

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TEMA:**

EVALUACIÓN DE LA OVOPOSICIÓN EN ABEJAS REINAS MEDIANTE EL MÉTODO TETRAMULTIPLO – DIVISORIO Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA COLMENA.

Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**AUTOR:**

MILTON RODOLFO SAILEMA CHANGO.

**DIRECTOR:**

Ing. Zoot. VINICIO ROLANDO MONTALVO SILVA. MSc.

**Guaranda – Ecuador**

**2018**

**EVALUACIÓN DE LA OVOPOSICIÓN EN ABEJAS REINAS MEDIANTE EL MÉTODO TETRAMULTIPLO – DIVISORIO Y SU IFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA COLMENA.**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

---------------------------------------------------

Ing. Zoot. VINICIO ROLANDO MONTALVO SILVA. M Sc.

**DIRECTOR**

---------------------------------------------------

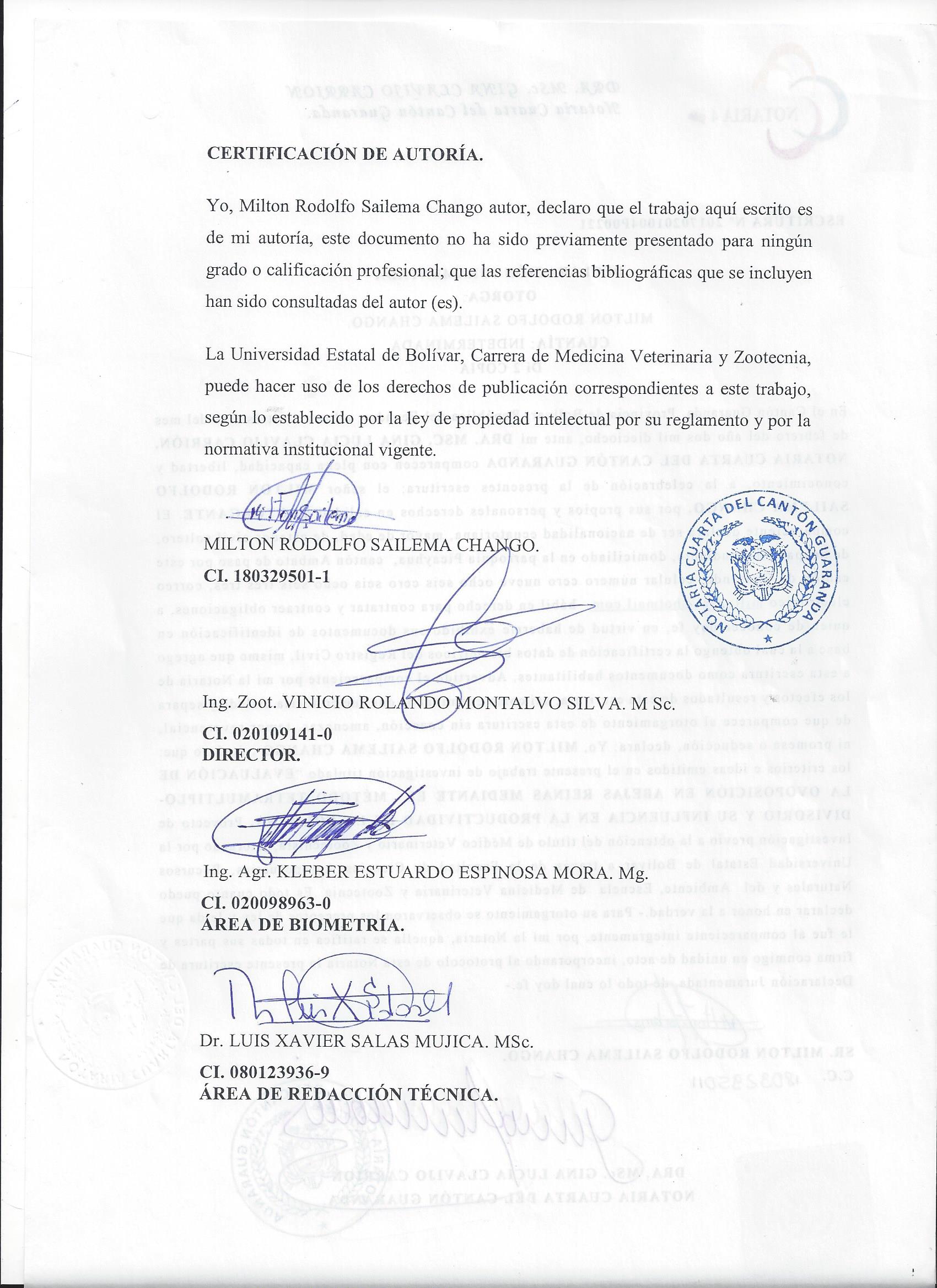
Ing. Agr. KLEBER ESTUARDO ESPINOSA MORA. Mg.

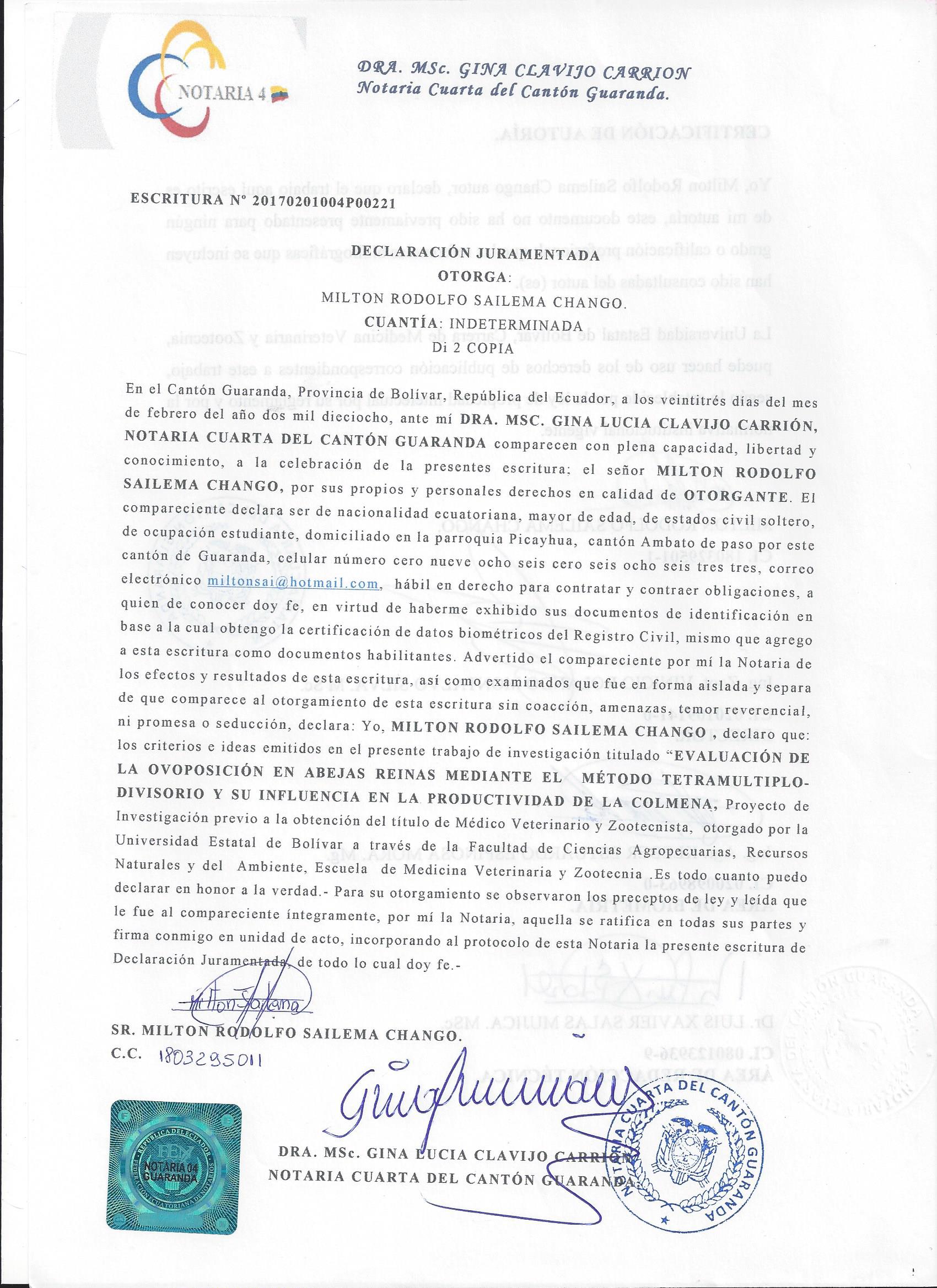
**ÁREA DE BIOMETRÍA.**

---------------------------------------------------

Dr. LUIS XAVIER SALAS MUJICA. M Sc.

**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA.**

****

****

**DEDICATORIA.**

Con mucho cariño dedico este proyecto de investigación, a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar; me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, y mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar.

A mi hermana Gloria por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la obtención de este proyecto de investigación.

¡Gracias a ustedes!

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers.

**Milton Rodolfo Sailema Chango.**

**AGRADECIMIENTO.**

El autor desea expresar su gratitud:

De una manera muy especial a Dios por darme la vida y dejarme existir en este mundo para poder ver y disfrutar las maravillas que existen en esta naturaleza.

A mi madre un profundo agradecimiento por haberme guiado por las sendas correctas de la vida y poder escoger un futuro lleno de bendiciones y de logros para llevar una vida digna.

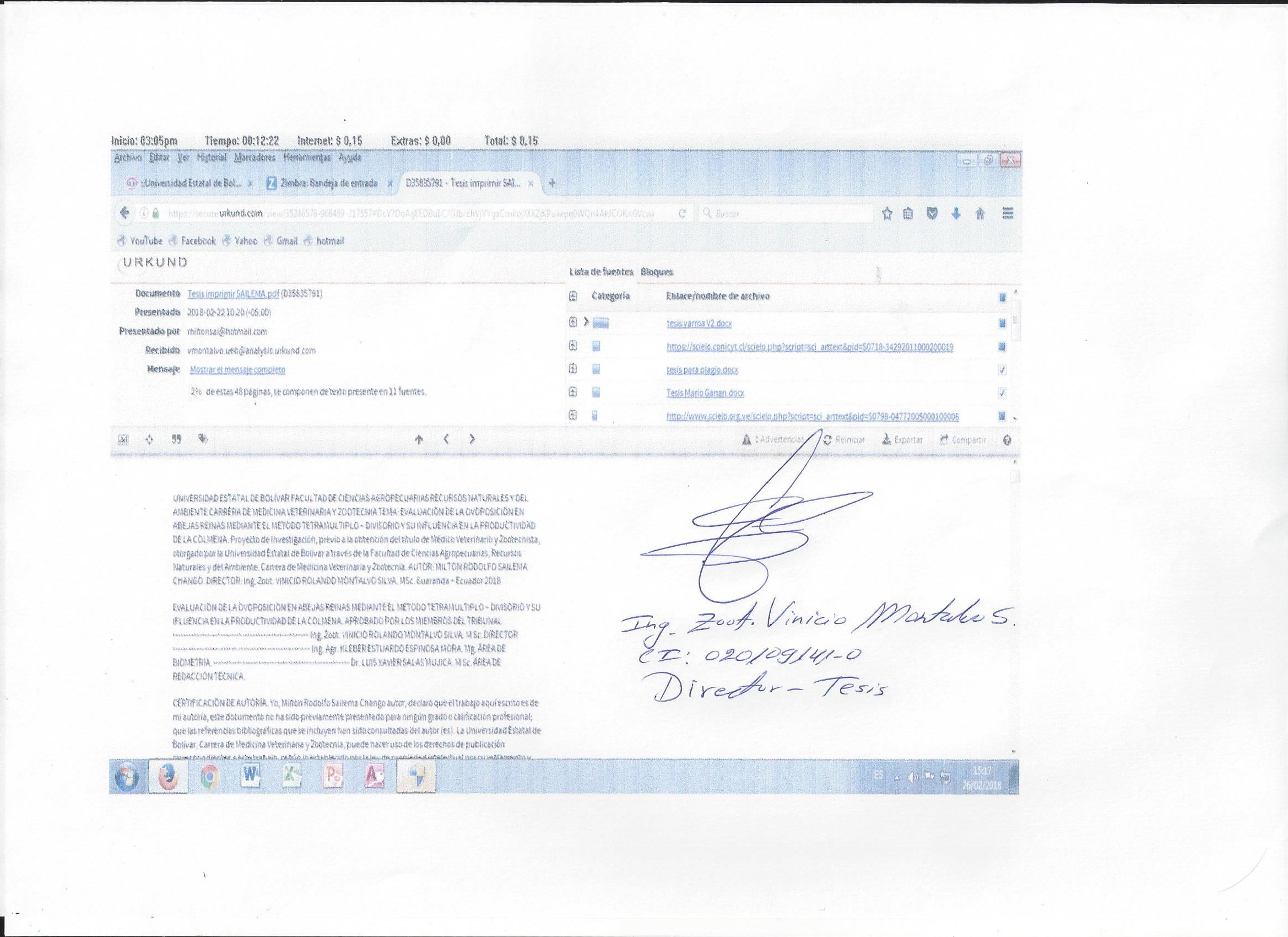
A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a cada uno de los catedráticos quienes impartieron sus conocimientos y por darme la oportunidad de ser un profesional.

Al Ing. Agr. César Barberán Barberán. Decano.

Miembros del Tribunal de manera muy especial al Ing. Zoot. Vinicio Montalvo Silva. M Sc. Director, por su esfuerzo y dedicación quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí terminar mis estudios con éxito; Ing. Kleber Espinosa Mora. Mg, Área de Biometría; Dr. Luis Salas Mujica. M Sc. Área de Redacción Técnica.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

