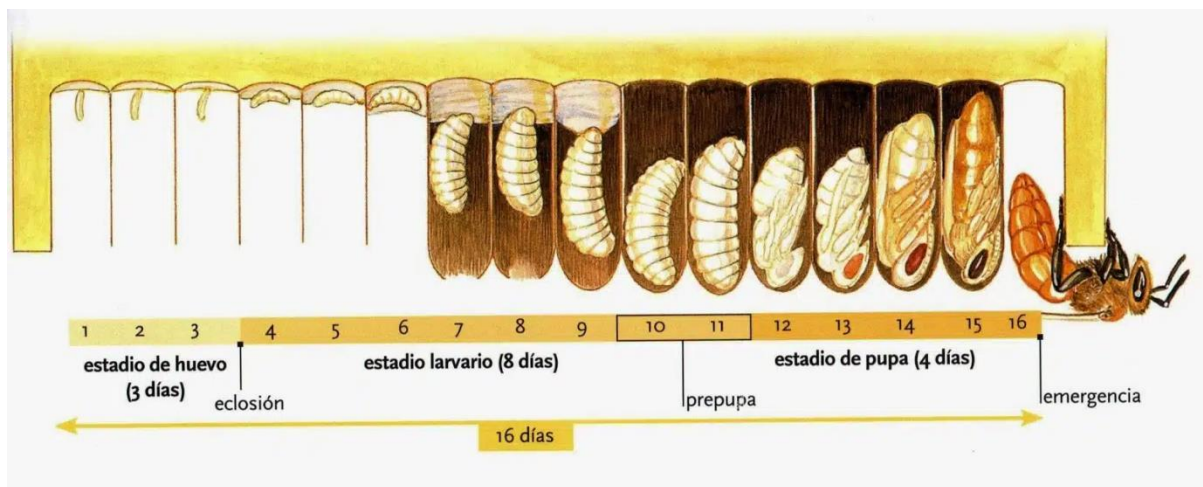
Es la encargada de la reproducción. Su aspecto es similar al de las obreras en su etapa juvenil, pero al empezar la etapa de puesta se diferenciará por su lento desplazamiento. La reina carece de glándulas cereras y de nasanov presentes en las obreras. Asimismo, su glándula hipo faríngea es más reducida; en contraste, sus glándulas mandibulares son mucho más pronunciadas (Clément & Bruneau, 2011).

##### **3.6.1.1. Ciclo biológico de la reina**

Las reinas pueden vivir hasta 5 años, su desarrollo ocurre en una celda especial denominada realera, que se caracteriza por tener una forma de bellota. Una vez completada la fase de larva,

se transforma en pupa en esta etapa, las obreras sellan la celda con una capa de cera, que permanece hasta la emergencia (Pierre Jean & Le Conte Yves, 2014).

La reina nacerá entre los quince y diecisiete días e iniciará posterior a los 5 y 15 días del nacimiento los vuelos de orientación, que darán paso al apareamiento. El emparejamiento atraerá a un conjunto de mínimo 50 zánganos con los que a más de 10 metros de altura se aparearán (Clément & Bruneau, 2011; Pierre Jean & Le Conte Yves, 2014).



*Figura 1 Ciclo de vida de la reina (Tomado de: Clement & Bruneau, 2011).*

### 3.6.2. Obreras

Las obreras son hembras, con la única diferencia de que al contrario de la reina presentan un aparato genital no funcional. Poseen glándulas específicas que les permiten realizar sus actividades, como las hipofaríngeas, labiales, mandibulares y de nasanov. Las obreras poseen una lengua desarrollada para la recolección de néctar además de que a través de sus patas posteriores recogerán polen y propóleo (Clément & Bruneau, 2011).

**Tabla 2** Tipos de Obreras

<b>Nodrizas</b>	Se encargan principalmente del cuidado de las larvas a través de su alimentación en el caso de las obreras con jalea real, miel y polen.	Entre los 3 -15 días de edad, la edad media es de 10 días.
-----------------	--	--



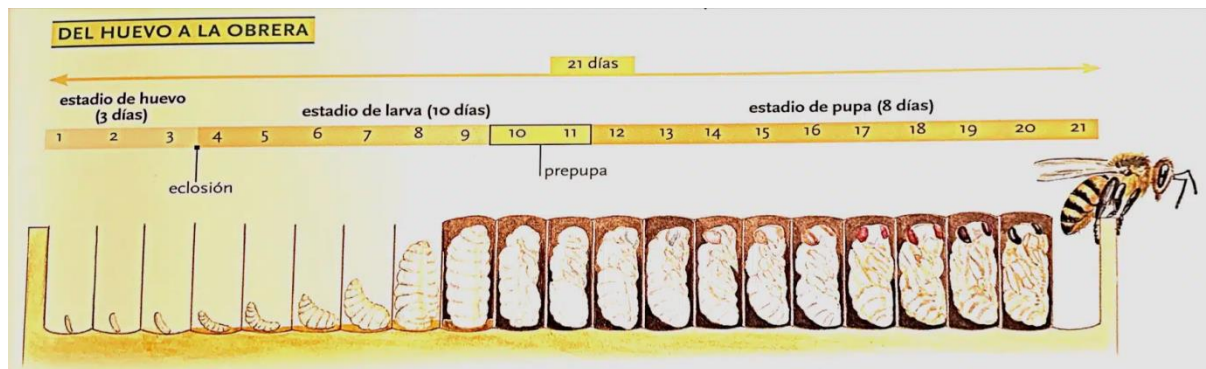
<b>Aseadoras</b>	Como su nombre lo indica son las que limpian la colmena a través de la eliminación de abejas muertas u objetos extraños.	Entre los 11-15 días de edad, la edad media es de 14 días.
<b>Constructoras</b>	Participan en la construcción del panal, dividiendo las actividades según la edad donde las mayores se encargan del panal y las menores de la operculación.	Entre los 12-23 días de edad, la edad media es de 16 días.
<b>Ventiladoras</b>	Fijan la humedad ideal en la colmena ayudando indirectamente al desarrollo de las crías, manteniéndola entre un 65 y 75 %.	Entre los 2-25 días de edad, la edad media es de 18 días.
<b>Guardianas</b>	Protección de la colmena frente a insectos ajenos a la colmena u otros tipos de animales.	Entre los 15-28 días de edad, la edad media es de 19 días.
<b>Exploradoras</b>	Se encargan de encontrar áreas con una buena reserva de alimento y agua.	Entre los 17-27 días de edad, la edad media es de 23 días.
<b>Pecoreadoras</b>	Recolección de polen, agua, propóleo y néctar.	Entre los 18-28 días de edad, la edad media es de 24 días.

**Fuente:** (Jordan, 2016; Elis, 2015)

### 3.6.2.1. Ciclo biológico de las obreras

La abeja obrera se desarrolla a partir de un huevo fecundado, a diferencia del zángano. Tras la puesta del huevo, la obrera tarda exactamente 3 días en nacer y pasar al estado larval. En esta etapa, es alimentada por las nodrizas con una mezcla de jalea real, miel y polen. Durante los

primeros 4 días, se le proporciona principalmente jalea real, y posteriormente se le ofrece una mezcla de miel y polen. Finalmente, la larva se transforma en pupa, permaneciendo en este estado durante 12 días (Simbaña, 2015).



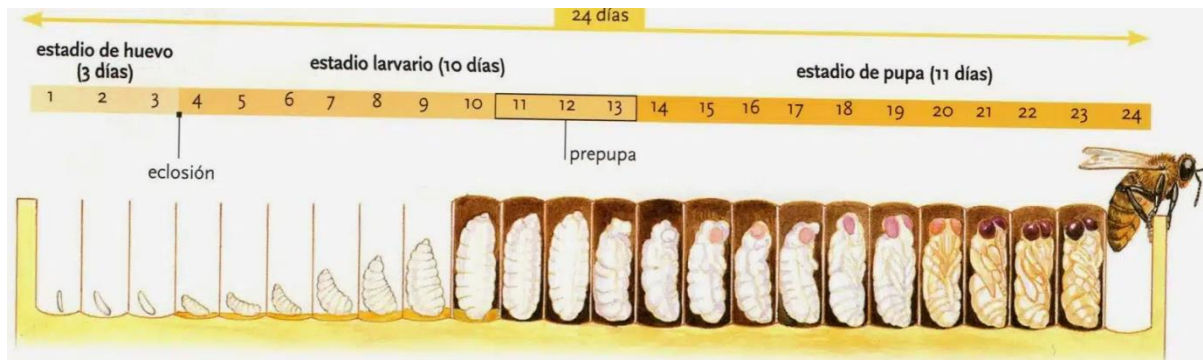
**Figura 2** Ciclo de vida de la obrera (Tomado de: Clément & Bruneau, 2011).

### 3.6.3. Zánganos

Los zánganos son principalmente creados para el proceso de reproducción, lo que subraya su importancia, ya que aportan el 50% de los genes de la futura colmena. Por esta razón, la calidad de los zánganos es fundamental. Alcanzan la madurez sexual entre los 12 y 15 días después de emerger y, en ese momento, salen junto a la reina para participar en los vuelos de apareamiento (Given, 2021).

#### 3.6.3.1. Ciclo biológico de los zánganos

El zángano es el resultado de un huevo sin fecundar y se transforma en larva después de 4 días, permaneciendo en este estado 7 días. La operculación ocurre al décimo día, y sale como adulto el día 24, como se puede apreciar en la Figura 3 (Simbaña, 2015).



**Figura 3** Ciclo de vida del zángano (Tomado de: Clément & Bruneau, 2011).

### 3.7. Cría de Reinas

La cría de reinas es una actividad especializada que requiere conocimientos de biología y experiencia en el campo de la apicultura, pudiéndose llevar a cabo con distintos métodos. Los artificiales son los más populares, puesto que producirán reinas jóvenes y con características genéticas superiores (Arias, 2019).