**Milton Rodolfo Sailema Chango.**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **INDICE DE** **CONTENIDO**  **DESCRIPCIÓN Pág.** | | | |
| **I.** | | **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.** | **1** |
| **II.** | | **PROBLEMA.** | **3** |
| **III.** | | **MARCO TEÓRICO.** | **4** |
| 3.1. | | LA ABEJA (*Apis* *mellifera)*. | 4 |
| 3.1.1. | | Posición de las abejas en la escala zoológica. | 6 |
| 3.2. | | COMPONENTES DE LA COLONIA DE ABEJAS. | 8 |
| 3.2.1. | | Obrera. | 10 |
| 3.2.2. | | Zángano. | 12 |
| 3.2.3. | | Reina. | 14 |
| 3.3. | | PRODUCCIÓN DE ABEJAS REINAS FECUNDADAS. | 16 |
| 3.3.1. | | La reina en la colonia de abejas. | 17 |
| 3.3.2. | | La calidad de la reina. | 18 |
| 3.3.3. | | Proceso de producción de reinas. | 19 |
| 3.3.4. | | Proceso fase de crianza reinas vírgenes. | 19 |
| 3.3.5. | | Emergencia de la reina virgen. | 21 |
| 3.3.6. | | Fecundación de la reina virgen | 22 |
| 3.3.7. | | La colonia de fecundación. | 23 |
| 3.3.8. | | Maduración de la reina virgen en el núcleo de fecundación. | 24 |
| 3.3.9. | | Vuelos de orientación y fecundación. | 25 |
| 3.3.10. | | La copula. | 27 |
| 3.3.11. | | Almacenamiento de los espermatozoides en la espermateca. | 28 |
| 3.3.12. | | Inicio de la postura de huevos. | 29 |
| 3.3.13. | | Eclosión de huevos | 31 |
| 3.4. | | APARATO REPRODUCTOR DE LA ABEJA REINA. | 32 |
| 3.4.1. | | Ovarios*.* | 32 |
| 3.4.2. | | Oviducto*.* | 33 |
| 3.4.3. | | Espermateca. | 33 |
| 3.4.4. | | Vagina. | 34 |
| 3.5. | | APARATO REPRODUCTOR DEL ZÁNGANO. | 35 |
| 3.5.1. | | Testículos*.* | 35 |
| 3.5.2. | | Vesícula seminal. | 35 |
| 3.5.3. | | Ducto eyaculatorio. | 35 |
| 3.5.4. | | Órgano copulador. | 36 |
| 3.5.5. | | Espermatozoides. | 36 |
| 3.6. | | PRODUCCIÓN DE LA COLMENA. | 37 |
| 3.6.1. | | Miel*.* | 37 |
| 3.6.2. | | Polen*.* | 38 |
| 3.6.3. | | Cera*.* | 39 |
| 3.6.4. | | Propóleo*.* | 40 |
| 3.6.5. | | Jalea real*.* | 40 |
| 3.6.6. | | Apitoxina*.* | 41 |
| **IV.** | | **MARCO METODOLÓGICO.** | **43** |
| 4.1. | | MATERIALES. | 43 |
| 4.1.1. | | Ubicación de la investigación. | 43 |
| 4.1.2. | | Situación geográfica y climática. | 43 |
| 4.1.3. | | Zona de vida. | 43 |
| 4.1.4. | | Materiales y equipos. | 43 |
| 4.1.4.1. | | Material experimental. | 43 |
| 4.1.4.2. | | Material de campo. | 43 |
| 4.1.4.3. | | Instalación. | 44 |
| 4.1.4.4. | | Material de oficina. | 44 |
| 4.2. | | MÉTODOS. | 44 |
| 4.2.1. | | Factor en estudio. | 44 |
| 4.2.2. | | Tratamientos. | 44 |
| 4.2.3. | | Tipo de diseño. | 45 |
| 4.2.4. | | Procedimiento. | 45 |
| 4.2.5. | | Tipos de análisis. | 45 |
| 4.2.6 | | Métodos evaluados y datos tomados. | 45 |
| 4.2.7. | | Procedimiento experimental. | 46 |
| 4.2.7.1. | | Preparación de la colmena. | 46 |
| 4.2.7.2. | | Aplicación de tratamientos. | 47 |
| 4.2.7.3. | | Diagnostico relativo. | 47 |
| 4.2.7.4. | | Tabulación de datos. | 47 |
| **V.** | | **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** | **48** |
| 5.1. | | PESO DE LA COLMENA (PC). | 48 |
| 5.1.1. | | Peso inicial. | 48 |
| 5.1.2. | | Peso 15 días. | 49 |
| 5.1.3. | | Peso 30 días. | 50 |
| 5.1.4. | | Peso 45 días. | 51 |
| 5.1.5. | | Peso 60 días. | 52 |
| 5.1.6. | | Peso 75 días. | 53 |
| 5.1.7. | | Peso 90 días. | 54 |
| 5.2. | | NÚMERO DE ABEJAS POR COLMENA (NAC). | 55 |
| 5.2.1. | | Número de abejas por colmena inicial. | 55 |
| 5.2.2. | | Número de abejas por colmena 15 días. | 56 |
| 5.2.3. | | Número de abejas por colmena 30 días. | 57 |
| 5.2.4. | | Número de abejas por colmena 45 días. | 58 |
| 5.2.5. | | Número de abejas por colmena 60 días. | 59 |
| 5.2.6. | | Número de abejas por colmena 75 días. | 60 |
| 5.2.7. | | Número de abejas por colmena 90 días. | 61 |
| 5.3. | | NÚMERO DE HUEVOS (NH). | 62 |
| 5.3.1. | | Número de huevos por colmena inicial. | 62 |
| 5.3.2. | | Número de huevos por colmena primera semana. | 63 |
| 5.3.3. | | Número de abejas por colmena segunda semana. | 64 |
| 5.3.4. | | Número de abejas por colmena tercera semana. | 65 |
| 5.3.5. | | Número de abejas por colmena cuarta semana. | 66 |
| 5.3.6. | | Número de huevos por colmena quinta semana. | 67 |
| 5.3.7. | | Número de huevos por colmena sexta semana. | 68 |
| 5.3.8. | | Número de huevos por colmena séptima semana. | 69 |
| 5.3.9. | | Número de huevos por colmena octava semana. | 70 |
| 5.3.10. | | Número de huevos por colmena novena semana. | 71 |
| 5.3.11. | | Número de huevos por colmena décima semana. | 72 |
| 5.3.12. | | Número de huevos por colmena onceava semana. | 73 |
| 5.3.13. | | Número de huevos por colmena doceava semana. | 74 |
| 5.4. | | ÍNDICE DE MORTALIDAD (IM). | 75 |
| 5.4.1. | | Mortalidad 15 días. | 75 |
| 5.4.2. | | Mortalidad 30 días. | 76 |
| 5.4.3. | | Mortalidad 45 días. | 77 |
| 5.4.4. | | Mortalidad 60 días. | 78 |
| 5.4.5. | | Mortalidad 75 días. | 79 |
| 5.4.6. | | Mortalidad 90 días. | 80 |
| 5.5. | | PRODUCCIÓN DE MIEL (PM). | 81 |
| 5.5.1. | | Producción de miel inicial. | 81 |
| 5.5.2. | | Producción de miel 30 días. | 82 |
| 5.5.3. | | Producción de miel 60 días. | 83 |
| 5.5.4. | | Producción de miel 90 días. | 84 |
| 5.6. | | CORRELACIÓN Y REGRESIÓN. | 85 |
| 5.6.1. | | Correlación (r). | 85 |
| 5.6.2. | | Regresión (b). | 85 |
| 5.6.3. | | Coeficiente de determinación (R² %). | 85 |
| **VI.** | | **COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.** | **86** |
| **VII.** | | **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** | **87** |
| 7.1. | | CONCLUSIONES. | 87 |
| 7.2. | | RECOMENDACIONES. | 88 |
| **BIBLIOGRAFÍA.** | | |  |
| **ANEXOS.** | | |  |
|  | | |  |
| **ÍNDICE DE CUADROS**  **DESCRIPCIÓN**  **Cuadro N° Pág.** | | | |
| **1.** | Escala zoológica de la abeja (*Apis* *melifera*). | | 7 |
| **2**. | Desarrollo de las distintas castas de la abeja (*Apis* *melifera*). | | 8 |
| **3**. | Ciclo biológico y alimentación de las abejas. | | 31 |
| **4**. | Resultado prueba de Duncan variable.Peso de la colmena. | | 48 |
| **5.** | Resultado prueba de Duncan variable.Número de abejas por colmena. | | 55 |
| **6.** | Resultado prueba de Duncan variable.Número de huevos/día/colmena. | | 62 |
| **7.** | Resultado prueba de Duncan variable. Índice de mortalidad. | | 75 |
| **8.** | Resultado prueba de Duncan variable. Producción de miel. | | 81 |
| **9.** | Análisis de Correlación y Regresión Lineal de las variables independientes. | | 85 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ÍNDICE DE GRÁFICOS**  **DESCRIPCIÓN**  **Gráfico N° Pág.** | | |
| **1.** | Conformación del (*Apis* *mellifera)*. | 8 |
| **2.** | Desarrollo de la abeja (*Apis* *mellifera*). | 10 |
| **3.** | Conformación abeja obrera. | 12 |
| **4.** | Conformación abeja zángano. | 14 |
| **5.** | Conformación abeja reina. | 16 |
| **6.** | Ordenación abeja reina. | 22 |
| **7.** | Vuelo de fecundación de la reina. | 28 |
| **8.** | Evaginación de los genitales de un zángano*.* | 29 |
| **9.** | Huevos en posición vertical. | 32 |
| **10.** | Aparato reproductor de la reina. | 34 |
| **11.** | Aparato reproductor del zángano. | 37 |
| **12.** | Peso inicial | 48 |
| **13.** | Peso 15 días. | 49 |
| **14.** | Peso 30 días. | 50 |
| **15.** | Peso 45 días. | 51 |
| **16.** | Peso 60 días. | 52 |
| **17.** | Peso 75 días. | 53 |
| **18.** | Peso 90 días. | 54 |
| **19.** | Número de abejas por colmena inicial. | 55 |
| **20.** | Número de abejas por colmena 15 días. | 56 |
| **21.** | Número de abejas por colmena 30 días. | 57 |
| **22.** | Número de abejas por colmena 45 días. | 58 |
| **23.** | Número de abejas por colmena 60 días. | 59 |
| **24.** | Número de abejas por colmena 75 días. | 60 |
| **25.** | Número de abejas por colmena 90 días. | 61 |
| **26.** | Número de huevos por colmena inicial. | 62 |
| **27.** | Número de huevos por colmena primera semana. | 63 |
| **28.** | Número de huevos por colmena segunda semana. | 64 |
| **29.** | Número de huevos por colmena tercera semana. | 65 |
| **30.** | Número de huevos por colmena cuarta semana. | 66 |
| **31.** | Número de huevos por colmena quinta semana. | 67 |
| **32.** | Número de huevos por colmena sexta semana. | 68 |
| **33.** | Número de huevos por colmena séptima semana. | 69 |
| **34.** | Número de huevos por colmena octava semana. | 70 |
| **35.** | Número de huevos por colmena novena semana. | 71 |
| **36.** | Número de huevos por colmena décima semana. | 72 |
| **37.** | Número de huevos por colmena onceava semana. | 73 |
| **38.** | Número de huevos por colmena doceava semana. | 74 |
| **39.** | Mortalidad 15 días. | 75 |
| **40.** | Mortalidad 30 días. | 76 |
| **41.** | Mortalidad 45 días. | 77 |
| **42.** | Mortalidad 60 días. | 78 |
| **43.** | Mortalidad 75 días. | 79 |
| **44.** | Mortalidad 90 días. | 80 |
| **45.** | Producción de miel inicial. | 81 |
| **46.** | Producción de miel 30 días. | 82 |
| **47.** | Producción de miel 60 días. | 83 |
| **48.** | Producción de miel 90 días. | 84 |

|  |
| --- |
| **ÍNDICE DE ANEXOS**  **DESCRIPCIÓN** |
| **Anexos N°** |
| **1.** Ubicación del proyecto de Investigación. |
| **2.** Base de datos |
| **3.** Fotos. Actividades realizadas durante el proceso de investigación. |

**RESUMEN Y SUMMARY.**

**RESUMEN.**

En la Parroquia Picahiua, Sector Mollepamba del Cantón Ambato ubicada a 2600 msnm, se estudió evaluar la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena. Se aplicó un modelo estadístico de varianza (ADEVA: DBCA); prueba de separación de medias según Duncan al 0.05 y 0.01; prueba de correlación y regresión lineal simple; En la investigación se evaluaron 4 Tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. Se calculó porcentajes, medias, y gráficos. Los objetivos planteados fueron: 1) Evaluar la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena. 2) Determinar cuál de los métodos es el más efectivo en el conteo de huevos de un día. 3) Evaluar el rendimiento de la colmena en base a la población y producción de miel. Las variables experimentales y resultados fueron; Peso de la Colmena T3 promedio de 34.1 kg/colmena; Número de abejas T3 promedio 36040 abejas/colmena; Número de huevos T2 promedio 2182 huevos/colmena; Índice de mortalidad T2 promedio 3.4% mortalidad/colmena; Producción de miel T4 promedio 4.4 Kg de miel/colmena; La respuesta a los tratamientos, presento estadísticamente una correlación no significativa en las variables evaluadas; Finalmente los resultados de esta investigación nos permite deducir que los componentes más importantes en la evaluación de ovoposición mediante el método tetramultiplo-divisorio fueron: calidad genética de la reina, manejo estresante de la colonia y cambios ambientales que influenciaron en la reproducción y producción de la colmena.

**Palabras claves:**

Abeja reina,Ovoposición, Tetramultiplo – divisorio, Producción de miel.

**SUMMARY.**

In the Picahiua Parish, Sector Mollepamba del Cantón Ambato located at 2600 msnm; we evaluated the ovoposition in queen bees using the tetramultiple - divisional method and its influence on the hive productivity. A statistical model of variance (ADEVA: DBCA) was applied; Test of means separation according to Duncan at 0.05 and 0.01; Simple linear regression and correlation test; In the research were evaluated 4 treatments and 3 replicates, with a total of 12 experimental units. Percentages, means, and graphs were calculated. The objectives were: 1) to evaluate the ovoposition in queen bees using the tetramultiple - divisional method and its influence on beehive productivity. 2) Determine which of the methods is the most effective in counting eggs for a day. 3) Evaluate the performance of the hive based on population and honey production. The experimental variables and results were; Weight of the hive T3 average of 34.1 kg / hive; Number of T3 bees average 36040 bees / hive; Number of T2 eggs average 2182 eggs / hive; Mortality rate T2 average 3.4% mortality / hive; Production of average T4 honey 4.4 kg of honey / hive; The response to the treatments, presented statistically a non-significant correlation in the evaluated variables; Finally the results of this investigation allow us to deduce that the most important components in the evaluation of ovoposición by the tetramultiple-divisional method were: genetic quality of the queen, stress management of the colony and environmental changes that influenced in the reproduction and production of the hive.

Keywords:

Bee Queen, Ovoposition, Tetramultiple - divider, Honey production

**CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

La cría de abejas es valiosa para recuperar, estabilizar y conservar los ecosistemas representa un importante eslabón en la naturaleza, pues como agentes polinizadores permiten la reproducción de gran número de especies vegetales, aumento del volumen de producción, calidad de algunos frutos.

De igual forma ofrecen productos benéficos para el ser humano tales como miel, cera de abejas, propóleo, jalea real y apitoxina, además recolectan polen caracterizados por su alto valor nutricional y sus propiedades terapéuticas.

La apicultura moderna, tiene una gran importancia socioeconómica, rentable y ecológicamente viable, ya que es considerada como una de las principales actividades pecuarias, representa una fuente de alimentos, medicamentos naturales, productos cosméticos, fármacos nutritivos y terapéuticos y otros destinados a la repostería en la industria alimentaria, sin subestimar el valor comercial que alcanzan la miel, la cera, el polen, el propóleos y la jalea real en el mercado; Otros renglones como la venta de abejas reinas, paquetes de abejas y elementos de colmenas, forman parte del mercado, con ingresos estables en el medio rural ***(Araneda, D. 2011).***

El objetivo principal de una colmena es el de sobrevivir, multiplicarse, y garantizar la supervivencia de la especie. El hombre, en un afán por explotar las colmenas, le quita para su beneficio sus reservas de alimentos (miel y polen), dejándola completamente vulnerable.

La fisiología reproductiva de las abejas es ovípara, la reina abeja sexualmente completa es la única hembra capaz de la reproducción de la especie dentro de la colmena, madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas, se acopla una vez durante su vuelo nupcial, esta mantiene in-situ las células germinativas masculinas y femeninas, apareándose en edad muy temprana con varios zánganos a los que les extirpa los órganos sexuales y retiene las células germinativas en un depósito llamado espermateca; la reina incrementa el número de pobladores ovopositando óvulos haploides que por partenogénesis nacen los zánganos, huevos diploides heterecigotas fecundados al utilizar los gametos femeninos y masculinos de los que nacen hembras fértiles las princesas y hembras estériles las obreras ***(Ramírez, M. 2011).***

La supervivencia y productividad de una reina están íntimamente ligados con el éxito del apareamiento, la influencia del esperma puede repercutir o beneficiar una reina y, por ende, toda la colmena y agregan múltiples factores estresantes que pueden afectar a la salud de la abeja, incluyendo parásitos y mala nutrición. Es posible que factores nocivos diversos, entre ellos pesticidas y patógenos, cuya acción conjunta se cree que es, en parte, origen del fuerte declive de las colonias, ya que la desaparición de la reina implica el cese de la puesta de huevos y, por tanto, de la producción de nuevas obreras ***(Pesante, D. 2012).***

Bajo las consideraciones anotadas, tanto desde el punto de vista reproductivo como productivo justifica la conducción de la presente investigación que tuvo como primicia principal despejar una incógnita en la producción apícola, evaluando la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad en la colmena; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

* Evaluar la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo –divisorio y su influencia en la productividad de la colmena.
* Determinar cuál de los métodos es el más efectivo en el conteo de huevos de un día.
* Evaluar el rendimiento de la colmena en base a la población y la producción de miel.

**CAPÍTULO II. PROBLEMA**

Cabe indicar que la apicultura moderna es una actividad agropecuaria orientada a la crianza y cuidado de abejas con el objeto de obtener los productos que elaboran, y recolectarlos a fin de satisfacer las necesidades que el hombre tiene de ellos. Además, esta actividad genera importantes beneficios a la agricultura y al medio ambiente, ya que contribuye al aumento de la productividad de estos sistemas, así como amplía la diversidad biológica mediante la polinización que realizan las abejas.

La colmena, se comporta como un organismo en el que los panales sirven de estructura donde nacen y se desarrollan sus nuevos integrantes; se compone esencialmente de miles de obreras, todas procedentes de una sola reina, que es la única hembra fértil de la colonia y su función principal es la ovipostura. Las obreras que confeccionan la miel, cuidan y atienden la alimentación de las larvas, son hembras estériles, imperfectamente desarrolladas. Los machos de la colmena o zánganos no participan de la recolección y almacenamiento de alimentos para la colmena, y tampoco colaboran en la alimentación de la cría. Los zánganos sólo existen para cumplir con la función de fecundar a las reinas vírgenes.

La eficacia con la que mantienen el ecosistema es el fiel reflejo del orden con el que viven y trabajan en una colmena; pero varios son los factores que amenazan a la especie Apis melífera; plaguicidas, parásitos, enfermedades, especies invasoras, monocultivos extensivos, stress, cambio climático, colapso de las colmenas, lo que repercute significativamente de forma negativa en la producción, comportamiento, fisiología, mortalidad y crecimiento poblacional de las abejas. Por todo ello es evidente que toda la colonia puede ser afectada e incluso morir si su reina tiene defectos en su organismo o si enferma.

Basado en lo descrito, se plantea la propuesta de investigar nuevas alternativas en la reproducción apícola, considerando pertinente y muy necesario evaluar la ovoposición en las abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena, para luego proponer alternativas posibles de solución.

**CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

**3.1. LA ABEJA (*Apis* *mellifera)***

Las abejas son insectos que pertenecen al orden Himenópteros. Existen distintas especies que ocupan diferentes regiones geográficas, como la mellifera, Presentan un exoesqueleto externo constituido por quitina con apéndices articulados móviles y el cuerpo segmentado y dividido en cabeza, tórax y abdomen. Tienen en su cabeza un par de antenas, 3 ojos simples y un par de ojos compuestos, Además, poseen en el tórax 3 pares de patas y 2 pares de alas. Son de circulación abierta, es decir, su medio interno que es la hemolinfa es bombeada en los vasos por el corazón, que es tubular, hacia unas grandes lagunas internas, ubicadas entre los tejidos, llamadas hemocele y de estas retornan de nuevo al corazón a través de sus orificios laterales con válvulas.

La respiración de las abejas, al igual que la de otros insectos, es por tráqueas, conductos tapizados por cutícula que conducen el aire por todas las partes del cuerpo.

La excreción se realiza por medio de unos túbulos ciego llamados túbulos de Malpighi.

El sistema nervioso está integrado por tres pares de ganglios dorsales fusionados que forman el cerebro y una cadena de ganglios ventral (un par por cada segmento).

La abeja melífera también conocida la abeja doméstica, es una especie de himenóptero de la familia Apidae, es también la especie con mayor distribución en el mundo, siendo además el principal insecto polinizador que existe en la naturaleza favoreciendo la fecundación y fructificación de las plantas, contribuyendo a la conservación de especies amenazadas y a la diversidad biológica ***(Simo, E. 2002).***

La abeja productora de miel, (Apis *mellífera*), se diferencia de otros grupos por poseer glándulas especiales productoras de cera situadas en su abdomen, las que permiten construir los panales en cuyas celdas ovipone la reina, se desarrolla la cría, y se almacena la miel y polen. Una colonia de abejas está conformada por una reina, un promedio de 50 000 obreras, y aproximadamente de 200 a 1000 zánganos. La reina es la madre de toda la familia, la colonia de abejas normal contiene obreras de todas las edades que realizan varias tareas según su edad ***(Torres, C. 2002).***

La abeja melífera se encuentra clasificada como holometábola por presentar diferentes estadios de desarrollo a través de su ciclo de vida y son: huevo, larva, pupa y adulto ***(Sammataro, A. 2005).***

A pesar de que existe un gran número de especies, la más explotada con propósitos comerciales, por ser la que mejor se adapta a los sistemas productivos desarrollados por el ser humano, es la abeja doméstica (*Apis mellífera*) y sus distintas subespecies de procedencia europea e introducida en América desde el siglo XVII, que se ha adaptado con mucho éxito a la gran diversidad de climas; el nombre Apis mellífera quiere decir transportadora de miel.

Las abejas se originaron hace más de 70 millones de años y evolucionaron junto con las plantas fanerógamas o plantas con flores, por medio de una interdependencia simbiótica en la que las primeras consiguen todo su alimento y otras sustancias, y las segundas logran su reproducción por medio de la polinización cruzada ***(Torres, C. 2002).***

Las colmenas de abejas melíferas (*Apis* *mellifera*) están divididas por dos sexos (hembra y macho) y tres castas reinas, obreras y zánganos, así como una gran cantidad de cría (huevos, larvas y pupas), las cuales varían de acuerdo con las épocas del año y los flujos de néctar y polen.

Cada casta tiene diferentes responsabilidades que contribuyen a la supervivencia de la colmena, las obreras realizan las labores de limpieza de las celdas y del nido, alimentación de las larvas y de la reina, construcción de panales, almacenamiento y deshidratación del néctar, regulación interna de la temperatura, actividades relacionadas con la defensa del nido, así como la colecta de néctar, polen, resinas y agua ***(Medina, L. 2003).***

Los zánganos que alcanzan la madurez sexual cumplen con la función de fecundar a las reinas vírgenes. La reina fecundada tiene la función de poner huevos que se desarrollan en obreras (huevos fecundados) o zánganos (huevos no fecundados), por lo tanto, es la madre de todos los individuos de la colmena.

Las abejas *Apis mellifera* son conocidas por la producción de miel, sin embargo ellas también realizan otras tareas importantes, las cuales benefician tanto a la naturaleza como a los seres humanos: polinizan jardines, huertos, cultivos agrícolas y hábitats de vida silvestre, de este modo se consideran como las más eficiente polinizadora; estudios muestran que de cada 100 insectos visitadores, entre 70 y 80 son abejas (*Apis* *mellifera*) lo que demuestra la importancia de estos insectos polinizadores tanto en la fertilización de las plantas como en el rendimiento y la calidad de los frutos y vegetales ***(Medina, L. 2003).***

**3.1.1. Posición de las abejas en la escala zoológica**

Originaria de Europa, África y parte de Asia, fue introducida en América y Oceanía. Esta abeja domestica también llamada abeja *melífera* o *mellifera* lleva el nombre científico de *Apis* *melífera*. Es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo ***(Abejas, T. 2015).***

El nombre científico de *Apis* *melífera* fue dado por Carolus Linneo 1758, posteriormente le cambió el nombre por Apis *mellífica*; pero según la Regla Internacional de Nomenclatura decidió que el primer nombre es el valido ya que el nombre de origen no puede ser cambiado. Hoy en día pese a esta observación, son utilizados los ambos nombres para referirse a esta abeja ***(Ramírez, M. 2011).***

La siguiente reseña indica la posición básica de la abeja en la escala zoológica:

**Reino Animal:** animales en forma colectiva.

**Subreino Metazoo:** organismos pluricelulares;animales cuyo cuerpo está constituido por muchísimas células diferenciadas y agrupadas en forma de tejidos, órganos y aparatos.

**División Artizoarios:** animales actinomorfos cuyo cuerpo puede ser dividido en dos partes semejantes.

**Rama Artrópodos:** animales invertebrados con miembros articulados, de cuerpo con simetría bilateral, cubierta por cutícula, formada por una serie lineal de segmentos más o menos ostensibles y provistos de apéndices compuestos de piezas articuladas.

**Clase Insectos:** artrópodo de respiración traqueal, con el cuerpo dividido distintamente en cabeza, tórax y abdomen, con un par de antenas y tres de patas. Los más tienen uno o dos pares de alas y sufren metamorfosis durante su desarrollo.

**Orden Himenópteros:** Insectos con metamorfosis complicadas (una hembra fecundada), como las abejas y las avispas, que son masticadores y lamedores a la vez por estar su boca provista de mandíbulas y, además, de una especie de lengüeta. Tienen cuatro alas membranosas. El abdomen de las hembras de algunas especies lleva en su extremo un aguijón en el que desemboca el conducto excretor de una glándula venenosa.

**Familia Apidae:** Con aguijón.

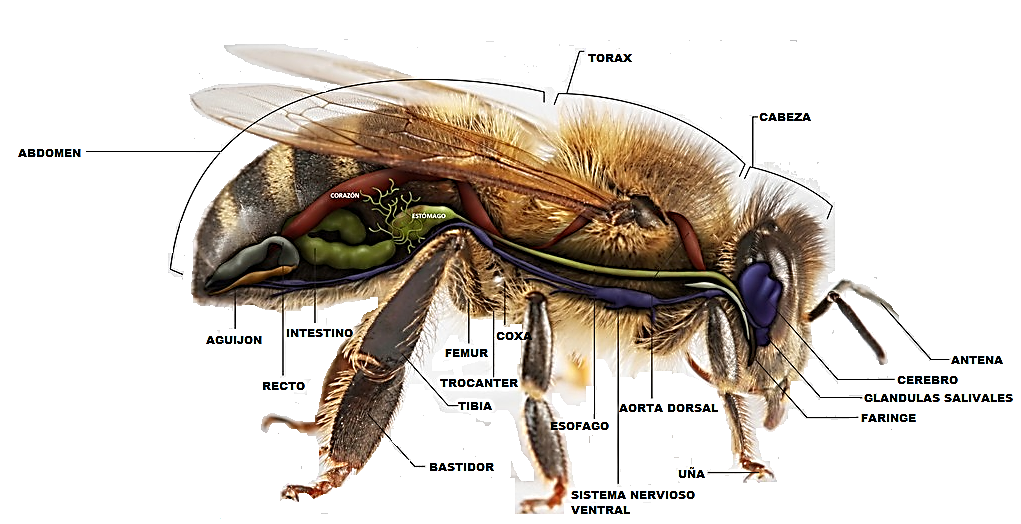
**Genero Apis:** Es un [género](https://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nero_%28biolog%C3%ADa%29) de [himenópteros](https://es.wikipedia.org/wiki/Hymenoptera) [ápidos](https://es.wikipedia.org/wiki/Apidae) que incluye las abejas.

**Especie Mellífera:** Produce miel ***(Española, R. 2015).***

**Cuadro N° 1.** Escala zoológica de la abeja (*Apis* *mellifera).*

|  |  |
| --- | --- |
| **ESCALA ZOOLOGICA DE LA ABEJA MELIFERA** | |
| **Reino** | Animal |
| **Subreino** | Metazoos |
| **División** | Artizoarios |
| **Rama** | Artrópodos |
| **Clase** | Insecto |
| **Orden** | Himenópteros |
| **Familia** | Apidae |
| **Genero** | Apis |
| **Especie** | Mellífera |
| **Nombre científico** | *Apis* *mellífera* |

***Fuente:*** *Mendizabal, F. 2005.*

**Gráfico N° 1.** Conformación del (*Apis* *mellífera)*.

***Fuente:*** *National Geographic 2017.*

**3.2. COMPONENTES DE LA COLONIA DE ABEJAS**

La organización social de una colonia de Apis mellifera sigue una jerarquía de tres tipos de individuos o castas. Por un lado, la reina, el único individuo con capacidad reproductora; por otro, las obreras, que desempeñan diversas tareas según la edad y las necesidades de la colonia; y finalmente los zánganos cuya principal misión es fecundar a la reina.

Una colonia de la abeja melífera, está conformada por una reina y más o menos 50.000 obreras, y de vez en cuando 200 – 1000 zánganos. La reina es la madre de toda esta familia. Los zánganos no están siempre presentes, están periódicamente ausentes en zonas templadas, donde las obreras matan a los zánganos después del verano ***(Sommeijer, M. 2006).***

El desarrollo de las castas desde huevo a adulto pasa por una serie de fases semejantes en cuanto a las trasformaciones que sufren en la metamorfosis, pero diferente en cuanto a duración (16 días las reinas, 21 las obreras y 24 los zánganos) y tipo de celdilla en la que se crían (las de mayor tamaño las de las reinas, seguidas por las de los zánganos y las más pequeñas las de las obreras).

**Cuadro N° 2.** Desarrollo de las distintas castas de la abeja (*Apis* *mellifera).*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **REINA** | **OBRERA** | | **ZANGANO** | |
| **Celdilla abierta** | Huevo | 3 | 3 | | 3 | |
| Larva | 5 ½ | 6 | | 6 ½ | |
| **Celdilla operculada** | Ninfa | 7 ½ | 12 | | 14 ½ | |
| **CICLO COMPLETO** | | **16** | | **21** | | **24** |

***Fuente:*** *Jean, P. 1989.*

Las abejas son insectos altamente eusociales que forman colonias compuestas por una reina, de 20000 a 60000 obreras, y de 0 a 3000 zánganos dependiendo de la época.

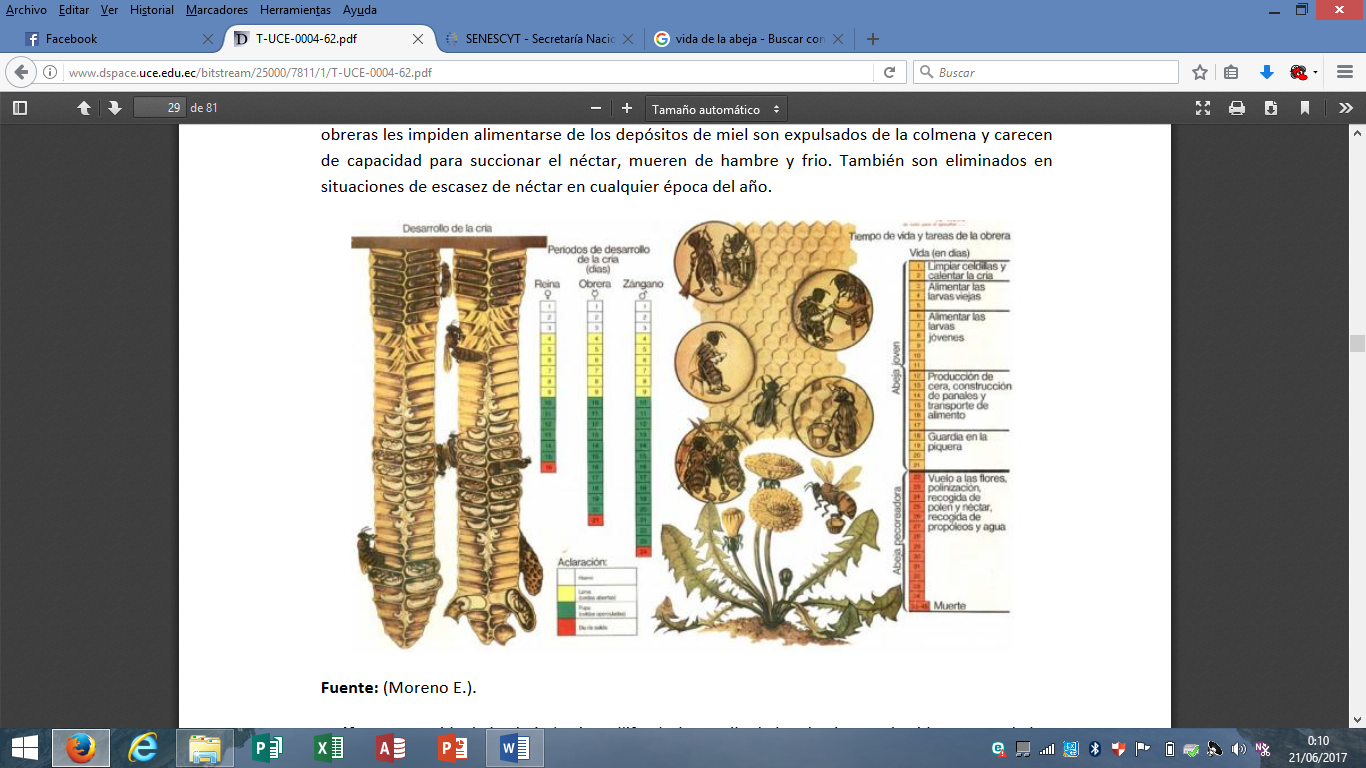
A nivel individual, en una colonia de abejas se encuentran los dos sexos: el femenino, representado por las dos castas que son: la reina (hembra fértil) y las obreras (hembras infértiles). El sexo masculino está representado por varios cientos de zánganos.