La cría de reinas permite que el apicultor tenga sus propios recursos para seguir produciendo colmenas, evitando gastos que, en algunos casos, pueden resultar riesgosos. Además, generará mejoras en las colonias, evitando el ingreso de enfermedades y produciendo colmenas con mejores resultados de producción (Given, 2021).

Actualmente, los programas encargados de la cría de reinas han desarrollado técnicas modernas que mejoran los rasgos de conducta y de adaptación en *Apis Mellifera*. Siguiendo un enfoque científico y técnico, el uso de estas técnicas permite la preservación, además de facilitar la producción de reinas de buena calidad (Büchler et al., 2013).

#### 3.7.1. Causas para la cría de reinas

Las reinas pueden vivir hasta los 5 años, pero investigaciones de Holmes et al. (2023), Goulson et al. (2015), Martínez y Cobo (1988), y Cobo (1981) demuestran que, a partir del segundo año, la reina sufre una reducción en su rendimiento reproductivo. Además, se observa un aumento en la mortalidad debido a los efectos invernales, lo cual influye directamente en la colmena, ya que incrementa la probabilidad de adquirir enfermedades y ataques de plagas.

Según Flores et al. (1998), las reinas se crían por tres motivos principales: la vejez de la reina, la formación de enjambres o la muerte súbita. Cuando se produce esta última, la colonia se orfaniza y surge la necesidad de reemplazo, por lo que las obreras recurren a las larvas de todas las edades para garantizar la continuidad de la colonia. De la misma manera Cobo (1981) y Williams et al. (2015) indican que envejecimiento, enfermedad y accidentes pueden estimular la renovación.

### **3.8. Mejora y selección en la cría de abejas reina**

El procedimiento de mejora y selección evalúa diversos factores para determinar la mayor eficiencia en términos de rendimiento con el fin de lograr mejoras en generaciones futuras. Este proceso se aplica a las colmenas, las cuales deben superar el promedio de la población de donde se seleccionaron para ser consideradas exitosas (Guichard et al., 2023).

La selección ha permitido la generación de distintas razas además de eco tipos, lo que principalmente se busca es: buena postura de la reina, poca capacidad de enjambrazón y resistencia a enfermedades (Philippe, 2008).

Varios trabajos sobre la selección y mejora de colmenas se han realizado a lo largo de los años. Por ejemplo, Rosero (2006) llevó a cabo una selección en Honduras basada en características de alta producción de miel. Ellos evaluaron las colmenas en aspectos como la resistencia a la varroa, la viabilidad de cría y el comportamiento higiénico.

Otro trabajo realizado por Invernizzi & Rodríguez., (2007) determinó aspectos de higiene en *Apis Mellifera* utilizando la prueba de limpieza en larvas. Los resultados mostraron que, tras seis generaciones, los comportamientos aumentaban significativamente y la proporción de enfermedades disminuía en un 50%.

De la misma manera, Maucourt et al. (2020) evaluaron los parámetros más importantes en los programas de selección incluyendo la producción de miel, la higiene y consumo invernal. Entre estos, los dos últimos parámetros, relevantes para países con cuatro estaciones, mostraron una notable heredabilidad.

Además, según, Büchler et al. (2013) se puede determinar la calidad de las reinas, a través de características físicas y de rendimiento como: peso, número de ovariolas y tamaño de

espermateca. Esto en reinas ya fecundadas y en cuanto al rendimiento la calidad puede medirse en alta producción de cría y población general de la colmena similar a (Maucourt et al. 2020; Invernizzi & Rodriguez 2007).

Yu et al. (2022) También señalan que la selección puede realizarse incluso cuando las reinas son vírgenes, evaluando parámetros como la longitud de la celda realera. Además, se puede considerar la cantidad de jalea real en la celda, el peso de la reina al nacer, el tamaño del tórax y el número de ovarios en las reinas recién nacidas.

### **3.9. Métodos para la cría de reinas**

#### **3.9.1. Método Natural**

La producción de reinas ocurre de forma natural cuando se ha identificado por parte de las obreras la no existencia de una reina. Las obreras iniciarán la producción de una nueva por varias causas, entre las más conocidas están la orfandad, reemplazo y enjambrazón. La principal razón es que en la colmena se pierde la feromona real o QRP (feromona del séquito de la reina) (Baez et al., 2022).

##### **3.9.1.1. Orfandad**

La orfandad de la reina se produce por una pérdida repentina de esta, lo que genera una disminución en las feromonas. Esto inicia la cría inmediata de una nueva reina, utilizando huevos o larvas disponibles (Velasquez & Vargas, 2015).

##### **3.9.1.2. Reemplazo**

El elemento más representativo en el reemplazo de reinas es la relación causa-efecto. Según Bieñkowska et al. (2020) las reinas más jóvenes son más productivas y generan mayor cantidad de obreras por este motivo la edad es parte de las razones del reemplazo.

##### **3.9.1.3. Enjambrazón**

La enjambrazón es el proceso mediante el cual una colonia se divide en dos. Este fenómeno suele ocurrir durante la época de floración, cuando la reina aumenta su postura debido a la abundancia de alimento. Esta abundancia genera una sobrepoblación en la colonia y una falta

de espacio para la oviposición, impidiendo la difusión de la feromona QRP compuesta por ácido 9-oxo-2-decenoico (9-ODA) (Velasquez & Vargas, 2015).

Galindo (1970) También menciona que la época influye directamente en la formación de enjambres con una variación según la zona. Los enjambres pueden dividirse en primarios y secundarios. Los primeros son más abultados y son los que poseen una reina mayor al año de edad. Los secundarios en cambio son más pequeños y su reina es más joven, la enjambrazón es parte del ciclo natural de las abejas ya que permiten la propagación de la especie.

#### **3.9.1.4. Fecundación Natural**

El apareamiento natural se da entre la reina y un grupo de entre 10 y 16 zánganos en promedio a través del vuelo de fecundación el cual puede ser realizado de una a dos veces Khan et al., (2022).

El acoplamiento entre la reina y el zángano ocurre durante el vuelo nupcial. Los zánganos salen a volar hacia sitios de concentración donde las reinas acuden para ser fertilizadas. Este vuelo nupcial dura aproximadamente 17 minutos, durante el cual tanto los zánganos como las reinas liberan feromonas para facilitar la fijación. Después del proceso de fertilización, la reina regresa a la colmena y, a los dos días, inicia la postura. Sepulveda, (1983).

#### **3.9.2. Métodos artificiales para la cría de reinas**

Los métodos artificiales de cría han ganado una creciente popularidad ya que existe una variedad de procedimientos, que consideran las necesidades del apicultor. Los métodos artificiales están segmentados en base a la demanda de un solo apicultor o para la producción masiva y posterior venta. Es decir, en pequeña y gran escala (Baez et al., 2022).

##### **3.9.2.1. Método Nicot**

El método consiste en introducir una reina en una jaula dentro de una colmena, donde comenzará a poner huevos en celdas reales artificiales. Estos huevos se desarrollarán posteriormente en una colmena diferente, que ofrecerá mejores condiciones para la alimentación y el cuidado de la cría. El proceso puede variar en función del estado de desarrollo y la ubicación, dependiendo del estímulo alimenticio y del manejo general de las colmenas. (Büchler et al., 2013).

### **3.9.2.2. Método Doolittle**

El método Doolittle es clasificado como de gran escala siendo el más común para la comercialización de reinas. En general consta de cuatro etapas traslarve, producción de celdas reales, cosecha junto al cuidado de las celdas y fecundación de reinas (Baez et al.,2022).

Es usado para la producción de jalea real con larvas de 24 horas empleando celdas de cera o artificiales. El procedimiento se realiza con un instrumento similar a una aguja la cual debe ser apegada a las paredes de la celda y llegar hasta el fondo para levantar la larva. (Mendez & Cigarroa, 2012).

Ahmat et al. (2024) Indican que el paso fundamental en la cría artificial de reinas es el injerto de larvas jóvenes de obreras en celdas reales plásticas. Durante este proceso, diversos factores influyen directamente en el resultado, como el genotipo, el tamaño de las celdas, la edad de las larvas injertadas y la calidad de la alimentación proporcionada.

Según Arslan et al. (2021) este método es el estándar a seguir en la cría de reinas por las grandes ventajas que ofrece como la facilidad de realizar un programa de planificación y de alto control.

### **3.9.2.3. Método Miller**

Uno de los métodos de cría de reinas a pequeña escala es el método Miller. Este proceso comienza con la instalación de un bastidor con alambre y una hoja de cera en la colmena. Después de una semana, se revisará la oviposición de la reina. Se extraerá el panal y se identificarán las zonas con larvas de entre 24 y 48 horas de edad. A continuación, se cortarán los bordes del panal en forma triangular para formar picos, y el marco se colocará en la colmena criadora, diez días después, se retirará ya con celdas reales desarrolladas (Baez et al., 2022).

El método Miller se caracteriza por ser el más sencillo entre apicultores e investigadores además de ser clasificado como de pequeña escala. (Mayorga, 2021).

### **3.9.2.4. Método Alley**

El segundo método también de pequeña escala es el Alley el cual usa listones de madera, muy simple y económico porque no usa equipos refinados (Tapia, 2023).

El método extraerá de una colmena progenitora marcos con larvas similares al Miller con edad de 24 a 48 horas. Se retirarán las abejas presentes en este marco y se procederá a cortar tiras de este panal de 1 cm de ancho. Las tiras contendrán larvas pequeñas y por cada 3 celdas se destruirán 2 para generar espacio. Se fijarán con hilos y se colocarán nuevamente en la incubadora, 10 días después se retira el bastidor (Baez et al., 2022).

### **3.10. Programas de comercialización de cría de reinas**

En un ámbito internacional, Bieńkowska et al. (2020) indican que la comercialización de reinas ha aumentado con el tiempo debido a sus ventajas en la prevención de problemas genéticos. En promedio, el 54% de los apicultores compran reinas, y se ha demostrado que las reinas adquiridas satisfacen en un 20% mejor sus necesidades.