Las abejas presentan el mecanismo genético de haplo-diploidía con partenogénesis arrenótoca, mediante el cual las hembras (reinas u obreras) se desarrollan a partir de huevos fecundados, por lo tanto, tienen un número diploide de cromosomas (2n = 32) ***(Ramírez, J. 2006).***

Solamente cuando todos los estadios de cría están presentes, podemos hablar de una colonia completa. Cuando unos de estos faltan, la colonia puede estar en peligro. No obstante, esta condición no es anormal en ciertas épocas del año, sobre todo, en ciertas zonas geográficas ***(Sommeijer, M. 2006).***

El ciclo biológico de las abejas melíferas comienza cuando la reina pone un huevo en el fondo de cada celdilla y éste, a través de una secreción mucilaginosa, se fija de forma casi perpendicular. Tres días después de la puesta nace una larva de color blanco perlado que es atendida por las abejas nodrizas. Esta larva realiza varias mudas y se va curvando progresivamente hasta que los extremos se junten. En el instante que las obreras sellan la celda con una fina capa de cera u opérculo, la larva se estira hacia arriba, hila con su boca un capullo de seda y se inmoviliza, pasando el estadio de ninfa a pupa. En ese momento comienza a diferenciarse las tres regiones propias del insecto (cabeza, tórax y abdomen) y se van desarrollando patas, alas y antenas. Los primeros órganos que se colorean son los ojos, la piel se amarilla antes de oscurecerse para finalmente dar lugar, en un tiempo variable, al individuo adulto que roe el opérculo y sale ***(Moreno, E. 2015).***

**Grafico N° 2.** Desarrollo de la abeja (*Apis mellifera*),



***Fuente:*** *Moreno, E. 2015.*

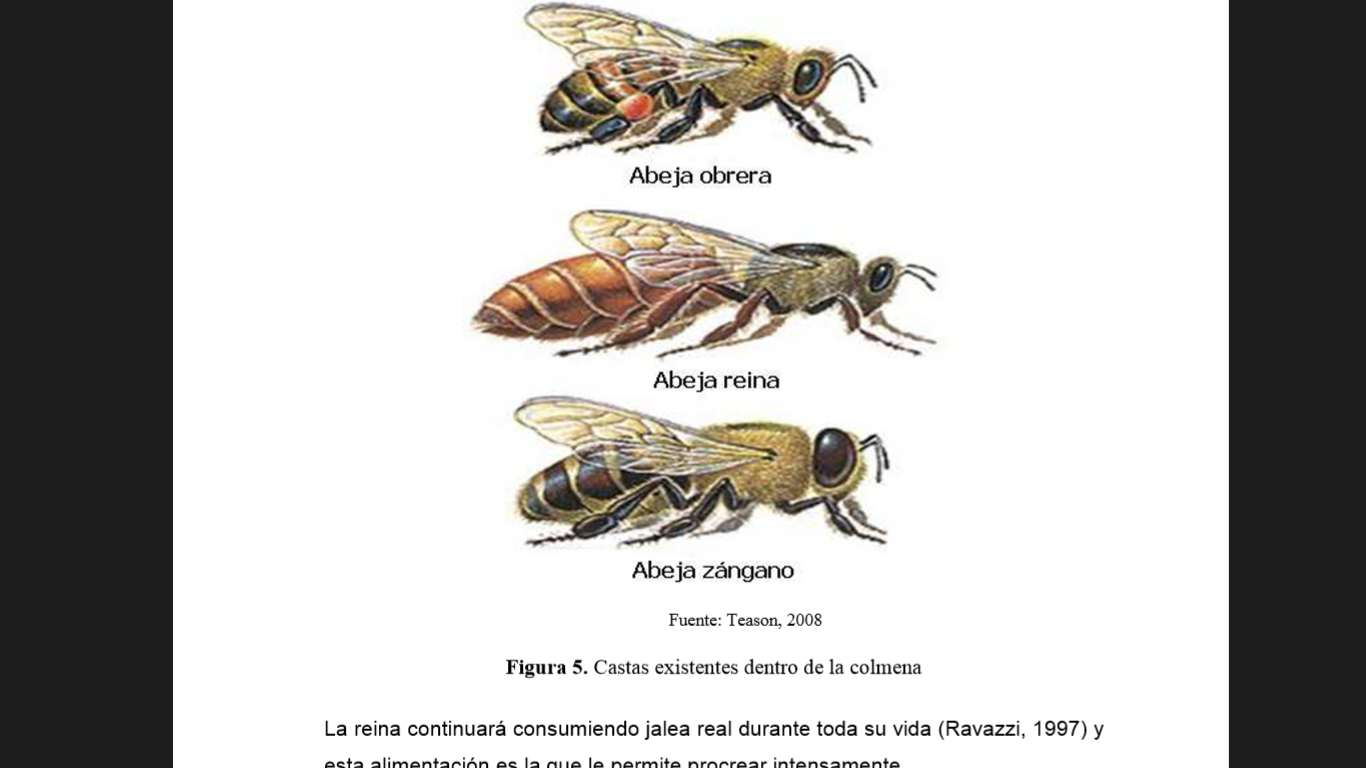
**3.2.1. Obrera**

Una colmena suele tener normalmente de 30.000 a 80.000 individuos de los cuales casi su totalidad son obreras. Las obreras son hembras más pequeñas que la reina y sus aparatos reproductores se encuentran atrofiados (no son funcionales), sólo en algunos casos de orfandad, las obreras ponen huevos (que no están fecundados) de los que saldrán zánganos de tamaño más pequeño que los puestos por la reina., el peso de una abeja obrera tan solo 100 mg. Desde la puesta del huevo fecundado, una obrera tardará en nacer 21 días. Los huevos permanecen durante 3 días, a continuación, eclosionan y surge la larva ápoda y ciega que será alimentada con jalea real durante tres días consecutivos. A partir del 3º día, las larvas se alimentan con una mezcla de polen y miel (pan de abeja) durante otros 3 días más y después, se sella la celda (celda operculada) para que sufran la metamorfosis. La abeja cuando nace es pequeña, peluda, blancuzca, torpe e inofensiva ***(Lesser, R. 2001).***

Los insectos en su fase adulta tienen una vida corta, se limita a una determinada época del año. Las abejas, en cambio, tienen mayor longevidad la duración de su vida depende de factores como el sexo y la actividad desempeñada ***(Quera, A. 2004).***

Es la encargada de las mayorías de las funciones de la colmena, como recolectar, cuidar, vigilar, alimentar, entre otras, es de tamaño menor en comparación a la abeja reina y al zángano y es la que trabaja en el sustento de la colonia, es así como dicha abeja obrera, se divide en distintos niveles y/o funciones de acuerdo a su edad:

* **Nodrizas:** cuidan las larvas y ninfas.
* **Damas de Honor:** se ocupan de cuidar a la reina.
* **Evaporadoras**: Baten sus alas para refrescar la colmena, y procuran que en la colmena no se forme humedad, eliminando el exceso de agua que pueda existir.
* **Arquitectas, Albañiles, cereras y escultoras**: son las encargadas de la construcción de cada una de las celdas y panal, como también de la expansión de este.
* **Recolectoras**: recogen el néctar que se ocupará para la producción de miel, obtención del polen desde las plantas, que es utilizado para la alimentación de larvas y ninfas, junto con esto la obtención de propóleo para la construcción de la colmena y de elementos tan importantes como el agua y la sal.
* **Químicas:** son las que impregnan la miel con ácido fórmico, lo cual proporciona la preservación de esta.
* **Selladoras:** sellan las celdillas, ya trabajadas y maduras, básicamente utilizando el llamado opérculo.
* **Barrenderas:** se encargan de limpiar la colmena, ya sea por elementos que vienen desde fuera de esta, como también de desechos proporcionados por las propias abejas (en especial por los zánganos).
* **Necróforas:** Son las que retiran los cadáveres de los intrusos que fueron asesinados en alguna invasión a la colmena.
* **Amazonas:** son las que velan por la seguridad de la colmena durante todo el día, reconocen y espantan a los intrusos, u otros individuos que sientan que son una amenaza para la colmena, estás son las encargadas de atacar a las posibles amenazas ***(Morán, A. 2007).***

**Gráfico N° 3.** Conformación abejaobrera.

***Fuente:*** *Teason 2008.*

**3.2.2. Zángano**

Los zánganos son los machos de la colmena; se desarrollan en celdas más grandes que las obreras y proceden de huevos sin fecundar (óvulos) nacen a los 24 días de la puesta, la celda operculada es fácilmente reconocible ya que es más abultada que la de una obrera. Los huevos permanecen durante 3 días, a continuación, eclosionan y surge la larva ápoda y ciega que será alimentada con jalea real durante tres días consecutivos y los 3 días restantes de pan de abeja, después se sella la celda para que sufran metamorfosis durante 14 ½ días, no se alimenta. La época del año y las condiciones climáticas determinan la aparición y el tiempo de vida de los zánganos que por lo general es de 3 meses. Están presentes en la colmena todo el verano, generalmente el tiempo en que existen reinas sin fecundar. Cuando el flujo de néctar cesa (el alimento escasea) y no hay necesidad de fecundar nuevas reinas, los machos son expulsados de la colmena muriendo de frío y hambre en el exterior de la misma ***(Quera, A. 2004).***

Carece de aguijón a diferencia de las obreras y la reina, tampoco posee placas cereras y las adaptaciones que poseen las obreras en sus patas traseras para recoger el polen de las flores, y como tampoco realiza labores de pecorea tiene una lengua y unas piezas bucales más pequeñas que las obreras. El zángano, como todos sabemos posee un cuerpo muy voluminoso, su peso puede llegar a alcanzar los 230 mg.

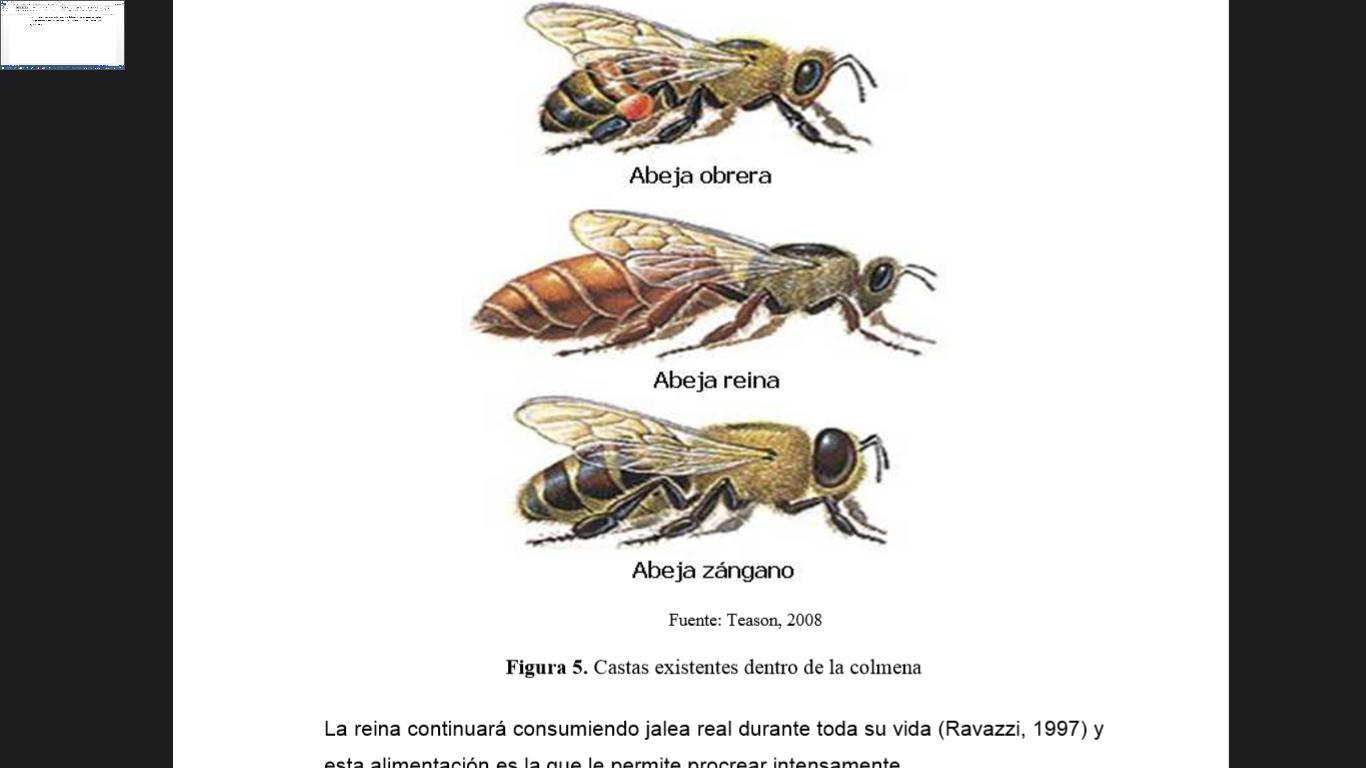
Sus ojos y su tórax están muy desarrollados y adaptados para la orientación y el vuelo, estas características le servirán para el vuelo nupcial con la reina pues este vuelo es una prueba de resistencia para los zánganos y solo consigue copular con la reina el macho más fuerte y mejor adaptado, garantía de que transmitirá buenos genes a las generaciones venideras. Además, posee en sus antenas un segmento suplementario que poseen más receptores sensoriales que también le servirán para localizar a las reinas en los vuelos de fecundación.

Básicamente la función de este invertebrado es la de fecundar a la reina, estos entre los días 12 y 24 después de su eclosión ya se encuentran listos para su apareamiento; otras funciones importantes son, producir calor, reemplazando en muchos casos la función de la abeja obrera (nodriza), con el fin de mantener el calor de las crías, es así también que el zángano posee la capacidad de realizar la trofalaxis, que es la capacidad de repartir el alimento entre las obreras, permitiendo así, la alimentación de hasta 50 obreras por cada zángano ***(Apícola Bio Bio. 2014).***

En genética se llama al zángano como el gameto volador. Todo el semen del zángano es producido antes de que éste nazca de la celda. Al salir de la celda los túbulos de los testículos están llenos de semen, pero este no copula hasta que el semen migra a las vesículas seminales. Estas son un par de tubos musculares bien traqueados localizados entre los testículos y el ducto eyaculatorio. Si el zángano inmaduro es alimentado correctamente y mantenido en el centro del nido de cría donde la temperatura es favorable, el semen migrará hacia las vesículas seminales donde se afianzan a las paredes epiteliales y permanecen hasta el momento de la eyaculación. Según los espermatozoides migran hacia la vesícula seminal los testículos se van degenerando hasta convertirse en tejido amorfo. Este período de migración y maduración sexual toma unos 7-10 días, esto luego del día 24 en que emerge de la celda. Cuando los zánganos están maduros sexualmente dejan el centro del nido y migran a panales de los laterales. Aunque se les llama el gameto volador, se ha visto el efecto positivo, sobre todo en el número de vuelos de pecoreo por unidad de tiempo, de haber varios cientos en una colonia.

Los zánganos mueren en la cópula. La eversión del órgano copulatorio, viene como resultado de contracción de los músculos abdominales, seguidos por contracción de los músculos de las vesículas seminales y los de las glándulas mucosas. Esto junto al desmote de la reina, rompe el tracto reproductivo terminando en la muerte del zángano ***(Pesante, D. 2012).***

**Gráfico N° 4.** Conformación abejazángano.



***Fuente:*** *Teason 2008.*

**3.2.3. Reina**

Típicamente, sólo hay una abeja reina por colonia, la misma puede muy bien tener unas 30000 – 40000 obreras y varios cientos de zánganos; no obstante, aunque una por colonia este individuo tiene una importancia grandísima. Existen razones de gran peso para esto; la reina puede llegar a pesar 250 mg.

* La reina es la madre de todos los miembros de la colonia. Ella puede vivir varios años. Por el contrario, las obreras solamente viven unos 35-40 días y si estas últimas no son reemplazadas regularmente la colonia merma y puede perecer.
* Es la custodia de las contribuciones parentales masculinas a la herencia de su cría hembra, contribuye con la suya y por lo tanto es responsable de las características genéticas de toda la colonia.
* Su presencia tiene efecto marcado sobre la “moral” de la colonia, siendo hecha notar por las diferentes feromonas que afectan diferentes comportamientos como el de pecoreo, el vuelo de cópula, construcción de copa-celdas, el desarrollo de los ovarios de las obreras, entre otros.

La ausencia de la reina en la colonia causa alteración significativa en las obreras, la colonia se comporta diferente, desorganizada, sobre todo en vuelos de pecoreo. La reina es la madre de la colonia y productora de huevos, carece de instinto maternal y físicamente es incapaz de cuidar su cría, desprovista de glándulas que secretan alimento para la cría, así como de las que producen cera, usada en la construcción de panales. Sus patas no están preparadas para la colección y transporte de polen y dividir sus quehaceres con los demás miembros de la colonia. Es esta división de labor la que permite la especialización necesaria para el desarrollo de una estructura social y una población numerosa ***(Pesante, D. 2012).***

Por su morfología adaptada a la reproducción se diferencia de las obreras y de los zánganos, lo que facilita su localización por el apicultor. Sus dos funciones principales son la de poner huevos y la de regular las actividades de la colonia mediante feromonas, un abdomen muy desarrollado, su tórax más voluminoso que el de la obrera y su lengua reducida.

La reina carece de glándulas cereras y de Nasanov y tiene muy reducidas sus glándulas hipofaringeas. Por el contrario, sus glándulas mandibulares están hipertrofiadas. Este es también el caso de las glándulas de Dufour y de Koschewnikow, esta última especifica de la reina.

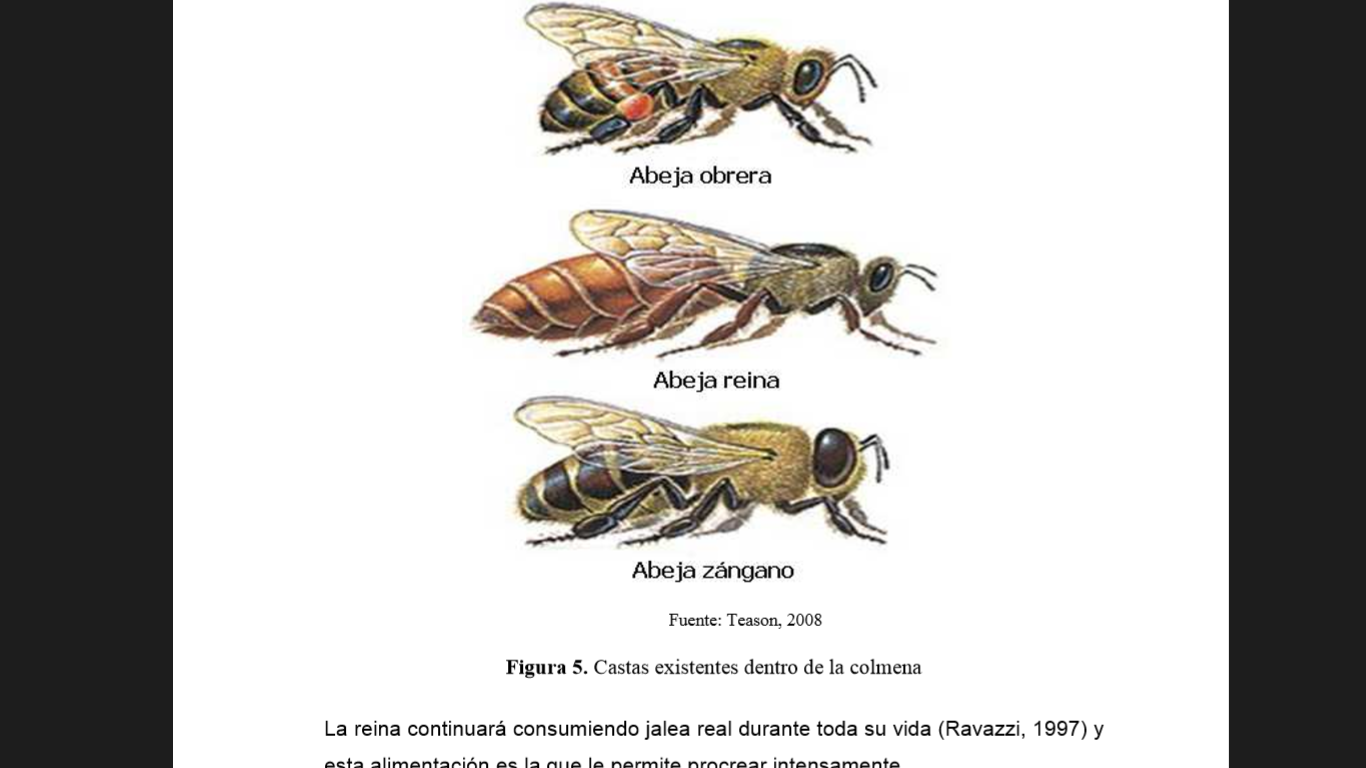
El aparato vulnerante de la reina consta de un aguijón prácticamente liso, de un sistema de fijación robusto y de un saco de veneno muy desarrollado. Las reinas también pueden picar a sus rivales sin perder su aguijón, a diferencia de la obrera, que muere por ello.

Finalmente, las glándulas tergales, órganos de comunicación química situados sobre la cara superior del abdomen cuya función todavía se desconoce, son asimismo propias de la reina.

Otra razón de peso para prestar atención a la reina es su oviposición. Mientras más huevos ponga la reina mayor será la población de obreras y de pecoreadoras, lo que a su vez determinará los rendimientos de miel de esa colonia. Siendo los ovarios los encargados de producir los huevos, debemos prestar atención a que las reinas que produzcamos tengan los ovarios más grandes y más desarrollados. Mientras más grande los ovarios, mayor será la producción de huevos ***(Pesante, D. 2012).***

La reina, es la responsable de las características genéticas de la colonia, es la portadora del material genético paterno por medio de los espermatozoides almacenados en su espermateca, su calidad es de gran importancia para el apicultor. Es la única abeja hembra con capacidad reproductora desarrollada, cuya principal función es la postura de huevos, por tanto, es la madre de todos los individuos de la colonia. Su presencia contribuye a mantener el equilibrio o armonía de la misma, por medio de feromonas ***(Ramírez, J. 2006).***

**Gráfico N° 5.** Conformación abejareina.



***Fuente:*** *Teason 2008.*

**3.3. PRODUCCIÓN DE ABEJAS REINAS FECUNDADAS**

En la apicultura moderna, la renovación periódica de reinas es una práctica común, cuyo objetivo es mejorar la producción de miel y otros productos de la colmena, para incrementar los ingresos. Se considera que reinas jóvenes, de buena calidad y mejoradas genéticamente producen colonias bien pobladas, mansas, saludables, con menor producción de zánganos y menor tasa de enjambrazón ***(Ramírez, J. 2006).***

En los países afectados por el proceso de africanización, se ha intentado resolver el problema mediante el cambio periódico de reinas, utilizando abejas reinas de origen europeo, fecundadas naturalmente con zánganos africanizados silvestres, las cuales originan colonias relativamente productivas y de fácil manejo. El objetivo de esta práctica es minimizar las características indeseables de las abejas africanizadas, como su comportamiento altamente defensivo, alta tasa de enjambrazón y evasión ***(Silva, E. 2004).***

En la explotación de las abejas africanizadas, la producción y fecundación de reinas de buena calidad y el mejoramiento genético de las mismas, seguirá jugando un papel de gran importancia en el éxito de la actividad apícola, permitiendo elevar los rendimientos por colmena.

Los diferentes métodos utilizados con abejas europeas para la cría de reinas en serie, a pequeña o gran escala, pueden ser empleados también con abejas africanizadas. En el futuro, será necesario hacer algunas adaptaciones, sobre los resultados de investigaciones realizadas o que deben realizarse según la problemática que se pueda presentar en las diferentes regiones, de acuerdo a sus condiciones técnicas, ambientales y sociales ***(Teixeira, M. 2013).***

**3.3.1. La reina en la colonia de abejas**

Las abejas melíferas (*Apis* *mellifera* L.) son insectos altamente eusociales que forman colonias compuestas por una reina, de 20000 a 60000 obreras, y de 0 a 3000 zánganos dependiendo de la época ***(Silva, E. 2004).***

A nivel individual, en una colonia de abejas se encuentran los dos sexos: el femenino, representado por las dos castas que son: la reina (hembra fértil) y las obreras (hembras infértiles). El sexo masculino está representado por varios cientos de zánganos.

Las abejas melíferas presentan el mecanismo genético de haplo-diploidía con partenogénesis arrenótoca, mediante el cual las hembras (reinas u obreras) se desarrollan a partir de huevos fecundados, por lo tanto, tienen un número diploide de cromosomas (2n=32).

Los zánganos, normalmente se desarrollan de huevos no fecundados, es decir tienen únicamente los cromosomas de su progenitor femenino, por lo tanto, tienen un número haploide de cromosomas (n=16). A este tipo de reproducción, sin la participación del macho se le conoce como partenogénesis ***(Ramírez, J. 2006).***

La reina, es la responsable de las características genéticas de la colonia, ya que además de transmitir sus genes, es la portadora del material genético paterno por medio de los espermatozoides almacenados en su espermateca. Razón por la cual, su calidad es de gran importancia, tanto para el apicultor como para la colonia. Es la única abeja hembra con capacidad reproductora desarrollada, cuya principal función es la postura de huevos, por tanto, es la madre de todos los individuos de la colonia. Su presencia también contribuye a mantener el equilibrio o armonía de la misma, por medio de feromonas.

Los zánganos y la reina, son los individuos responsables de la reproducción de la colonia y no realizan ninguna labor adicional dentro de la misma ***(Pesante, D. 2012).***

**3.3.2. La calidad de la reina**

La productividad de una colonia de abejas esta correlacionada positivamente con la calidad reproductiva de su reina, expresada por medio de su peso corporal, producción de cría, población de la colonia y producción de miel.

Por esta razón, para evaluar la calidad de una reina, usualmente se considera la edad, la pureza racial (si es necesario), conformación física (presencia de daños o deformidades), productividad (número de huevos puestos y cantidad de cría), la viabilidad de la cría, así como su peso y tamaño ***(Szabo, T. 2007).***

Además, para evaluar la capacidad reproductiva de una reina fecundada, se han utilizado diversas características externas tales como: el peso y tamaño de la reina, las cuales se han correlacionado positivamente con características de sus órganos reproductores como: el número de ovariolos, el tamaño y volumen de su espermateca. También, se han establecido correlaciones entre éstas características fenotípicas y algunas características reproductivas de la reina como su peso fecundada, número de espermatozoides almacenados en la espermateca, tiempo de inicio de postura, producción de cría y ganancia de peso desde su emergencia hasta 2-3 semanas después de iniciada la postura de huevos ***(Pesante, D. 2012).***

Se ha determinado que colonias con mayor área de cría son colonias con mayor población de obreras, y por ende son colonias que alcanzan mayores rendimientos de miel.

Se considera que reinas producidas bajo condiciones favorables de crianza, provenientes de larvas menores de 24 horas de nacidas y con suficiente jalea real para su alimentación durante su fase larvaria; serán reinas con buen peso al emerger, mayor número de ovariolos, con una espermateca de mayor tamaño y un mayor peso al iniciar su postura de huevos. Estas reinas, fecundadas en una época de buenas condiciones climáticas y abundancia de zánganos sexualmente maduros, podrán almacenar un número adecuado de espermatozoides que les permitirá tener una larga vida productiva y desarrollar colonias populosas ***(Ramírez, J. 2006).***

Se ha descubierto, que las feromonas producidas por la reina disminuyen con la edad, reduciendo el efecto que estimula el comportamiento de pecoreo de las obreras y aumentando la tasa de enjambrazón.

En regiones con abejas africanizadas, al considerar los altos índices de reemplazo y pérdida de reinas durante su ciclo anual de producción, se recomienda el cambio de reinas en períodos de 9 a 12 meses ***(Medina, L. 2004).***

Recordemos que colonias que reemplazan a su reina (por ser de inferior calidad), o que la pierden durante el ciclo anual de desarrollo, así como las colonias que enjambran; producen menor cantidad de cría, por lo que serán las colonias más débiles del apiario y con menor producción de miel que las colonias que mantienen a su reina ***(Ramírez, J. 2006).***

**3.3.3. Proceso de producción de reinas**

El proceso de producción de reinas, se puede dividir en tres fases bien definidas:

1. **Fase de crianza:** de la transferencia de la larva hasta la emergencia de la reina virgen.
2. **Fase de fecundación:** de la maduración sexual y fecundación de la reina virgen hasta el inicio de la postura de huevos.
3. **Fase de oviposición:** inicio de la postura de huevos hasta la muerte de la reina que normalmente ocurre cuando es sustituida por las abejas ó es cambiada por el apicultor ***(Medina, L. 2004).***

**3.3.4. Proceso fase de crianza reinas vírgenes**

Esta primera fase se inicia con la postura de un huevo fecundado en una copa-celda natural o con la transferencia de una larva recién nacida a una copa-celda de cera o artificial, las cuales serán alimentadas y cuidadas por las obreras nodrizas de la colonia criadora. Se caracteriza por ser una etapa bastante segura, en la que todos los aspectos biológicos que involucra, están bajo el control del apicultor e incluso puede ser programada. El criador de reinas, puede transferir la larva del tamaño óptimo, preparar las colonias criadoras con los requerimientos adecuados, seleccionar la mejor época para la cría o propiciar dichas condiciones artificialmente por medio de alimentación suplementaria y el reforzamiento de las colonias criadoras con cría y reservas de otras colonias ***(Szabo, T. 2007).***

La cría natural de reinas ocurre cuando las colonias de abejas construyen celdas reales para sustituir la reina (vieja o de calidad inferior) o para enjambrar, las cuales pueden ser aprovechadas por el apicultor.

En forma natural, las colonias de abejas producen reinas solamente bajo tres condiciones:

* **Enjambrazón:** cuando la colonia logra un gran desarrollo poblacional y demás condiciones biológicas que le permiten reproducirse naturalmente.
* **Sustitución:** ocurre cuando la reina vieja no está cumpliendo su función adecuadamente, por agotamiento físico y/o disminución de la cantidad de espermatozoides.
* **Pérdida de la reina por accidente o enfermedad:** la pérdida accidental de la reina, en condiciones naturales, es poco probable que suceda.

Durante el proceso de enjambrazón o de sustitución de una reina vieja o defectuosa, las reinas son criadas a partir de huevos que fueron colocados por la reina en copa celdas reales, construidas por las obreras para tal fin. Pero, cuando hay pérdida de la reina, las futuras reinas hijas son criadas a partir de larvas jóvenes (nacidas en celdas de obrera), cuyas celdas serán ampliadas, reforzadas y modificadas a la posición normal de las celdas reales ***(Ruttner, H. 2003).***

El estudio del comportamiento biológico de la colonia durante el proceso de producción natural de reinas, fue el origen de los diferentes métodos de cría de reinas.