Así mismo, Şeker et al. (2017) indicaban que en el caso de países como Turquía el reemplazo de reinas prefería realizarse mediante la compra con un porcentaje mucho más alto siendo de un 84%.

Vasquez et al. (2021) Indican que en el mercado es posible encontrar reinas vírgenes ya fecundadas, las cuales pueden incluso estar integradas en un núcleo. La reina, ya sea virgen o fecundada, que el apicultor considere más adecuada debe ser introducida en un núcleo de inmediato. Si esta introducción no se realiza dentro de la primera semana, los porcentajes de aceptación pueden disminuir drásticamente.

### **3.11. Desarrollo de colmenas con reinas criadas artificialmente**

La continuación del proceso de cría de reinas, independientemente de los métodos, implica su adaptación en colmenas, que dependen del desarrollo de la colonia. La formación de colmenas y la producción de reinas criadas artificialmente permiten evitar la enjambrazón y aumentar la producción. (Dewey, 2010).

#### **3.11.1. Creación de núcleos**

La elaboración de núcleos origina pequeñas comunidades de abejas creadas artificialmente a partir de otras colmenas pudiendo realizarse con un número de marcos de 3 u 5. La constitución de uno solo deberá constar de obreras, cría con variación de edad desde huevos hasta larvas y alimentadores (Jimenez, 2010).



El método más usado en la creación de estas comunidades es conocido como de Palmer el cual aprovecha la regulación de la temperatura. Entre los parámetros más importantes a considerar en el cuidado de los núcleos está el mantenimiento de la temperatura por su directa influencia en el comportamiento reproductivo. El otro parámetro es la alimentación pudiendo usarse jarabe de azúcar para incrementar la fortaleza (Ramos, 2021).

Para el desarrollo de núcleos, la temperatura deberá encontrarse entre los 33 y 36°C, esta es generada cumpliendo los factores de: miel madura, polen, agua y abejas nodrizas. La época ideal para la formación de un núcleo es cuando hay un clima soleado y con algo de calor. Los núcleos elegidos se formarán cerrando la piquera, colocando alimentadores, marcos de cría y abejas nodrizas (Montenegro, 2016).

Asimismo, Martinez & Cobo (1988) señalan que la construcción de enjambres artificiales solo puede hacerse cuando hay condiciones climáticas adecuadas en conjunto con una buena floración. Además, se puede asegurar un rápido desarrollo de la colmena si se incluye alimentación con jarabe de azúcar.

### **3.11.2. Orfanización artificial e introducción de reinas**

La orfanización siempre debe llevarse a cabo al momento de crear un nuevo núcleo, ya que de no realizarse se eleva la dificultad para la aceptación (Martinez & Cobo, 1988).

La reina debe introducirse en la colmena solo después de haber cumplido con ciertos parámetros: haber sido huérfana, no existir celdas reales adicionales, y presencia de obreras jóvenes. Una vez verificados estos requisitos, se seleccionará el método de introducción, que puede ser directo o indirecto. Entre los directos, se encuentra la introducción por tumulto y por agua. Entre los indirectos, se utiliza la introducción con jaulas, que monitorea la aceptación o rechazo por la colonia (Montenegro, 2016).

Otra forma de introducir una reina es mediante una celda realera. Existen dos métodos para este procedimiento. Primero, se extrae una celda realera criada artificialmente de una colmena materna y se inserta en un hueco de una colmena huérfana. El segundo método consiste en retirar dos marcos con cría para crear un espacio, se coloca un marco con cría. Dos días después, se repite el proceso con otro marco y se evalúa la aceptación (Cobo, 1981).

### **3.11.3. Aceptación de reinas criadas artificialmente**

La evaluación del éxito de las reinas criadas artificialmente en un programa de reproducción se basa en su aceptación, para lo cual se deberá esperar un período de entre cinco y ocho días para observar postura. Para ello, se revisan las celdas destinadas a albergar la cría. Los huevos deben estar dispuestos en un solo lado de cada celda. Si no se observa esta disposición, la fecundación fue incompleta (Vasquez et al., 2021).

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Materiales

#### Físicos

- Colmenas
- Tubo PVC
- Parche negro
- Trozo de madera
- Bolsa de plástico
- Papeles
- Esfero
- Regla
- Tamiz
- Frasco de Vidrio
- Frasco Blanco
- Cuaderno
- Overol
- Ahumador
- Núcleos
- Cera
- Traslarvador
- Marco para cría de reinas
- Agua
- Protectores
- Alimentadores
- Porta núcleos
- Jaula para reinas
- Pesa electrónica
- Celular
- Cartulina

#### Químicos

- Nitrógeno líquido

- Alcohol Etílico 75%
- Tiras de Ácido Oxálico
- Azúcar
- Propóleo
- Promotor L®

## **Biológicos**

- Abejas
- Jalea Real

## **4.2. Ubicación**

El proyecto se llevó a cabo en la región Sierra, provincia del Azuay, específicamente en el cantón Cuenca, sector Buenos Aires, a una altura de 2,771 msnm y con coordenadas de 2°52'24"S 79°04'22"O. Durante la época invernal, que abarca marzo, abril y mayo, el área corresponde a un piso climático templado interandino, con una pluviosidad anual que varía entre 950 y 1,350 mm.

Las abejas fueron transportadas desde un apiario de producción de la parroquia Santa Ana proveniente del cantón Cuenca, provincia del Azuay. Ubicado a 20 Km de la ciudad con una altura de 2331 msnm con coordenadas 2°52'24"S 78°59'54"O.

## **4.3. Población de estudio**

Para este estudio, se evaluaron 20 colmenas provenientes de un apiario de producción situado en la parroquia Santa Ana. A través de tres pruebas de rendimiento, se identificaron 5 colmenas como adecuadas para la investigación. Estas colmenas seleccionadas fueron trasladadas al sitio de estudio en Buenos Aires de Sayausí. Se dividieron en 2 colmenas maternas, 2 colmenas paternas y 1 colmena criadora.

Tras el traslado de las celdas realeras, se formaron los núcleos según el número de celdas aceptadas. Estos núcleos se formaron con abejas provenientes de los apiarios de Buenos Aires y Santa Ana.

4.4. Selección de colmenas maternas y paternas

Se realizó la selección de colmenas maternas con los test de higiene, mansedumbre y producción. Las colmenas paternas fueron evaluadas únicamente a través del uso del test de higiene y producción.

4.4.1. Selección por higiene

Las colmenas fueron seleccionadas mediante una prueba de congelación utilizando nitrógeno líquido, un fluido criogénico inerte con una temperatura de -196 °C (-320 °F) (Isac-García et al., 2015). Este método se eligió por su eficacia y menor impacto destructivo en comparación con la técnica de cortar, congelar y reemplazar los panales. Se realizó una evaluación visual para identificar los marcos con el mejor patrón de cría en cada colmena.

Posteriormente, se instaló un tubo de PVC de 5x5 cm en un área específica del marco seleccionado para cuantificar el número de celdas. Se introdujo nitrógeno a través del tubo, lo que permitió congelar la zona marcada.

Luego, los marcos fueron recolocados en las colmenas originales para ser evaluados 24 horas después. Se determinó el porcentaje de celdas viables basado en el número de celdas contadas previamente. De todo el apiario, 5 colmenas mostraron los mejores resultados, con porcentajes de viabilidad superiores al 40%, siendo el mejor resultado del 89%.

Tabla 3 Selección por higiene

Colmenas	Higiene 0h	Higiene 24h	Resultados (%)
Colmena 1	119	50	42
Colmena 2	118	105	89
Colmena 3	100	44	44
Colmena 4	127	67	53
Colmena 5	133	87	65

Fuente: (Illescas & Álvarez, 2024).

#### 4.4.2. Selección por mansedumbre

La mansedumbre de las colmenas se evaluó por picaduras mediante la observación de la reacción de las abejas a un estímulo presentado por un parche (Guzmán-Novoa et al. 1999). Este parche fue suspendido sobre un trozo de madera blanca y agitado frente a la piquera de las colmenas durante 60 segundos. En la evaluación de las 5 colmenas seleccionadas, los resultados mostraron entre 0 y 10 piquetes en el parche, en relación con el número de picaduras registradas. Las colmenas número 1 y 4 obtuvieron los mejores resultados.

#### 4.4.3. Selección por producción

Se evaluó la producción usando la técnica de incidencia de Varroa parámetro relacionado con la producción de miel (Martinez-Cesareo et al., 2016). Se tomaron entre 100 y 200 abejas adultas, que se introdujeron en un frasco con 400 ml de alcohol etílico al 75%. Luego, las abejas se tamizaron para separar los ácaros. Las Varroas fueron colocadas en un recipiente blanco para su conteo con la fórmula:

$$VR = (VE/AM) \times 100\%$$

VE= Varroas encontradas

AM= Abejas muestreadas

Obteniendo resultados menores al 1% para todas las colmenas sometidas al proceso de selección.

#### 4.5. Cría de reinas

##### 4.5.1. Protocolo de cría de reinas a partir de la técnica de traslarve Doolittle con las hijas de las colmenas seleccionadas.

La cría de reinas se realizó colocando un marco con cera nueva 96 horas antes de iniciar el traslarve. En ese tiempo se prepararon los marcos con las copaceldas artificiales, adecuando 15 copaceldas en un total de dos tiras por marco. Luego el marco fue introducido en la colmena huérfana, 24 horas antes del traslarve para la familiarización.

El traslarve se hizo usando larvas menores a 24 horas transfiriéndolas al interior de las copaceldas y fijándolas con una gota de jalea real. Posteriormente se introdujeron a la colmena incubadora.

La aceptación se observó 5 días después del traslarve, obteniendo los porcentajes de transformación en celdas realeras. A los 10 días de desarrollo fueron cosechadas e insertadas en núcleos orfanizados.