El método más simple para criar reinas con cierto control del apicultor, es mediante la remoción de la reina a una colonia bien poblada, en la que se introduce un panal conteniendo huevos y larvas recién nacidas de una reina seleccionada; algunas de las cuales serán cuidadas y alimentadas como celdas reales. Pequeñas modificaciones a este método, principalmente en el panal que contiene los huevos y larvas, dieron origen a los métodos de cría de reinas de Miller y Alley, que son muy sencillos y no implican la transferencia de larvas. Estos métodos, son recomendados para apicultores a pequeña escala, ya que permiten la cría de un reducido número de reinas ***(Teixeira, M. 2013).***

Entre las prácticas más complejas, que requieren mayor destreza para su utilización, destaca el método Doolittle, mejor conocido como de “transferencia de larvas”. Este método incluye la utilización de copa celdas de cera o artificiales. Además, se requieren colonias bien pobladas, cuyo manejo garantice la alimentación y cuidado de las larvas recién transferidas; necesarios para obtener una gran cantidad de reinas vírgenes de excelente calidad, emergiendo durante un lapso de algunas horas.

El objetivo de estos métodos de cría, es la producción de reinas vírgenes genéticamente mejoradas y de buena calidad para cambiar las reinas de las colonias manejadas o aumentar el número de colonias productoras de miel ***(Medina, L. 2004).***

**3.3.5. Emergencia de la reina virgen**

La reina virgen emerge aproximadamente 16 días después de la postura del huevo, período que puede variar de 14 a 17 días dependiendo de múltiples factores, entre los que destacan las condiciones ambientales, la temperatura y la raza de abejas. Por ejemplo, se ha descubierto que reinas vírgenes africanizadas emergen alrededor de los 15 días, es decir algunas horas antes de lo normal ***(Medina, L. 2004).***

Cuando se utilizan métodos de cría de reinas en serie, como el Doolitle, aproximadamente 10 días después de la transferencia de larvas, se debe definir el uso que se le dará a las celdas reales.

Las celdas reales pueden colocarse individualmente en los núcleos de fecundación, adheridas a uno de los panales centrales, donde la reina virgen emergerá y será fácilmente aceptada por las abejas del núcleo. También pueden ser colocadas en jaulas para su emergencia en colonias nodrizas o en incubadoras artificiales ***(Ruttner, H. 2003).***

Después del operculado de las celdas reales, se pueden seleccionar aquellas de mayor tamaño y mejor conformadas, para garantizar la emergencia de reinas vírgenes de excelente calidad, ya que reinas de menor peso pueden presentar características reproductivas y productivas inferiores ***(Medina, L. 2004).***

**3.3.6. Fecundación de la reina virgen**

La segunda fase se define desde que emerge la reina, se fecunda e inicia la postura de huevos. Es considerada la fase más costosa del proceso de producción de las mismas; ya que el trabajo de formar, cuidar y alimentar los núcleos es considerable. Además, es en esta fase donde ocurre al menos un 20 % de pérdidas de reinas, aún en las mejores condiciones de fecundación ***(Ruttner, H. 2003).***

Diversos estudios, indican que el porcentaje de pérdida aumenta conforme se deterioran las condiciones de fecundación, en épocas de flujo de néctar se logran mayores porcentajes de fecundación (cercanos al 100 %), mientras que, en época de escasez, se puede alcanzar únicamente el 50 % o menos. Otros factores como las condiciones climáticas de la región y depredadores (hormigas, pájaros, etc.) pueden disminuir la proporción de reinas fecundadas.

En esta fase, juega un papel de gran importancia la colonia en la que emergerá la reina, ya que partiendo de ésta realiza sus vuelos de orientación y fecundación; en ella iniciará la postura de huevos ***(Medina, L. 2004).***

**Gráfico N° 6.** Ordenación abejareina.

***Fuente:*** *Teason 2008.*

**3.3.7. La colonia de fecundación**

La colonia de fecundación es el lugar en el cual la reina virgen emerge, alcanza su madurez sexual, realiza sus vuelos de orientación, fecundación, e inicia la postura de huevos. Esta colonia puede variar desde una colonia de tamaño normal (40000 – 60000 abejas) hasta una mini colonia poblada con unos cientos de abejas conocida como núcleo de fecundación ***(Teixeira, M. 2013).***

Una colonia grande (40000 – 60000 abejas) es utilizada como colonia de fecundación cuando se requiere efectuar el cambio de una reina vieja. En este caso, se elimina la reina vieja y al día siguiente se introduce una reina virgen o una celda real (10-11 días después de la transferencia de larvas), que se adhiere a un panal de cría emergiendo o próxima a emerger. Se ha determinado que las reinas africanizadas inician la postura de huevos, 10 días después de su emergencia de la celda real ***(Medina, L. 2004).***

Normalmente para la reposición de reinas o aumento del número de colmenas en un apiario, se establecen núcleos con 5-7 panales Langstroth o se procede a la división de colonias fuertes, que permitan obtener dos colonias huérfanas con un mínimo de 8-10 panales cubiertos con abejas. Posteriormente, se introduce una celda real próxima a emerger o una reina virgen, la cual luego del proceso de fecundación iniciará la postura de huevos, garantizando así el desarrollo óptimo de las nuevas colonias.

El uso de colonias grandes para la fecundación de reinas, además de tener un alto costo en los materiales utilizados, así como el de requerir mayor cantidad de cría y abejas, presenta la desventaja de que al ocurrir la pérdida de la primera reina introducida, disminuye la probabilidad de que la segunda sea aceptada. Al incrementar el tiempo que la colonia permanece huérfana, también aumenta el riesgo de que aparezcan obreras ponedoras y por tanto la pérdida de la colonia. Pero si la reina se fecunda e inicia la postura de huevos, la colonia tendrá rápidamente una reina joven y vigorosa, con una excelente cámara de cría y con mínimo trabajo.

Se recomienda realizar la introducción de nuevas reinas, durante la época más favorable del periodo de escasez de néctar, a los menos dos meses antes de la época de cosecha, para no interferir con la producción de miel ***(Ruttner, H. 2003).***

**3.3.8. Maduración de la reina virgen en el núcleo de fecundación**

Una reina virgen, recién emergida es casi totalmente ignorada por las abejas, quizás por la baja producción de la feromona ácido 9-oxodecenoico (9-ODA) en sus poco desarrolladas glándulas mandibulares. Se le puede observar caminando en el área de cría de la colonia o núcleo, donde destruye cualquier otra celda real que se encuentre, si la colonia no se prepara para enjambrar.

Algunas horas, las obreras comienzan a perseguirla, lamiendo y tocando su cabeza con sus antenas y patas delanteras; alimentándola 3 o 4 veces al día. En los días siguientes, la reina se prepara para realizar sus vuelos de orientación y fecundación, presenta cierto grado de agresividad hacia ella, es perseguida y tratada bruscamente por las obreras, tirando de sus alas y patas, empujándola y mordiéndola; obligándola a ejercitarse para facilitar sus vuelos de fecundación ***(Medina, L. 2004).***

Estos comportamientos, se presentan principalmente al final de la tarde, coincidiendo con el período del día en que ocurren los vuelos de fecundación, hace suponer que el objetivo de las obreras es obligar a que la reina salga a su vuelo de fecundación. Este comportamiento de agresividad hacia la reina, es característico entre obreras viejas (de más de tres días de edad), ya que una reina mantenida entre obreras jóvenes es posible que no sea obligada a salir de la colonia para fecundarse ***(Teixeira, M. 2013).***

También, algunas abejas forman una especie de séquito alrededor de la reina virgen, cuando está inmóvil sobre los panales y emitiendo determinados sonidos que disminuyen la agresividad de las obreras hacia ella. Este proceso, quizás ayuda en la maduración de sus órganos sexuales y la prepara para sus vuelos de fecundación, ya que se han observado algunas contracciones o vibraciones abdominales y la exposición de la cámara del aguijón; posiblemente asociadas con la apertura del orificio abdominal durante la cópula.

Paralelamente a este comportamiento, se desarrollan las glándulas mandibulares aumentando progresivamente la secreción de feromonas, principalmente el ácido 9-oxodecenoico (9-ODA), el cual se incrementa de 7.2 µg en reinas de 1-2 días a 135 µg en reinas de 5-10 días de edad. El tamaño y actividad de las glándulas tergales, también se incrementa hasta lograr el máximo desarrollo al momento de la fecundación.

A los 5 o 6 días de edad de la reina, la actividad de las glándulas mandibulares y de las células neurosecretoras, así como los niveles de vitelogenina en la hemolinfa, indican que la reina está sexualmente madura, coincidiendo con la edad a la que generalmente realiza el primer vuelo de fecundación ***(Szabo, T. 2007).***

**3.3.9. Vuelos de orientación y fecundación**

Los vuelos de orientación se realizan aproximadamente después de los 6 días de edad de la reina y los de fecundación se inician hasta los siete días.

Estudios realizados en la Península de Yucatán, México, indican que las reinas africanizadas realizan sus vuelos de orientación y fecundación a los 6-7 y 8-9 días de edad, respectivamente. En Brasil, utilizando reinas del mismo tipo de abejas, se determinó que los vuelos de orientación se realizaban a los 7-8 días y los de fecundación a los 7-9 días de edad. Estos vuelos son realizados desde la colonia donde emergió o fue introducida la reina virgen, hacia las áreas de congregación de zánganos donde ocurre la cópula. Para esto, la reina corre sobre los panales zumbando sus alas y atraída por la luz exterior, busca la salida de la colmena, sale y realiza uno o dos vuelos de orientación, los cuales tienen una duración de 2-5 minutos cada uno, con un máximo de 10 minutos. Algunas veces, la reina llega hasta la salida de la colonia y prefiere retornar nuevamente al interior de la misma, pero las obreras se lo impiden y más bien, es forzada a levantar el vuelo. Durante la realización de estos vuelos, la reina no es acompañada por ninguna abeja obrera, las que se mantienen en la colonia o núcleo de fecundación. Una gran cantidad de obreras se sitúan alrededor de la entrada, exponiendo y dispersando la esencia de la glándula de Nasonov, para orientar y facilitar el regreso de su reina a la colonia ***(Medina, L. 2004).***

Bajo condiciones de Yucatán y utilizando reinas africanizadas, los vuelos de orientación duraron 45 minutos. Estos vuelos, se caracterizan porque la reina retorna sin el signo de fecundación (el endófalo del último zángano que la fecundó). Poco tiempo después, se realiza este mismo comportamiento, pero para realizar de dos a cinco vuelos de fecundación, los cuales tienen una duración promedio de 18 minutos, con una variación de 10 hasta más de 30 minutos. La duración de estos vuelos de fecundación depende de la distancia donde ocurre la fecundación (conocida como área de congregación de zánganos) y del número de espermatozoides que recibe. Estudios realizados en México y Brasil utilizando reinas africanizadas, demostraron una duración de los vuelos de fecundación de 20-21 y 15-18 minutos, respectivamente ***(Echazarreta. C, 2007).***

Las reinas pueden realizar dos o tres vuelos en un día, con un intervalo de tiempo de 90 minutos entre un vuelo y el otro, durante un período de dos a cuatro días. Se ha determinado que la mayoría de las reinas africanizadas, realizan su primer vuelo de fecundación el mismo día que realizan el último vuelo de orientación

El 50 % de las reinas logran llenar su espermateca luego de un solo pero efectivo vuelo de fecundación, mientras el otro 50 % requiere de dos o más (máximo cinco) vuelos de fecundación, en los días subsiguientes. El número de vuelos de fecundación que realiza una reina depende de la raza de abejas y de las condiciones climáticas y geográficas de la región ***(Medina, L. 2004).***

Los vuelos de orientación y/o fecundación se realizan al final de la tarde, entre las 13:00-16:00 horas, cuando las condiciones climáticas son favorables. Se ha encontrado que días cálidos y soleados con poca nubosidad, con temperaturas arriba de los 20ºC y vientos con una velocidad no mayor a 20-28 Km/h (5.5-7.8 m/seg), son las condiciones óptimas para que las reinas realicen estos vuelos.

Estudios realizados con abejas reinas africanizadas en Yucatán, México, y Sao Paulo (Brasil), demostraron que los vuelos de fecundación se realizan entre las 14:00 y 17:00 horas.

Observaciones realizadas en Yucatán, México, demostraron que los vuelos de fecundación ocurrieron con temperaturas de 33.8 ± 0.31ºC, con una humedad relativa de 24.4 ± 1.34 % y una velocidad del viento de 1.4 ± 0.1 m/seg. Mientras en Brasil, al evaluar el porcentaje de fecundación en diferentes ciclos de crianza, se encontró que los vuelos de fecundación se efectuaban en un rango de velocidad del viento de 0 a 2.0 m/seg, pero a velocidades menores a 0.3 m/seg se obtenían los mejores índices de fecundación ***(Echazarreta, C. 2007).***

**3.3.10. La cópula**

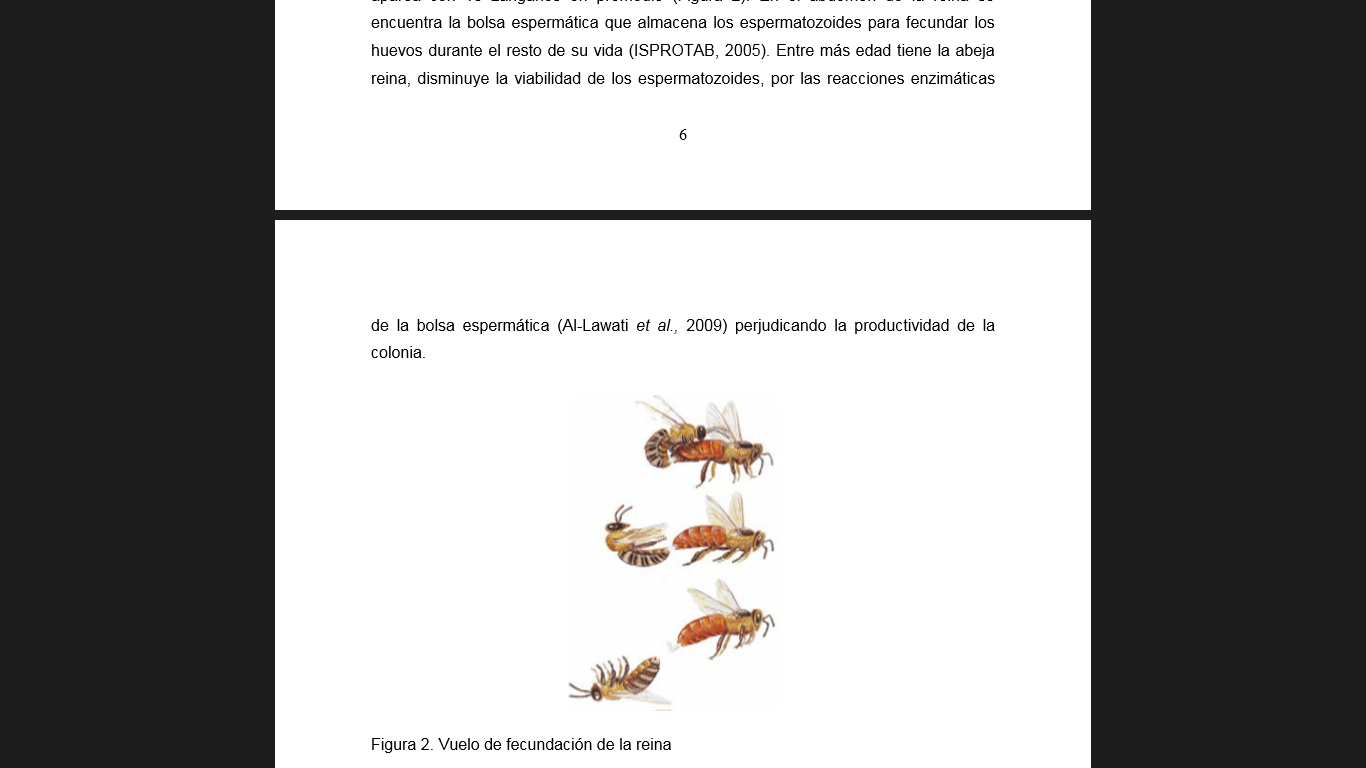
El lugar donde se realiza la cópula de la reina con los zánganos se conoce como áreas de congregación de zánganos, las cuales se localizan entre 2 y 5 kilómetros del apiario y se localizan en los mismos lugares, año tras año. Las áreas de congregación de zánganos son espacios aéreos de 30-200 m de diámetro, que se ubican en depresiones geográficas o espacios deforestados, lejos de árboles grandes o colinas, protegidos del viento, donde se reúnen los zánganos de diferentes apiarios (una región), volando a 5-30 m de altura, aún sin la presencia de reinas, pero bajo condiciones climáticas favorables ***(Medina, L. 2004).***

Las reinas llegan más tarde que los zánganos al área de congregación, siendo perseguidas a gran velocidad por un enjambre de 50-300 zánganos, atraídos por estímulos químicos (feromonas) hasta 100 m de distancia y ópticos como la silueta de la reina a menos de un metro de ella y el signo de fecundación. Al alcanzar a la reina, el zángano la toma dorsalmente e inicia el proceso de cópula. Al introducir el endófalo, el zángano se inmoviliza y cae dorsalmente, casi de inmediato, se desprende dejando su signo de fecundación para posteriormente morir. Este proceso de cópula, es muy rápido y ocurre en 2-4 segundos. Los zánganos que copulan posteriormente, son capaces de remover con su endófalo, el signo de fecundación dejado por el zángano anterior ***(Pesante. D, 2012).***

La reina copula con uno o más zánganos (7-17) durante un mismo vuelo de fecundación, pero puede realizar un segundo o más vuelos si la cantidad de espermatozoides almacenados en su espermateca, no son suficientes para garantizar el buen desarrollo de una colonia.