#### **4.6. Fecundación Natural de reinas**

##### **4.6.1. Protocolo de liberación de reinas**

Se colocaron las celdas realeras en los núcleos después de orfanizarlos, adaptándose con nodrizas y marcos con alimento. A los 4 días posteriores a la inserción de la celda realera se evaluaron los nacimientos. Se realizó la evaluación del regreso y postura de las reinas 10 y 14 días después del nacimiento.

#### **4.7. Desarrollo en núcleos**

##### **4.7.1. Protocolo de evaluación de desarrollo en núcleo de 5 marcos**

Se evaluó el desarrollo en los núcleos durante 60 días, a través de un pesaje semanal. Esta medición se realizó durante 60 días, entre las 8:00 y 10:00 am. Usando una balanza digital, al peso total se le restó el peso de los cajones.

#### **4.8. Variables**

Se consideraron como variables **dependientes**: celdas realeras aceptadas, reinas vírgenes nacidas, reinas fecundadas y peso de núcleos. Como variables **independientes** se consideró el mes Marzo (T1), Abril (T2) y Mayo (T3).

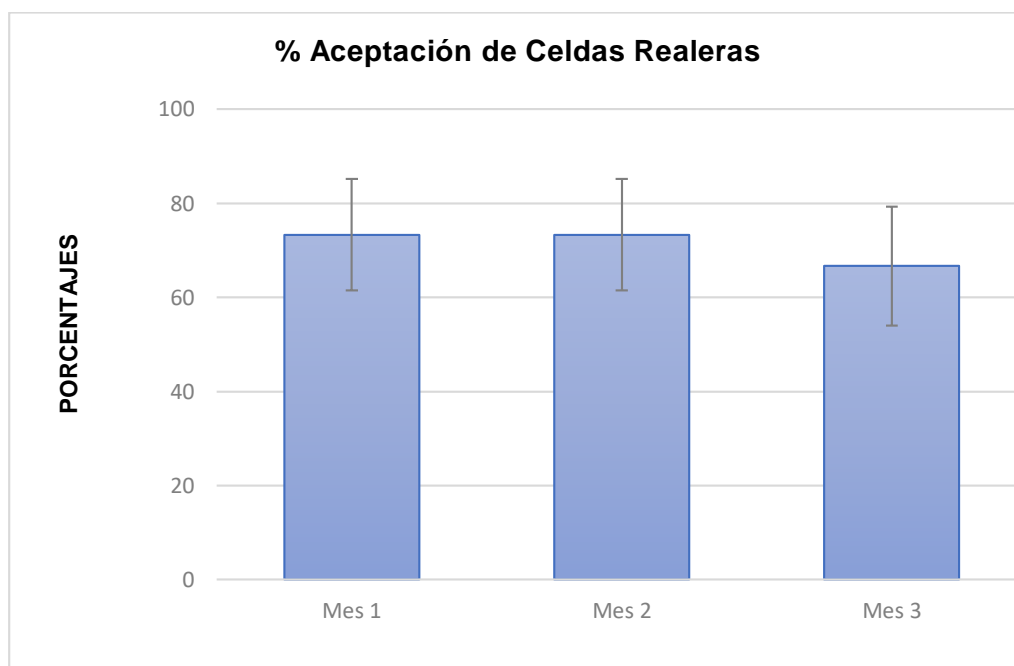
### **5. Análisis Estadístico**

Se trabajó con el protocolo establecido con un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (uno por mes) y 15 repeticiones. Los datos obtenidos del traslarve y del nacimiento de cada mes fueron analizados en el software estadístico STATISTICA versión 12.0 para Windows. La comparación se realizó entre los meses 1, 2 y 3 sobre el porcentaje de traslarve, y nacimiento usando la prueba no paramétrica de Kruscal Wallis. El nivel de significancia fue de  $P < 0,05$ .

## 6. Resultados

### 6.1. Aceptación

La cantidad de larvas aceptadas después del traslarve en los tres meses de evaluación mostraron ligera variación con errores estándar de 11,80 y 12,60. Las diferencias aun así no resultan ser significativas estadísticamente obteniendo un p-value de 0,903748; ( $P > 0,05$ ). Pese a que los porcentajes son relativamente cercanos la Fig.4 con 73,33% en el primer y segundo mes en comparación con el 66,66% del tercer mes el protocolo muestra estabilidad.



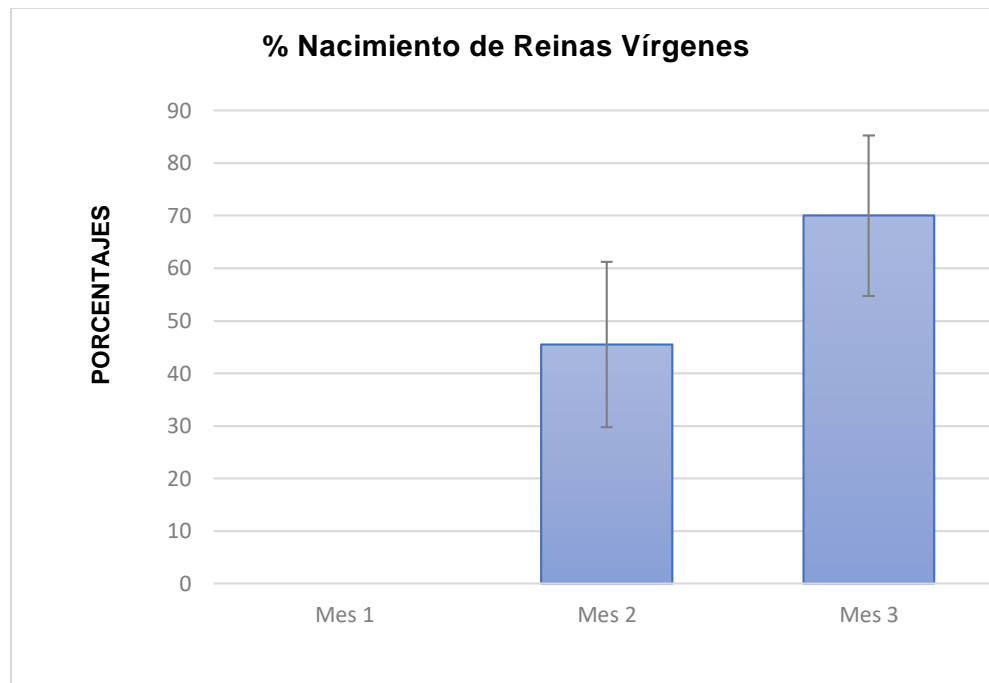
**Figura 4 Porcentaje de aceptación de caldas realeras para los tres meses**

### 6.2. Nacimiento de reinas vírgenes

La variabilidad en la cantidad de nacimientos después del proceso de aceptación se hizo evidente a lo largo de los tres meses. Como se muestra en la Fig. 5, el porcentaje de nacimientos fue del 0% durante el primer mes. Este resultado se debió a un nacimiento prematuro de una de las reinas injertadas, lo que impidió el nacimiento del resto. Esta dificultad se relaciona con los desafíos asociados a la selección de larvas de un día en comparación con larvas de dos y tres días con el método Doolittle.



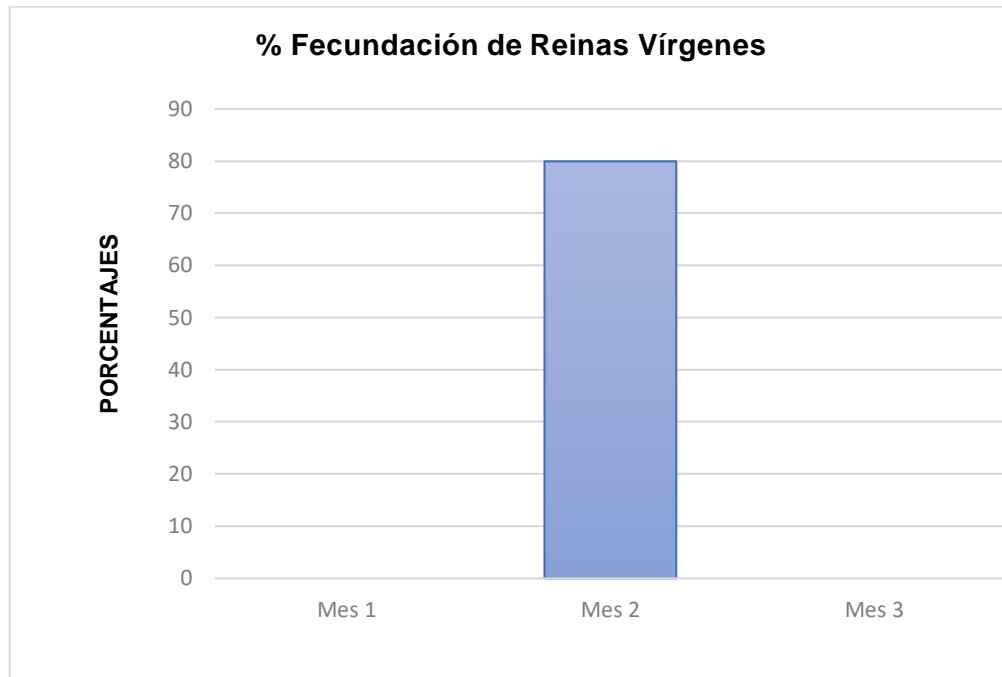
En el segundo mes, se observó un aumento en el porcentaje de nacimientos, alcanzando un 45,45%, y en el tercer mes, este porcentaje subió al 70%. Estos datos indican una mejora progresiva en el protocolo de injerto y una mayor eficiencia a medida que avanzaba el estudio. Adicionalmente, el valor p calculado fue de 0,001680 ( $P < 0,05$ ), lo que sugiere una probabilidad baja de que las diferencias observadas sean atribuibles al azar, indicando así una diferencia significativa.



**Figura 5 Porcentaje de nacimiento de reinas vírgenes para los tres meses**

### 6.3. Fecundación de reinas vírgenes

Los resultados de fecundación se pueden observar en la Fig. 6, donde únicamente los porcentajes relacionados a este objetivo fueron obtenidos del mes número 2. Esto es debido a la muerte de las reinas en el primer mes posterior a la aceptación y en el mes 3 después del nacimiento. Este último caso se produjo como resultado de condiciones ambientales adversas presentadas en el periodo de evaluación.