Se considera que reinas con 6 a 7 millones de espermatozoides almacenados en su espermateca, deben ser utilizadas en las colonias con la finalidad de que produzcan una gran cantidad de huevos fecundados, para desarrollar y mantener colonias bien pobladas, las cuales serán las mejores productoras de miel ***(Medina, L. 2004).***

**Gráfico N° 7.** Vuelo de fecundación de la reina.



***Fuente:*** *ISPROTAB, 2005.*

**3.3.11. Almacenamiento de los espermatozoides en la espermateca**

Después de un vuelo de fecundación, la reina regresa a la colonia o núcleo donde las obreras la reciben con mayor contacto físico (aparato bucal y antenas) que cuando era virgen. También le ayudan en la remoción del signo de fecundación y le suministran alimento rico en proteínas, el cual es muy importante para el desarrollo de sus ovarios. Estos, son aún pequeños y con poco desarrollo, pero los ovariolos ya contienen una gran cantidad de óvulos rudimentarios, que madurarán rápidamente. Sus oviductos están distendidos porque contienen un promedio de 87 millones de espermatozoides (11.6 mm3 de semen), de los cuales una pequeña proporción migra hacia la espermateca durante las siguientes 24 horas. Al iniciar la postura, la espermateca contiene alrededor de 5.340 ± 0.121 millones de espermatozoides ***(Medina, L. 2004).***

El proceso de transferencia de los espermatozoides, de los oviductos a la espermateca es un proceso, que involucra movimientos, la espermateca, sus glándulas y el movimiento de los espermatozoides.

Además, condiciones externas como la temperatura del nido y el número de obreras que atienden a la reina influyen en este proceso.

La reina dobla su abdomen, para ejercer cierta presión en los oviductos y hacer que los espermatozoides sean desplazados hacia el ducto espermatecal a través del cual, migran hacia la espermateca, ayudados por sus movimientos ondulatorios. Sin embargo, durante este proceso, la gran mayoría son desechados hacia la vagina y cámara del aguijón, al atravesar la válvula vaginal ***(Ruttner, H. 2003).***

En regiones de clima templado, reinas fecundadas naturalmente almacenan en su espermateca 5.357 millones de espermatozoides. Esta cantidad garantiza la fertilización adecuada de huevos para al menos, de 2 a 4 años de vida de la reina. Durante este tiempo, los espermatozoides se mantienen vivos e inmóviles en la solución isotónica y alcalina (pH 8.5) y por los nutrientes e intercambios gaseosos suministrados por la espermateca ***(Medina, L. 2004).***

**Gráfico N° 8.** Evaginación de los genitales de un zángano.



***Fuente:*** *Medina, L. 2004.*

**3.3.12. Inicio de la postura de huevos**

Aunque el mecanismo exacto que desencadena el proceso de inicio de la actividad de postura no ha sido determinado, se sugiere que el proceso natural de fecundación activa, estimula de alguna manera el inicio de la postura. Sus resultados indican que la presencia de espermatozoides y/o el fluido seminal en los oviductos y en la espermateca de la reina, acelera el inicio de la postura ***(Medina, L. 2004).***

La reina inicia la postura de huevos 1-3 días después del último vuelo de fecundación, que en reinas africanizadas coincide con los 12-14 días de edad.

La postura de huevos no es un proceso continuo, sino que incluye períodos de postura y períodos de descanso para que las obreras alimenten, limpien y palpen a la reina. Durante los períodos de postura, la reina puede colocar de 2 a 26 huevos. Este número depende de la frecuencia y cantidad de alimento recibido por parte de las obreras. Durante el proceso de postura, la reina realiza una inspección previa de la celda donde colocará un huevo, la cual genera el estímulo necesario para la liberación de espermatozoides necesarios en la fertilización de huevos puestos en celdas de obrera, y la no liberación de espermatozoides para los huevos que serán colocados en celdas de zánganos ***(Ruttner, H. 2003).***

La oviposición también sigue un ciclo anual, el cual está correlacionado con cambios fisiológicos de la reina, principalmente acumulación de grasa y proteínas en su cuerpo y factores ambientales como el fotoperiodo y la recolección de polen y néctar.

En la etapa de ovipostura, la reina deposita un huevo en cada celda elegida por el séquito de obreras que la acompañan, éste puede fecundarse y dar origen a obreras o a reinas, o bien no fecundarse originando zánganos. La cámara de cría se mantiene a una temperatura de aproximadamente 35 ºC y una humedad relativa de 65 a 75%, ideal para el desarrollo de los embriones ***(Mantilla, C. 2006).***

Las obreras son todas hijas de la misma madre, pero no del mismo padre, esto explica por qué dentro de la colmena podemos identificar camadas de obreras con diferentes coloraciones **(*Moreno, E. 2015).***

Además, la longevidad de una reina se encuentra determinada más por la cantidad de espermatozoides almacenados en su espermateca que por la producción de huevos.

En los criaderos comerciales, cuando la reina inicia la postura de huevos es retirada del núcleo de fecundación. Se recomienda marcarla sobre la parte dorsal del tórax, con los colores recomendados según el código internacional y/o cortar el ala parcialmente. Posteriormente, es colocada en una jaula para su transporte (envío) e introducción en una colonia como su nueva reina. La jaula más utilizada para el transporte e introducción de reinas es la jaula Benton, aunque existen otros modelos diferentes. Para la introducción se han diseñado otros modelos entre los que destaca la caja de adherir al panal o “push-in cage” ***(Medina, L. 2004).***

**3.3.13. Eclosión de huevos**

La abeja se encuentra clasificada como holometábola, por pasar por todos los estados, para conocer con más detalles cada etapa de la metamorfosis señala que el huevo es blanco perlado, cilíndrico, oval y alargado, se encuentra en el fondo de la celdilla en posición vertical y antes del surgimiento de la larva, éste se inclina hasta descansar totalmente de forma horizontal en el piso de la celda **(*Moreno, E. 2015).***

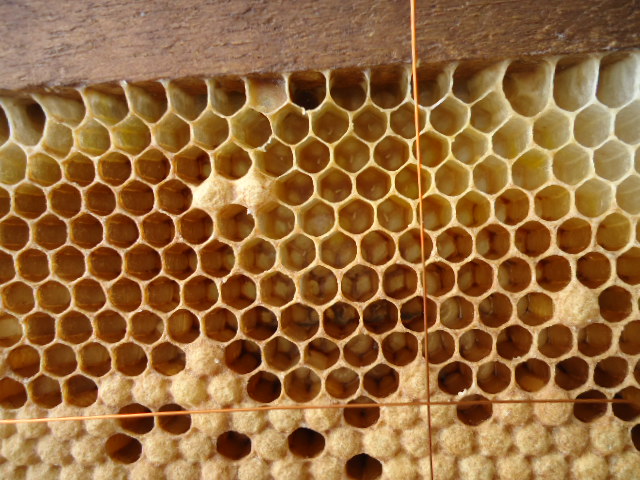
**Cuadro N° 3.** Ciclo biológico y alimentación de las abejas.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ESTADO** | **REINA** | **OBRERA** | **ZANGANO** |
| Huevo | 3 | 3 | 3 |
| Larva | 5.5 | 6 | 6.5 |
| Prepupa | 1 | 1 | 1 |
| Pupa | 6-7 | 9.5 | 13.5 |
| Adulto | 16 | 21 | 24 |
| Nutrición con jalea | 5.5 | 3 | 3.5 |
| Nutrición con miel + polen | - | 3 | 3 |

***Fuente:*** *Mantilla, C. 2006.*

Cuando el embrión se encuentra completamente desarrollado, una larva joven eclosiona del huevo, ésta es una criatura muy simple, tiene forma de “C”, es pequeña sin patas ni alas, de color blanco perlado. Durante el transcurso de su vida esta larva pasa por cinco estadios, mudando su cutícula después de cada etapa y creciendo hasta ocupar completamente la celdilla. En la 5ª muda se encuentra de forma vertical, estado llamado prepupa. Al final de esta etapa, las abejas obreras tapan con cera todas las celdillas (operculación) (***Sondgrass, E. 2006).***

**Gráfico N° 9.** Huevos en posición vertical.



***Fuente:*** *Mantilla, C. 2006.*

En el estado de pupa o ninfa, la segmentación de la cabeza, tórax y abdomen es más nítida, su cutícula cambia y gradualmente se oscurece, los cambios principales durante esta etapa ocurren internamente, por lo que la pupa comienza a tomar forma de abeja adulta **(*Moreno, E. 2015).***

El adulto o imago, al momento de nacer, roe el opérculo en forma circular y emerge; en sus primeras etapas de adultas, obtienen prácticamente la totalidad del nitrógeno desde las proteínas del polen, por consiguiente, deben consumir grandes cantidades de éste. Su exoesqueleto se termina de endurecer cuando entra en contacto con el aire ***(Sondgrass, E. 2006).***

En la etapa de operculado las larvas quedan provistas con células de reserva llenas de grasa, proteínas e hidratos de carbono cuando ya están listas para convertirse en pupa y posteriormente en adulto se encuentran en su peso máximo ***(Mantilla, C. 2006).***

**3.4. APARATO REPRODUCTOR DE LA ABEJA REINA**

El tracto reproductivo de una reina está más desarrollado lo que lo hace muy diferente al de una obrera.

**3.4.1. Ovarios**

En la hembra las células primarias, se conocen como ovarios y en ellos se producen los huevos. Los ovarios de la reina son dos pares de estructuras masivas en forma de pera. Los ovarios están compuestos de estructuras tubulares conocidas como ovariolas. En la parte posterior de cada ovario las ovariolos, se unen en un ducto común llamado oviducto lateral ***(Llorente, J. 2012).***

Los ovarios están formados por una serie de conductos tubulares llamados ovariolas, en número de 150 a 180 unidos por su extremidad anterior; la más delgada, se engruesa progresivamente hacia su parte posterior hasta desembocar en los oviductos laterales por su extremo más grueso ***(Barrera, A. 2004).***

**3.4.2. Oviductos**

Los dos oviductos laterales se unen en la línea media formando un gran saco membranoso, llamado oviducto medio. El conducto de la espermática desemboca en su pared anterior superior y en su parte posterior, se comunica en l vagina, cerrándose con un repliegue membranoso, semejante al cuello del útero en los mamíferos y actúa como válvula de cierre. La válvula de cierre vaginal realiza otra función muy interesante después de la copula de la reina con los zánganos; cierra la comunicación entre la vagina y el oviducto, impidiendo que los espermatozoides almacenados en los oviductos retrocedan y tengan contacto con el aire ***(Barrera, A. 2004).***

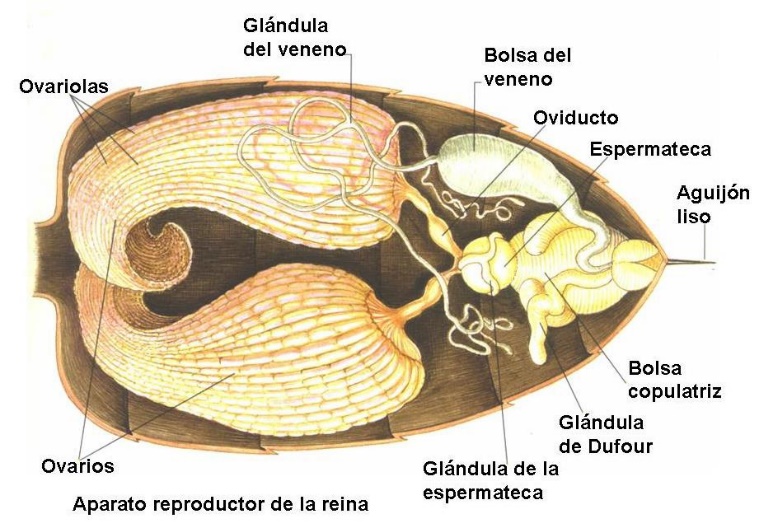
**3.4.3. Espermateca**

Es un saco esférico donde se almacenan de 5 a 7 millones de espermatozoides, para la fecundación de los óvulos durante toda la vida de la reina, su pared está sumamente vascularizada por vasos hemolinfáticos y además llegan a ella numerosos traqueolas donde los espermatozoides depositados en la espermática, puedan continuar viviendo varios años durante la vida reproductiva de la reina, ya que la espermática tiene un par de glándulas en su superficie anterolateral, que produce una sustancia que nutre a los espermatozoides. La comunicación con el oviducto medio, se efectúa por un conducto que regula el paso de los espermatozoides, primeramente, en su entrada desde el oviducto a la espermática, para su almacenamiento y después dando salida internamente para fecundar a los óvulos; este mecanismo, se gula mediante una válvula sigmoidea situada en el trayecto, la cantidad de espermatozoides depende del número de zánganos que la fertilicen u el número de vuelos realizados por la reina ***(Barrera, A. 2004).***

**3.4.4. Vagina**

Es un gran receptáculo membranoso que comunica el oviducto medio con la cámara del aguijón; lateralmente tiene dos grandes bolsas llamadas bolsas copulatrices. La vagina juega un importante papel durante la cópula, dando entrada y fijando el pene del zángano, que se desprende en el acto, quedando en forma de tapón hasta que otro zángano lo desprende en el aire o las obreras en la colmena, los espermatozoides emigran a los oviductos y posteriormente a la espermática, cada zángano deposita en la reina un promedio de 10 millones de espermatozoides de los cuales solo el 6,2 % llega a la espermática los demás son arrojados al exterior. En la postura de los huevos, la vagina sirve de paso a los huevos impulsándolos a salir hasta quedar depositados en el fondo de las celdas del panal, 4 horas después de puesto en la celda, alcanza su madurez, se lleva a cabo la reducción cromática y la absorción de los espermatozoides sobrante y se consuma de fecundación ***(Barrera, A. 2004).***

**Gráfico N° 10.** Aparato reproductor de la reina.



***Fuente:*** *Apicultors G. 2006,*

**3.5. APARATO REPRODUCTOR DEL ZANGANO**

Está constituido por: dos testículos, dos conductos deferentes, dos vesículas seminales, dos glándulas accesorias productoras de moco, un canal eyaculador y un órgano copulador o pene que consta del bulbo y dos cornículas.