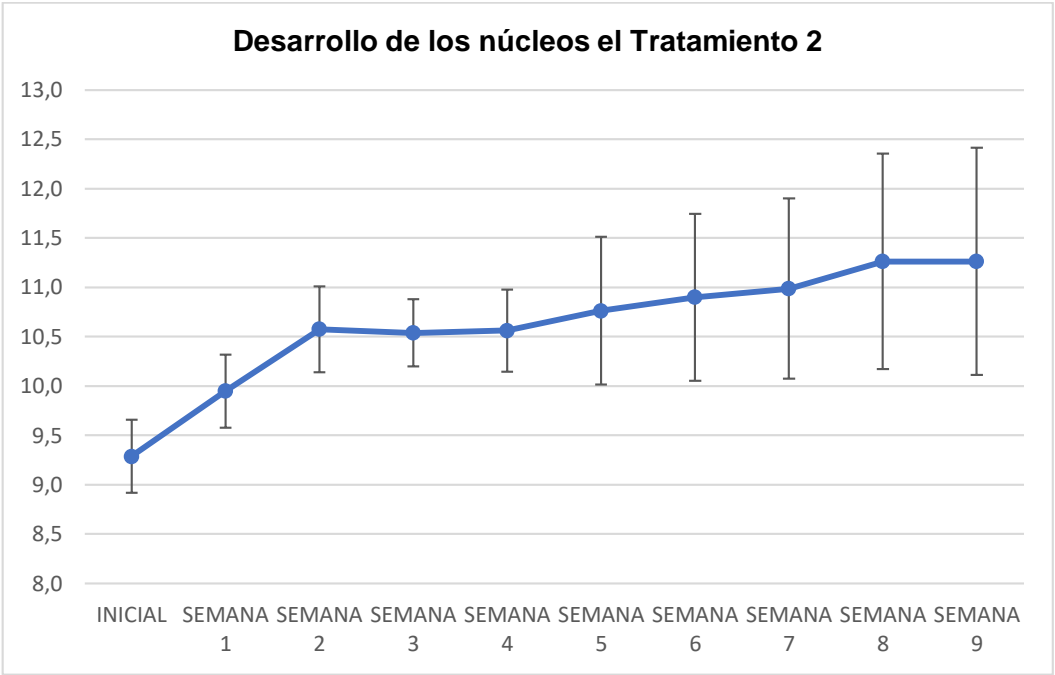
***Figura 6 Porcentaje de fecundación de reinas durante tres meses consecutivos***

#### **6.4. Desarrollo**

El desarrollo de los núcleos fue evaluado exclusivamente en el segundo mes del estudio, durante el cual se observaron efectos positivos, por una tendencia al aumento de peso.

La Fig. 7 ilustra que las colmenas tuvieron un peso promedio inicial de 9,3 kg y posterior a los 60 días, se registró un incremento de 2 kg en el peso. A lo largo del período de evaluación, se observaron algunas fluctuaciones, como una reducción en el peso durante la tercera semana y una estabilidad en la novena semana.

Es importante destacar que la evaluación incluyó una semana adicional al inicio, extendiendo el periodo de observación de 8 a 9 semanas. Además, el mayor incremento de peso se produjo durante la primera semana, con una ganancia de 0,7 kg.



**Figura 7 Desarrollo de los núcleos del Tratamiento 2**

## 7. Discusión

El propósito de esta investigación fue determinar los efectos en el desarrollo durante tres meses: marzo, abril y mayo, la cría de reinas y su posterior desempeño en núcleos. A pesar de que los trabajos relacionados con la reproducción natural de abejas reinas son pocos. Este estudio constituye una de las primeras investigaciones en la cría artificial de reinas de *Apis Mellifera* durante la evolución de tres meses en la sierra sur del Ecuador.

### Aceptación

El proceso de aceptación de las celdas realeras en este estudio fue altamente exitoso, con porcentajes superiores al 60% en los tres tratamientos. Estos hallazgos resaltan la eficacia de nuestras técnicas de selección y mejora. Khan et al. (2022) reportaron resultados comparables, con una tasa promedio de aceptación del 64%, lo que reafirma las ventajas de este método en términos de aceptación.

Otro trabajo que también obtuvo buenos resultados es el de Sahinler & Sahinler (2002) con rendimientos por encima del 70%. Sin embargo, Sahinler & Kaftanoglu (2005) en un trabajo posterior evaluaron más profundamente la aceptación considerando al clima, pero los efectos en la tasa de aceptación no fueron significativos similar a los de este estudio.

El presente experimento mostró ligeras variaciones durante los tres tiempos. Esto concuerda con Khan et al. (2022) quienes indican que el tipo de alimento influye en la aceptación de la celda realera. Pues colmenas alimentadas solo usando jarabe de azúcar, como en este proyecto, muestran menor aceptación lo que puede explicar los pequeños cambios entre los 3 meses.

Rabu et al. (2020) En otro trabajo evaluaron la aceptación considerando la época, indicando que los mejores porcentajes eran obtenidos en primavera e inicios de verano. No obstante, en temporadas invernales aún superaban el 50%. Esto indicaría también los buenos resultados de este trabajo ya que los meses de evaluación forman parte de la temporada invernal en Cuenca.

Durante la realización de este estudio uno de los tres meses de evaluación produjo un nacimiento adelantado. Esta situación puede deberse a lo mencionado por Pan et al. (2024) y Okuyan & Akyol (2018), quienes señalan la importancia de la edad de la larva usada en el traslarve. Indicando que las celdas que contienen larvas menores a 1 día son las que tienen mayor

probabilidad de ser aceptadas. Sin embargo, esto no impide la aceptación de las larvas de 3 días, las cuales, al ser seleccionadas emergen mucho más temprano como se observó en T1.

La dificultad en la selección de larvas según Lashari (2023) también tiene relación con la falta de experiencia, obstáculo que impide la diferenciación de larvas en el injerto. Este experimento se llevó a cabo con aprendices iniciales y este inconveniente se presentó en el primer mes para luego mejorar progresivamente en los tratamientos 2 y 3.

### **Nacimiento de reinas vírgenes.**

Los resultados relacionados al nacimiento de reinas mostraron una variación en los tres tratamientos siendo el tercer mes el que obtuvo los mejores resultados. Esto puede ser debido a lo señalado por Smilga-Spavina et al. (2024) quienes indican que el nacimiento de reinas injertadas como celdas realeras pueden tener variaciones de acuerdo al tiempo y condiciones climáticas. Indicando con este experimento que puede haber diferentes rendimientos con porcentajes desde el 48 al 89%.

Durante la etapa de aceptación, se mencionó un nacimiento prematuro en T1 que impidió el nacimiento del resto de reinas. Esto se pudo presentar debido a que, de forma natural, una vez que el nacimiento de una reina sucede, las obreras se encargan de destruir las celdas realeras cercanas. Incluso si hay dos reinas recién nacidas, se producirá la eliminación entre ellas (Reyes, 2012).

Igualmente, Adgaba et al. (2019) demostraron en su investigación cómo los porcentajes de nacimiento pueden verse afectados después de los procesos de traslarve y aceptación. En su trabajo, obtenían menos del 50% de nacimientos del total de larvas injertadas, similar a lo obtenido en T2. Esto se asoció directamente a un cambio climático durante la etapa de prueba, similar a lo presentado en T2 y T3, resultado del incremento de las precipitaciones.

Asimismo, Calovi et al. (2021) y Abou-Shaara et al. (2017) explican que las condiciones climáticas estacionales afectan de manera significativa la capacidad termorreguladora de *Apis Mellifera*. El daño influye en la salud y funciones de las abejas, especialmente durante las temporadas invernales. Esto pudo influir en el bajo porcentaje de T2, ya que las obreras encargadas de la ventilación, al sufrir condiciones adversas, afectan a las crías altamente sensibles a la temperatura. Este factor impactó los buenos índices porcentuales obtenidos en la aceptación y que se redujeron en el nacimiento.

Por último, Waleed y Saeed (2020) indican que el éxito en la producción de reinas puede verse afectado por el método de injerto. En su estudio, los porcentajes de nacimientos fueron notablemente más bajos con el método Doolittle, como el usado en esta investigación. En nuestro trabajo, observamos que esta reducción se debió principalmente a las habilidades iniciales de los operarios, las cuales impidieron mayores porcentajes de nacimiento.

### **Fecundación de reinas vírgenes.**

El tratamiento número 2 logró resultados de fecundación superiores al 50%. Este resultado es consistente con Rangel et al. (2013), quienes encontraron que reinas criadas a partir de larvas de obreras jóvenes presentaban recuentos de espermatozoides más altos. Esto les permitía aparearse con más zánganos y, en consecuencia, tener un mejor desempeño en la postura, como el obtenido en T2.

Aunque se obtuvieron buenos resultados en el segundo mes, el desempeño de los otros tratamientos fue mucho menor. Esto se relaciona con las observaciones de Guiraud et al. (2021), quienes indicaron que el cambio climático y las variaciones de temperatura reducen la fecundación debido a las dificultades en el apareamiento. Según su estudio, las mejores tasas de reproducción son en temperaturas de entre 24 y 30°C. Sin embargo, durante este estudio, el INHAMI (2024) determinó temperaturas promedio para los 3 meses de 11°C y 22°C. Esta variación térmica pudo ser responsable de la reducción en T3, a pesar de que se obtuvieron buenos porcentajes de nacimientos.

Además, al final del mes, se registraron 25 días de lluvia de un total de 31, lo que probablemente impidió los vuelos de apareamiento de las reinas traslarvadas. Esto afectó negativamente los resultados de fecundación obtenidos en el tratamiento 3.

Mishra et al. (2023) destacan que los cambios en los patrones de precipitación, atribuibles al calentamiento global, afectan los hábitats naturales. Estas alteraciones influyen en las interacciones entre especies. En el caso de las abejas, la búsqueda de nuevas áreas para alimentarse y reproducirse en respuesta a estas condiciones puede exponerlas a nuevos depredadores, afectando su supervivencia. Este fenómeno explicaría la disminución en los porcentajes de nacimiento y fertilidad observados en nuestro estudio.

Finalmente, Oñate-Valdivieso et al. (2018) indicaron que, aunque se espera un clima cálido y uniforme debido a la ubicación ecuatorial, en realidad se experimenta una amplia variedad de

climas. Incluso cuando la estación seca comienza en mayo, aún se pueden registrar precipitaciones significativas debido a la influencia de la cuenca del Amazonas. Esta situación se presentó durante el periodo de trabajo y contribuyó a los bajos porcentajes en T3 y a que los de T2 no fueran más altos.

## **Desarrollo**

En el presente trabajo, los resultados de desarrollo fueron evaluados únicamente en las colmenas de T2, mostrando un buen desarrollo en más del 50%. Esta evaluación se realizó a través del pesaje de las colmenas. A pesar, de los efectos positivos en la ganancia de peso, estos pudieron ser mejores. Switanek et al. (2017) indican que las condiciones climáticas influyen en el desarrollo de las colmenas debido al impacto en la vegetación de la zona que afecta la alimentación y desarrollo de *Apis Mellifera*.

Durante la evaluación del desarrollo, se observó un incremento de peso en todos los núcleos, especialmente en la primera semana tras la confirmación de la postura. Este resultado es consistente con lo reportado por Czekońska et al. (2023), quienes mencionan que el crecimiento de una colmena puede variar entre 0,3 Kg y 0,99 Kg en un periodo de 6 a 7 días. Sin embargo, el mismo estudio indica que el peso puede fluctuar según el tiempo de observación y las condiciones climáticas. En nuestro caso, se observaron incrementos y reducciones de entre 0,6 Kg y 0,8 Kg. Estos cambios fueron evidentes entre la segunda y la tercera semana del estudio

Seeley (1995) También explica los cambios repentinos de peso, señalando que una variación de hasta 0,3 kg puede considerarse normal. Esto se debe al funcionamiento natural de la colonia, influenciado por la cantidad de crías y abejas adultas, peso del panal, etc. Estos hallazgos se relacionan con nuestra evaluación, ya que los núcleos formados estaban en constante cambio debido a su proceso natural de evolución.

Con respecto al núcleo número 5, se observó un descenso semanal del peso, atribuido a su transformación en zanganera. Esto se debe a lo que menciona Reina (2010), quien indica que la pérdida de peso es producto de una transformación paulatina. La ausencia de postura genera huevos no fértiles y cambia la población de obreras a zánganos, situación que se confirmó tras el pesaje de la semana 4.

## 8. Conclusiones

- Esta investigación concluye que la implementación del protocolo planteado es más idónea para el mes de abril generando respuestas positivas principalmente al traslarve y nacimiento. Estos hallazgos son relevantes y proporcionan una base sólida para mejorarlo y adecuarlo a los tiempos de la sierra sur del Ecuador.
- Dentro de los tres tiempos evaluados los porcentajes de aceptación no presentaron cambios relevantes.
- El porcentaje de nacimiento de reinas vírgenes fue superior en el mes de mayo. Sin embargo, las diferencias climáticas influyen en el éxito del nacimiento.
- La evaluación del porcentaje de fecundación fue superior en el mes de abril durante los tres meses de investigación.
- La medición del desarrollo de los núcleos pertenecientes al mes de abril, mostró un crecimiento exponencial en el periodo de investigación en cuanto a peso relacionado con postura y nacimiento de obreras.



## 9. Recomendaciones

- Para optimizar los protocolos de investigación reproductiva en *Apis Mellifera*, es fundamental establecer programas de capacitación y práctica continua. Estos proyectos deben centrarse en la etapa de injerto de larvas, garantizando el aprendizaje de habilidades.
- Dada la creciente preocupación por los cambios climáticos provocados por el calentamiento global, se recomienda llevar a cabo investigaciones exhaustivas. Estas evaluaciones deben centrarse en los efectos del clima en la provincia del Azuay, prestando especial atención a la cría de reinas y al rendimiento de colmenas.
- Se sugiere continuar y ampliar la implementación de programas de cría estandarizados que incluyan protocolos detallados para el manejo de reinas. Estos programas deben ser actualizados para incorporar sus hallazgos en nuevas investigaciones en el campo de la apicultura.

## Referencias

- Abou-Shaara, H. F., Owayss, A. A., Ibrahim, Y. Y., & Basuny, N. K. (2017). A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insects Sociaux*, 64(4), 455–463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Abro, Z., Kassie, M., Tikku, H. A., Taye, B., Ayele, Z. A., & Ayalew, W. (2022). The impact of beekeeping on household income: evidence from north-western Ethiopia. *Heliyon*, 8(5), e09492. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09492>
- Addi, A., & Bareke, T. (2019). Review: Floral resources diversity of honeybees in important types of vegetation of Ethiopia. *Asian Journal of Forestry*, 3(2). <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r00300203>
- Adgaba, N., Al-Ghamdi, A., Tadesse, Y., Alsarhan, R., Single, A., Mohammed, S. E., & Ali Khan, K. (2019). The responses of *Apis mellifera jemenitica* to different artificial queen rearing techniques. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1649–1654. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.08.028>
- Aguilar, I., Sanchez, L., & Calderón, R. (2021). Desafíos y oportunidades para la conservación de las abejas nativas. *Una.ac.cr*. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/48185d2c-cbf0-4c32-8318-6341f914c452/content>
- Ahmat, B., Yang, T., Ma, C., & Zong, C. (2024). Increased Mass-Rearing of Queens in High Royal-Jelly-Producing Honey Bee Colonies (*Apis mellifera ligustica*) Generates Smaller Queens with Comparable Fecundity. *Agriculture*, 14(2), 264. <https://doi.org/10.3390/agriculture14020264>
- Arslan, S., Cengiz, M. M., Gül, A., & Sayed, S. (2021). Evaluation of the standards compliance of the queen bees reared in the Mediterranean region in Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5), 2686–2691. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.009>
- Arteaga, C. (2022). Problemas sanitarios en *Apis Mellifera* en la región Sierra del Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

- Ávalos, J. (2018). Estandarización de la reacción en cadena de la polimerasa para la determinación de virus comunes en abejas de miel en la Sierra Ecuatoriana [Universidad de las Américas]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8998>
- Becsi, B., Formayer, H., & Brodschneider, R. (2021). A biophysical approach to assess weather impacts on honey bee colony winter mortality. *Royal Society Open Science*, 8(9). <https://doi.org/10.1098/rsos.210618>
- Bieńkowska, M., Łoś, A., & Węgrzynowicz, P. (2020). Honey Bee Queen Replacement: An Analysis of Changes in the Preferences of Polish Beekeepers through Decades. *Insects*, 11(8), 544. <https://doi.org/10.3390/insects11080544>
- Biri, M. (1976). Cría moderna de abejas.
- Büchler, R., Andonov, S., Bernstein, R., Bienefeld, K., Costa, C., Du, M., Gabel, M., Given, K., Hatjina, F., Harpur, B. A., Hoppe, A., Kezic, N., Kovačić, M., Kryger, P., Mondet, F., Spivak, M., Uzunov, A., Wegener, J., & Wilde, J. (2024). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens 2.0. *Journal of Apicultural Research*, 1–57. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2295180>
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A., & Wilde, J. (2013). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1–30. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.07>
- Cabrera, J. (2016). Apicultura en el Ecuador.
- Calovi, M., Grozinger, C. M., Miller, D. A., & Goslee, S. C. (2021). Summer weather conditions influence winter survival of honey bees (*Apis mellifera*) in the northeastern United States. *Scientific Reports*, 11(1), 1553. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81051-8>
- Cazar, D. (2022). Estudio de factibilidad para incrementar la producción de miel de abeja (*Apis Mellifera*) en la parroquia General Proaño. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Clément, H., & Bruneau, É. (2011). Tratado de apicultura.

Cobo, A. (1981). Manejo de la reproducción de las colonias de abejas.

Cría de Reinas (*Apis Mellifera*) (2022).

Czekońska, K., Łopuch, S., Miścicki, S., Bańkowski, J., & Szabla, K. (2023). Monitoring of hive weight changes in various landscapes. *Apidologie*, 54(3), 30. <https://doi.org/10.1007/s13592-023-01012-0>

Danieli, P. P., Addeo, N. F., Lazzari, F., Manganello, F., & Bovera, F. (2023). Precision Beekeeping Systems: State of the Art, Pros and Cons, and Their Application as Tools for Advancing the Beekeeping Sector. *Animals*, 14(1), 70. <https://doi.org/10.3390/ani14010070>

De Paula, J. C., Doello, K., Mesas, C., Kapravelou, G., Cornet-Gómez, A., Orantes, F. J., Martínez, R., Linares, F., Prados, J. C., Porres, J. M., Osuna, A., & de Pablos, L. M. (2022). Exploring Honeybee Abdominal Anatomy through Micro-CT and Novel Multi-Staining Approaches. *Insects*, 13(6), 556. <https://doi.org/10.3390/insects13060556>

Dewey, C. (2010). Manual práctico de apicultura.

Döke, M. A., McGrady, C. M., Otieno, M., Grozinger, C. M., & Frazier, M. (2019). Colony Size, Rather Than Geographic Origin of Stocks, Predicts Overwintering Success in Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) in the Northeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 112(2), 525–533. <https://doi.org/10.1093/jee/toy377>

Elis, J. (2015, October). The tasks of a worker honey bee.

El-Metwally, I. M., & Tagour, R. M. H. (2010). Some factors affecting successful *Apis mellifera* queen rearing in sohag. *Mağallat Itihād Al-Ġāmi'āt al-'arabiyyat Lil-Dirāsāt Wa-al-Buḥūt al-Zirā'iyyat*, 18(1), 213–219. <https://doi.org/10.21608/ajs.2010.15003>

ETAPA. (2019). Datos estaciones meteorológicas.

Flores, J., Campano, F., Ruiz, Ruz, Puerta, Bustos, & Padilla. (1998). Cría controlada de abejas reinas de *Apis Mellifera* ibérica (Universidad de Cordova, Ed.).

- Fernandes, E., Faita, M., Lindomar, G., Antonialli, W., Vieira, V., & Alves, J. (2011). Influence of Climate Factors on Flight Activity of Drones of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). [https://www.researchgate.net/publication/307855390\\_Influence\\_of\\_Climate\\_Factors\\_on\\_Flight\\_Activity\\_of\\_Drones\\_of\\_Apis\\_mellifera\\_Hymenoptera\\_Apidae](https://www.researchgate.net/publication/307855390_Influence_of_Climate_Factors_on_Flight_Activity_of_Drones_of_Apis_mellifera_Hymenoptera_Apidae)
- Figueroa-Hernández, F., Godínez-Montoya, E., Rocha-Quiroz, L., García-Núñez, J., & María, R. (2015). Investigación en Matemáticas, Economía, Ciencias Sociales y Agronomía. Ecorfan.org. [https://www.ecorfan.org/libros/Investigaci%C3%B3n\\_en\\_Matematicas\\_1012\\_MR.pdf](https://www.ecorfan.org/libros/Investigaci%C3%B3n_en_Matematicas_1012_MR.pdf)
- Friedrich Ruttner. (1988). Breeding techniques and selection for breeding of the honey bee.
- Galindo, M. (1970). Manual de Apicultura.
- Gillard, T. L., & Oldroyd, B. P. (2020). Controlled reproduction in the honey bee (*Apis mellifera*) via artificial insemination (pp. 1–42). <https://doi.org/10.1016/bs.aiip.2020.08.001>
- Given, K. (2021). Queen Rearing and Bee Breeding. In *Honey Bee Medicine for the Veterinary Practitioner* (pp. 363–366). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119583417.ch29>
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* (New York, N.Y.), 347(6229). <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
- Guichard, M., Phocas, F., Neuditschko, M., Basso, B., & Dainat, B. (2023). An Overview of Selection Concepts Applied to Honey Bees. *Bee World*, 100(1), 2–8. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2022.2147702>
- Guiraud, M., Cariou, B., Henrion, M., Baird, E., & Gérard, M. (2021). Higher developmental temperature increases queen production and decreases worker body size in the bumblebee *Bombus Terrestris*. *Journal of Hymenoptera Research*, 88, 39–49. <https://doi.org/10.3897/jhr.88.73532>
- Gupta, R. (2014). Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security (R. K. Gupta, W. Reybroeck, J. W. van Veen, & A. Gupta, Eds.). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9199-1>

- Guzmán-Novoa, E., Page, R. E., Jr, Spangler, H. G., & Erickson, E. H., Jr. (1999). A comparison of two assays to test the defensive behaviors of honey bees ((*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*, 38(3–4), 205–209. <https://doi.org/10.1080/00218839.1999.11101011>
- Harbo, J. R., & Harris, J. W. (2005). Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *Journal of Apicultural Research*, 44(1), 21–23. <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101141>
- Hernández, A., García, D., & Valdés, R. (2019). Percepción del cambio climático en agricultores y apicultores en la comunidad de Quimis, Jipijapa. *Revista Científica Multidisciplinaria*. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1713/917>
- Hofstede, R., Lips, J., & Jongsma, W. (1998). Geografía, ecología y forestación de la sierra alta del Ecuador. [https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1445&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1445&context=abya_yala)
- Holmes, L. A., Ovinge, L. P., Kearns, J. D., Ibrahim, A., Wolf Veiga, P., Guarna, M. M., Pernal, S. F., & Hoover, S. E. (2023). Queen quality, performance, and winter survival of imported and domestic honey bee queen stocks. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44298-x>
- INHAMI. (2024). Pronóstico por localidades y precipitaciones acumuladas mensuales.
- Invernizzi, C., & Rodríguez, J. (2007). Mejora en la sanidad de la cría en colonias de abejas (*Apis Mellifera* L.) seleccionadas por comportamiento higiénico.
- Isac-Garcia, J., Dobado, J. A., Calvo-Flores, F. G., & Martinez-Garcia, H. (2015). *Experimental organic chemistry: Laboratory manual*. Academic Press.
- Jiménez, E. (2010). *Actividades de producción de las colmenas*.
- Jiménez Torres, A. del C., Castillo-Acaro, E., Jiménez-Jiménez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2022). Adaptación de sistemas naturales y sociales al cambio climático en el Ecuador: una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 54–71. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i1.1300>

Jordan, B. (2016). Apicultura en el Ecuador.

Kaufield, N. (1967). Beekeeping in the United States. U.S. Government Printing Office.

Khan, K. A., Ghramh, H. A., Ahmad, Z., El-Niweiri, M. A. A., & Mohammed, M. E. A. (2021). Honey bee (*Apis mellifera*) preference towards micronutrients and their impact on bee colonies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3362–3366. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.084>

Khan, K. A., Rafique, M. K., Lashari, M. A., Iqbal, A., Mahmood, R., Ahmed, A. M., Khoso, F. N., Ahmad, S., AL-Shehri, B. M., Mohammed, M. E. A., & Ghramh, H. A. (2022). Instrumental insemination: A nontraditional technique to produce superior quality honey bee (*Apis mellifera*) queens. *Journal of King Saud University - Science*, 34(5), 102077. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102077>

Kovac, H., Käfer, H., & Stabentheiner, A. (2018). The energetics and thermoregulation of water collecting honeybees. *Journal of Comparative Physiology A*, 204(9–10), 783–790. <https://doi.org/10.1007/s00359-018-1278-9>

Lashari, M. A. (2023). Grafted Larval Age as a Factor Affecting Honeybee (*Apis mellifera*) Queen Cell Acceptance and Morphometric Characteristics. *Pakistan Journal of Zoology*. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20231105074710>

Lodesani, M., Costa, C., Besana, A., Dall'Olio, R., Franceschetti, S., Tesoriero, D., & Giacomo, D. (2014). Impact of control strategies for *Varroa destructor* on colony survival and health in northern and central regions of Italy. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), 155–164. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.17>

Martínez, F., & Cobo, A. (1988). Apuntes de apicultura.

Martínez-Cesáreo, M., Rosas-Córdoba, J., Prieto-Merlos, D., Carmona-Gasca, A., Peña-Parra, B., & Ávila-Ramos, F. (2016). Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema Apis* y *Acarapis woodi* en abejas (*Apis Mellifera*) de la región oriente del Estado de México. *Abanico veterinario*, 6(2), 30–38. <https://doi.org/10.21929/abavet2016.62.3>

- Masaquiza-Moposita, D. A., Martin, D., Zapata, J., Soldado, G., & Salas, D. (2023). Apicultura ecuatoriana: situación y perspectiva. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e252. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e252>
- Masaquiza, D., Vargas, J., Ortiz, N., Salazar, R., Curbelo, L., Pérez, A., & Arenal, A. (2021). Hygienic Behavior of *Apis mellifera* and Its Relationship with *Varroa destructor* Infestation and Honey Production in the Central Highlands of Ecuador. *Insects*, 12(11), 966. <https://doi.org/10.3390/insects12110966>
- Maucourt, S., Fortin, F., Robert, C., & Giovenazzo, P. (2020). Genetic Parameters of Honey Bee Colonies Traits in a Canadian Selection Program. *Insects*, 11(9), 587. <https://doi.org/10.3390/insects11090587>
- Mayorga, E. (2021). Análisis comparativo entre los métodos Alley y Miller en la reproducción de abejas reinas (*Apis Mellifera*). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- McAfee, A., Tarpy, D. R., & Foster, L. J. (2021). Queen honey bees exhibit variable resilience to temperature stress. *PLOS ONE*, 16(8), e0255381. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255381>
- Mendez, A., & Cigarroa, M. (2012). Manual de cría de reinas.
- Mishra, Dr. M., Bhunia, P., Shubham, S., Sen, R., Bhunia, R., Gulia, J., Mondal, T., Zidane, Z., Saha, T., Chacko, A., Raj, R., S, V. S., & Kaushal, L. (2023). The Impact of Weather Change on Honey Bee Populations and Disease. *Journal of Advanced Zoology*, 44(S7), 180–190. <https://doi.org/10.17762/jaz.v44iS7.2755>
- Montenegro, G. (2016). Manual Apícola.
- Montoya, A: Chávez, A. (2021). Producción de cría de reinas *Apis Mellifera* utilizando copaceldas de cera y plástico con diferentes diluciones por el método Doolittle. *Tecnm.mx*. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/4619>
- Mora, M. (2019). Análisis de la variación estacional del consumo residencial de agua potable de la ciudad de Cuenca. Universidad del Azuay.



- Neill, D. y Jorgensen, P. (s.f). Catálogo de Plantas vasculares del Ecuador. Research Project's: Climates 1995 -2009.
- Neumann, P., & Straub, L. (2023). Beekeeping under climate change. *Journal of Apicultural Research*, 62(5), 963–968. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2247115>
- Niño, E. L., & Cameron, J. (2015). Improving the future of honey bee breeding programs by employing recent scientific advances. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.005>
- Núñez, O., Almeida, R., & Rosero, M. (2017). Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. *Journal of the Selva Andina Ani*. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2017.040200095>
- Okuyan, S., & Akyol, E. (2018). The Effects of Age and Number of Grafted Larvae on Some Physical Characteristics of Queen Bees and Acceptance Rate of Queen Bee Cell. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(11), 1556–1561. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i11.1556-1561.1955>
- Oñate-Valdivieso, F., Fries, A., Mendoza, K., Gonzalez-Jaramillo, V., Pucha-Cofrep, F., Rollenbeck, R., & Bendix, J. (2018). Temporal and spatial analysis of precipitation patterns in an Andean region of southern Ecuador using LAWR weather radar. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 130(4), 473–484. <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0535-8>
- Pan, L., Zhong, S., Xu, T., Chen, W., & Zeng, Z. (2024). The Honey Bee Colony's Criterion for Candidate Selection: "Ongoing" or "One-Shot"? *Animals*, 14(11), 1535. <https://doi.org/10.3390/ani14111535>
- Philippe, J. (2008). Guía del apicultor.
- Pierre Jean, & Le Conte Yves. (2014). Apicultura conocimiento de la abeja y manejo de la colmena.
- Pirk, C. W. W., Human, H., Crewe, R. M., & van Engelsdor, D. (2014). A survey of managed honey bee colony losses in the Republic of South Africa–2009 to 2011. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), 35–42. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.1.03>

Plate, M., Bernstein, R., Hoppe, A., & Bienefeld, K. (2019). The importance of controlled mating in honeybee breeding. *Genetics Selection Evolution*, 51(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0518-y>

Polaino, C. (2006). Manual práctico del apicultor.

Portilla Farfán, F. (2018). Introducción. En *Agro climatología del Ecuador* (pp. 17–40). Editorial Abya-Yala.

Prado, J. (2024). Evaluación de reinas carniola (*Apis Mellifera* cárnica) e italiana (*Apis Mellifera* ligustica) en colmenas de tipo langstroth en la comunidad Naranjito, Ibarra [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16256/2/03%20AGP%20432%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Prešern, J., & Smodiš, I. (2019). Parameters influencing queen body mass and their importance as determined by machine learning in honey bees (*Apis mellifera* carnica). *Aphidology*, 50(5), 745–757. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00683-y>

Rabu, A., Mohammed, K., Gomaa, & Badwy. (2020). Effect of different seasons on the royal jelly production under Nasr city conditions -Cairo -Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 13.

Ramos, J. (2021). Utilización de tres dietas alimenticias de sacarosa invertido en núcleos abejas (*Apis Mellifera*) por el método Palmer.

Rangel, J., Keller, J. J., & Tarpy, D. R. (2013). The effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen reproductive potential on colony growth. *Insects Sociaux*, 60(1), 65–73. <https://doi.org/10.1007/s00040-012-0267-1>

Reddy, R., Verghese, A., & Rajan, V. (2013). Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Indianjournals.com*. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:pmhe&volume=18&issue=2&article=001>

- Reina, T. (2010). Producción y análisis financiero de la obtención de jalea real de abejas (*Apis Mellifera*) por el método Dolittle. Escuela Politécnica Nacional.
- Reyes, F. (2012). Evaluación de la cría de abejas reinas (*Apis Mellifera Criolla*) fecundadas mediante inseminación artificial. Universidad Nacional de Loja.
- Rivera, R., Rendón, P., Barrientos, M., & Ibarra, J. (2020). Programa cría sur occidente cadena apícola – miel de abejas mejoramiento genético de abejas (*Apis Mellifera*) para incrementar la productividad de colonias ante el cambio climático.
- Rosero, D. (2006). Selección de colmenas según características de alta producción de miel en los departamentos de Copán, El Paraíso, La Paz y Ocotepeque.
- Sahinler, N., & Kaftanoglu, O. (2005). The effects of season and honeybee (*Apis mellifera* L.) genotype on acceptance rates and royal jelly production. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29.
- Sahinler, N., & Sahinler, S. (2002). Effects of the number of queen cells and harvesting interval on the acceptance rates of the larvae, royal jelly quality and quantity. *Journal of Animal and Veterinary Advances*.
- Seeley. (1995). *The Wisdom of the Hive*.
- Şeker, I., Kosem, A., & Karlidag, S. (2017). Beekeeping activities II: the evaluation of beekeeping activities in terms of beekeeper preferences, production quality and bee diseases in Malatya Province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*.
- Sepulveda, M. (1983). *El mundo de las abejas*.
- Silva, J. (2015). *Manual de prácticas de apicultura I*.
- Simbaña, H. (2015). Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis Mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo 2012.

- Smilga-Spalvina, A., Spalvins, K., & Veidenbergs, I. (2024). Field study: Factors influencing virgin queen bee acceptance rate in *Apis mellifera* colonies. *Czech Journal of Animal Science*, 69(4), 155–164. <https://doi.org/10.17221/22/2024-CJAS>
- Soliman, K., & Saad, A. (2021). Evaluation of colony parameters for queen rearing under arid ecosystem conditions. *Journal of Applied Plant Protection*, 10(1), 69–76. <https://doi.org/10.21608/japp.2021.234779>
- Sperandio, G., Simonetto, A., Carnesecchi, E., Costa, C., Hatjina, F., Tosi, S., & Gilioli, G. (2019). Beekeeping and honey bee colony health: A review and conceptualization of beekeeping management practices implemented in Europe. *Science of The Total Environment*, 696, 133795. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133795>
- Switanek, M., Crailsheim, K., Truhetz, H., & Brodschneider, R. (2017). Modelling seasonal effects of temperature and precipitation on honey bee winter mortality in a temperate climate. *Science of The Total Environment*, 579, 1581–1587. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.178>
- Tapia, J. (2023). Crianza artificial de abejas reinas *Apis melífera* mediante el método Doolittle simplificado. Universidad Nacional de Loja.
- Tarpy, D. R., Caren, J. R., & Delaney, D. A. (2023). Meta-analysis of genetic diversity and intercolony relatedness among reproductive in commercial honey bee populations. *Frontiers in Insect Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1112898>
- Vallenas Sánchez, Y. P. A., Honorio Javes, C. E., Rodríguez Soto, J. C., & Valdivia Camargo, V. (2023). Efecto de suplemento proteico sobre la postura y población de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) comerciales en cultivo polifloral. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num2\\_art:3058](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num2_art:3058)
- Vargas, S. (2022). Eficacia del Apiguard para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Vargas, J. (2022). Eficacia del Apiguard para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* en la zona central del Ecuador [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://dspace.utc.edu.ec/bitstream/27000/9824/1/MUTC-001336.pdf>

Vasquez, R., Martinez, R., Ortega, N., & Maldonado, W. (2021). Conceptos fundamentales de producción apícola.

Vásquez, R., Ortega, N., Martinez, R., & Maldonado, W. (2012). Manual técnico de apicultura abeja (Apis Mellifera). [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32817/Ver\\_documento\\_32817.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32817/Ver_documento_32817.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vicens, N., & Bosch, J. (2000). Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology*, 29(3), 413–420. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-29.3.413>

Velasquez, B., & Vargas, G. (2015). Guía de producción artificial de abejas reina *Apis Mellifera*.

Wagoner, K., Millar, J. G., Keller, J., Bello, J., Waiker, P., Schal, C., Spivak, M., & Rueppell, O. (2021). Hygiene-Eliciting Brood Semio chemicals as a Tool for Assaying Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Colony Resistance to *Varroa* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Insect Science*, 21(6). <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab064>

Waleed, & Saeed. (2020). The influence of using the two methods of breeding (Doolittle and Miller) on the characteristics of the emerged queen Bees. *University of Aden Journal of Natural and Applied Sciences*, 24(1), 19–26. <https://doi.org/10.47372/uajnas.2020.n1.a03>

WeatherSpark. (2024). Fall weather in Cuenca.

Williams, G. R., Troxler, A., Retschnig, G., Roth, K., Yañez, O., Shutler, D., Neumann, P., & Gauthier, L. (2015). Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. *Scientific Reports*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/srep14621>

Yu, L., Shi, X., He, X., Zeng, Z., Yan, W., & Wu, X. (2022). High-Quality Queens Produce High-Quality Offspring Queens. *Insects*, 13(5), 486. <https://doi.org/10.3390/insects13050486>

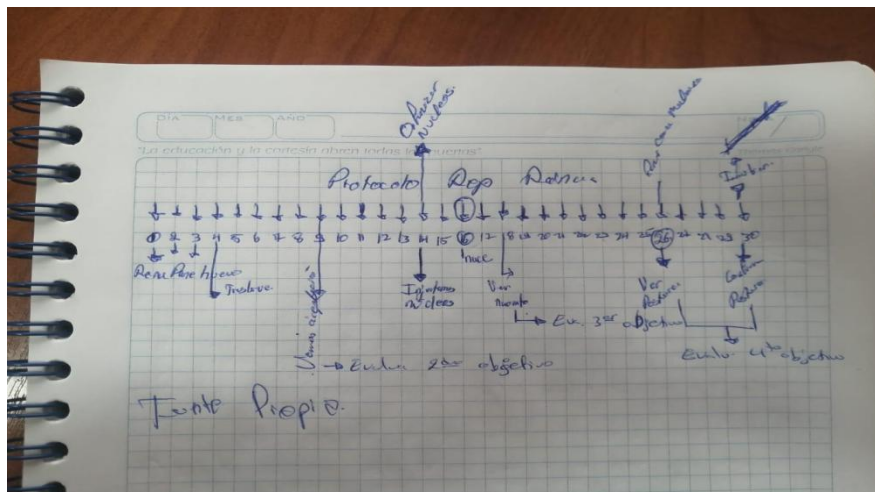
Yuqui, L. (2024). Producción de reinas fecundadas (*Apis Mellifera*) y evaluación hasta la postura [Escuela Superior Politecnica del Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22031/1/17T1998.pdf>

Zacepins, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J., & Stalidzans, E. (2015). Challenges in the development of Precision Beekeeping. *Biosystems Engineering*, 130, 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.001>



## Anexos

## Anexo A. Protocolo



## Anexo B. Selección de colmenas por higiene, mansedumbre y producción



## Anexo C. Traslarve



**Anexo D. Aceptación de celdas**



**Anexo E. Formación de núcleos**





## Anexo F. Revisión de nacimiento



## Anexo G. Revisión de postura y desarrollo





## Anexo H. Pesaje de núcleos