**3.5.1. Testículos**

Los órganos masculinos que contienen las células reproductivas primarias y en las cuales se desarrollan los espermatozoides, se conocen como testículos. Son un par de cuerpos chatos que se encuentran en el abdomen ***(Llorente, J. 2012).***

Los testículos, se alojan en el abdomen, aquí producen hasta 10 millones de espermatozoides, los que migran a las vesículas seminales, a medida que avanza la madurez de las pupas, los testículos disminuyen su volumen hasta quedar reducidos a muñón de tejido grisáceo. Los zánganos emergen de su celda 24 días después de puesto el huevo y 12 días más tarde alcanzan su madurez sexual y son aptas para fertilizar a la reina ***(Barrera, A. 2004).***

**3.5.2. Vesícula seminal**

De cada testículo sale un ducto llamado vaso deferente. Este es enrollado en su comienzo, pero luego se endereza y ensancha convirtiéndose en la vesícula seminal. La parte posterior de cada vesícula seminal penetra en una glándula mucosa, la cual es relativamente grande. Las glándulas mucosas se unen en un ducto común conocido como el ducto eyaculatorio. Tiene forma de saco alargado, sirven para almacenar los espermatozoides procedentes de los testículos hasta el momento de la copula, para esta función es necesario que el zángano tenga 12 días de edad ***(Barrera, A. 2004).***

**3.5.3. Ducto eyaculatorio**

Se abre en una estructura compleja conocida como pene. Se conoce como pene, a diferencia de otros insectos, ya que en la cópula el mismo es invertido y forma una estructura intromisora que sirve para descargar el semen en la vagina de la reina ***(Barrera, A. 2004).***

Conduce el semen desde las glándulas accesorias, hasta el orificio terminal del extremo del bulbo del pene. Durante la vida del zángano, no existe comunicación entre las glándulas y el lumen del canal; sin embargo, durante la copula, se rompe el tejido por la violenta contracción de los músculos de la base de la glándula, lo que permite la salida por el canal ***(Llorente, J. 2012).***

**3.5.4. Órgano copulador**

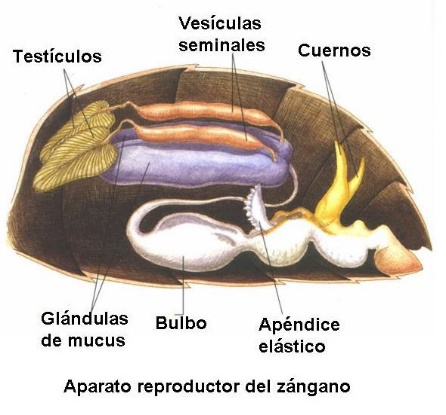
También denominado pene o bulbo, es una estructura tubular larga, normalmente invertida dentro de la cavidad abdominal, está formada por placas quitinosas. Durante la copula, se requiere una fuerte contracción de las partes del abdomen para producir eversión del pene y con el aumento en la presión de la hemolinfa, se logra la eyaculación ***(Barrera, A. 2004).***

Se encuentra invertido, se pueden percibir tres partes. En la parte proximal está una bulba, que recibe el ducto eyaculatorio. La bulba se reduce en su parte distal y se conoce como el cérvix. Aquí se pueden notar unas invaginaciones de la piel en su parte ventral y unos lóbulos indentados, en la parte dorsal ***(Llorente, J. 2012).***

**3.5.5. Espermatozoides**

Bajan de los testículos a las vesículas seminales donde son almacenados, por un tiempo, con sus cabezas embebidas en las paredes de estas. Durante la época reproductiva los espermatozoides son movidos a través del ducto eyaculador junto con una secreción producida por las glándulas mucosas, a la bulba. Los espermatozoides están localizados junto con las secreciones mucosas en la bulba; sin embargo, estos no están mezclados con la mucosa si no que permanecen agrupados. Esto facilita su remoción cuando los mismos tienen que ser utilizados en la inseminación instrumental ***(Llorente, J. 2012)***

**Grafico N° 11.** Aparato reproductor del zángano.



***Fuente:*** *Apicultors G. 2006,*

**3.6. PRODUCCIÓN DE LA COLMENA**

Los productos de la colmena más producidos son los siguientes:

* Miel de abeja 90%.
* Polen 3%.
* Cera de abejas 3%.
* Propóleo 3%.
* Jalea Real 0.8%.
* Larvas de Abejas 0%.
* Apitoxina o Veneno de Abejas 0% ***(Cabrera, J. 2007).***

**3.6.1. Miel**

La miel de abejas es un producto natural que solo tiene la intervención de un insecto como es la abeja, que contribuye a su elaboración. Este puede ser fluido, espeso o cristalino ***(APIEXPA 2000).***

Es un producto biológico que varía sus caracteres en función de la procedencia, de las plantas que han proporcionado el néctar, el procedimiento de extracción, etc. ***(APIEXPA 2000).***

La miel es un alimento natural elaborado a partir de secreciones florales y extraflorales de las plantas que suele visitar la abeja *Apis* *mellifera,* de donde toma sus elementos necesarios para su mantenimiento y el sustento de la colmena ***(Salamanca, G. 2002).***

Se entiende por miel la sustancia dulce producida por las abejas (*Apis* *mellifera L*) a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas, que las abejas recogen, transportan, transforman y combinan con sustancias específicas, deshidratan, concentran y almacenan después en panales

***(Cornejo, L. 1993).***

Es conveniente recalcar que la miel de abejas es un producto biológico muy complejo, cuya composición físico-química y organoléptica varia notablemente dependiendo de la flora visitada y de las condiciones climáticas y edáficas del lugar de donde procede, efecto que se hace más notorio en países donde la vegetación y los periodos de floración están marcadamente rígidos por las estaciones ***(Piccirillo, G. 2000).***

De esta forma, los diferentes tipos de miel se definen en función de sus principales características organolépticas, como son color, aroma, sabor, consistencia y la mayor o menor facilidad para cristalizar durante el manejo post cosecha y almacenamiento ***(Ramírez, M. 2000).***

Asimismo, los diferentes tipos de miel difieren, en mayor o menor medida, en su composición química, principalmente pH, acides, contenido y proporción de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales y compuestos nitrogenados ***(Ramírez, M. 2000).***

**3.6.2. Polen**

El polen es el gameto masculino de las plantas con flores, se presenta bajo la forma de granos microscópicos contenidos en las anteras de los estambres, encerrados en los sacos polínicos. De tamaño y formas variables, son transportados a otras flores, bien por viento (pólenes ligeros), bien por los insectos (pólenes pesados) ***(Jean, P. 2005).***

Las características morfológicas del grano de polen tales como tamaño, textura, ornamentos de la exina o cubierta externa, número y tipos de poros y otras, son propias de cada especie vegetal, por lo cual el grano de polen representa la “huella digital” de la especie, resulta ser por lo tanto una herramienta metodológica de gran importancia en apicultura ***(Montenegro, S. 2000).***

El color del polen puede ser amarillo con diversas tonalidades a colores rojizos, negro o purpureo o blanco como en las moras y frambuesos ***(Montaldo, P. 2008).***

El valor proteico del polen varía entre 10 – 36% y el contenido de aminoácidos dependerá del origen botánico. El polen contiene elementos minerales que la abeja utiliza en la estructuración de los sistemas enzimáticos de sus procesos vitales.

Todos los requerimientos son satisfechos con el aporte de polen, cuyos niveles pueden variar con las especies botánicas (fuente floral) y condiciones de suelo que presenta dicha especie ***(Neira, M. 2008).***

**3.6.3. Cera**

Formada por las abejas para realizar las estructuras de la colmena (celdas), donde se conserva la miel, o pone los huevos la reina. ***(Adanero, F. 2000).***

Es producida por las abejas obreras jóvenes (entre 12 y 17 días de nacida). Las glándulas productoras de cera se ubican en la parte posterior abdominal. Las abejas la utilizan para realizar las estructuras de la colmena.

Es producida en pequeñas láminas llamadas espejos. Con ella moldean las celdas para almacenar los alimentos y para que la reina ponga los huevos. Muchas veces la mezclan con propóleo para endurecer la estructura.

La cera contiene 68 veces más vitamina A 3300 U.I que la carne de vacuno 60 U.I. La apicultura se desarrolló bastante en la era cristiana a causa del empleo de la cera para la fabricación de velas. También en la antigüedad se escribía sobre planchas de madera recubiertas con cera. La cera tiene propiedades emolientes, cicatrizantes y anti –inflamatorias ***(Sánchez, C. 2003).***

**3.6.4. Propóleos**

El propóleos es un material pegajoso, gomoso, resinoso, de color variable marrón verdoso, marrón obscuro, verde obscuro, amarillo verdoso, castaño, rojizo e incluso negro dependiendo de su origen. Su aroma puede ser placentero a yemas de especies arbóreas, miel, ceras y vainilla, pero también puede tener sabor amargo. Se obtiene de la recolección de las exudaciones o secreciones de origen vegetal (yemas, corteza, ramas, frutos jóvenes, etc.) realizada por la abeja (*Apis mellífera)*. Luego de mezclar esas exudaciones con otros agentes como polen y enzimas se tiene lugar una modificación física y química, y el producto es transportado al interior de la colmena, para ser utilizado finalmente con diferentes funciones ***(Bedascarrasbure, E. 2006).***

La participación de la abeja hace que su composición experimente importantes modificaciones respecto a las resinas vegetales, pudiendo considerarse producto de origen mixto, vegetal y animal. La abeja, al secretar beta-glucosidasa durante la recolección y procesamiento del propóleos, hidroliza los heterósidos de flavonoides a agliconas, mejorando la acción farmacológica del producto y así produce cambios físico químicos en el mismo ***(Jean, P. 2005).***

**3.6.5. Jalea real**

La jalea real se puede definir como el alimento larval, secretado por ciertas glándulas de las abejas obreras y que, depositado en las celdas reales, nutre las larvas de reina durante su desarrollo. Se trata de una sustancia cremosa, de color blanco amarillento, de olor algo acre, y sabor levemente picante. Es bastante rica en vitaminas del grupo B y contiene cifras elevadas de azúcar, proteínas y determinados ácidos orgánicos. A pesar de su tenor elevado de humedad, es muy resistente a la acción de bacterias, hongos y levaduras. Pero su cualidad más notable, al servir de alimento a una larva en desarrollo, radica en su capacidad de producir las profundas transformaciones morfológicas y fisiológicas inherentes a la formación de una reina perfecta ***(Tautz, J. 2010).***

La jalea real es una pasta amarillenta ligeramente gelatinosa con un alto contenido de vitaminas, aminoácidos esenciales, proteínas, lípidos y carbohidratos, es el alimento originado por las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las obreras jóvenes con edad entre cinco y 14 días, con la adición de polen ***(Ravazzi, G. 2000).***

**3.6.6. Apitoxina**

Es el veneno producido por las abejas, corresponde a una mezcla compleja de enzimas, péptidos y aminoácidos. Se produce en las glándulas situadas en la parte posterior del último segmento abdominal de la abeja. Se obtiene colocando en el piso de la piquera una esponja cubierta por unos hilos desnudos de cobre por los que se hace circular una corriente eléctrica pequeña a intervalos, las abejas al entrar reciben la descarga y clavan el aguijón en la esponja pudiendo recuperarlo después; poco a poco van quedando en las esponjas las gotas de veneno que luego se recogen al estrujarlas. Las colonias sometidas a esta producción suelen aumentar la agresividad de forma notable, conviene tenerlo en cuenta e instalarlas lejos de las zonas habitadas para prevenir ataques ***(Araneda, D. 2011).***

El rendimiento medio obtenido es de 1 gramo de veneno anual por 20 colonias. El veneno de abeja tiene propiedades bactericidas, hemolíticas, anticoagulantes y tónicas. Es el mayor vasodilatador conocido, fluidifica la sangre al ser anticoagulante. Sus principales usos son terapéuticos (apiterapia), para el tratamiento de la artritis, esclerosis y reumatismo ***(Vit, P. 2005)***.

El veneno de las abejas, también conocido por el común de la gente como Apitoxina (del latín apis, abeja, y del griego toxikón) veneno secretado por las obreras de varias especies de abejas, que lo emplean como medio de defensa contra predadores y para el combate entre abejas. En las especies venenosas, el ovipositor de las obreras se ha modificado para transformarse en un aguijón barbado. Es producido por una glándula de secreción ácida y otra de secreción alcalina incluida en el interior del abdomen de la abeja obrera ***(Layens, G. 2008).***

Si bien para el común de la gente la apitoxina es sinónimo de veneno de abejas, esto no es tan así. La apitoxina es un derivado del veneno de las abejas. Cuando el veneno se procesa, se filtra, se le sacan las sustancias que provocan las reacciones alérgicas, se lo esteriliza, estamos cambiando la composición original del veneno. Entonces ese medicamento que se obtiene de esa esterilización del veneno es lo que nos da el producto que se llama apitoxina, pero no es todo el veneno.

En estado puro, la apitoxina es un líquido transparente, incoloro y ácido (Ph 4,5 a 5,5), una gota colocada sobre el papel de tornasol azul lo vuelve rojo inmediatamente, lo que indica una reacción ácida, con olor a miel acentuado y de sabor amargo, acre, con un peso específico de 1,1313. Es hidro y ácido soluble, pero insoluble en alcohol. Puede ser considerado como un veneno endotelial violento, además de un marcado estimulante de los músculos lisos.

Las enzimas del veneno de abejas son 30 veces más activas que las del veneno de serpiente, 500 veces más fuerte que cualquier otro antibiótico conocido. La apitoxina tiene una capacidad antiinflamatoria 100 veces superior a la de la cortisona y es aplicable a unas 500 enfermedades, entre ellas las que afectan a los huesos y al sistema respiratorio ***(Amicone, J. 2004).***

**CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO**

**4.1. MATERIALES**

**4.1.1. Ubicación de la investigación**

|  |  |
| --- | --- |
| **País** | Ecuador |
| **Provincia** | Tungurahua |
| **Cantón** | Ambato |
| **Parroquia** | Picahiua |
| **Sector** | Mollepamba |

**4.1.2. Situación geográfica y climática**

|  |  |
| --- | --- |
| **Altitud** | 2600 m.s.n.m. |
| **Latitud** | 1°16’06” S |
| **Longitud** | 78°34’41” W |
| **Humedad relativa promedio anual** | 60 % |
| **Precipitación promedio anual** | 600 mm/ año |
| **Temperatura máximo** | 18 º C |
| **Temperatura media** | 15 º C |
| **Temperatura mínima** | 12 º C |

***Fuente:*** *Estación Meteorológica Querochaca. 2017.*

**4.1.3. Zona de vida**

De acuerdo con la clasificación ecológica de las zonas de vida de Leslie Holdrìdge. El sitio experimental corresponde a la formación de Bosque Seco Montano Bajo (BSMB).

**4.1.4. Materiales y equipos**

**4.1.4.1. Material experimental**

* Abejas reinas.
* huevos.

**4.1.4.2. Material de campo**

* Bastidor biométrico.
* Balanza.
* Cepillo.
* Trinche desoperculador.
* Palanca.
* Tamiz.
* Extractor.
* Ahumador.
* Overol.
* Velo protector.
* Guantes.
* Botas.

**4.1.4.3. Instalación**

* Apiario.
* 12 Colmenas estándar Langstroth (46x37x23cm).

**4.1.4.4. Material de oficina**

* Papel boom A4.
* Cuaderno.
* Calculadora.
* Registros.
* Internet (computador, impresora, copiadora, pendrive).
* Libros, manuales y textos de referencia.
* Cámara fotográfica.
* Esferográficos.

**4.2. MÉTODOS**

**4.2.1. Factor en estudio**

Huevos ovopositados por abejas reinas.

**4.2.2. Tratamientos**

En la investigación se evaluaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, según el siguiente detalle.

* T1. Testigo.
* T2. Método tetramultiplo 4.
* T3. Método tetramultiplo 8.
* T4. Método tetramultiplo 16.

**4.2.3. Tipo de diseño**

Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

**4.2.4. Procedimiento**

|  |  |
| --- | --- |
| Localidad | 1 |
| Número de tratamientos | 4 |
| Número de repeticiones | 3 |
| Tamaño de la unidad experimental | 1 |
| Número total de unidades experimentales | 12 |

**4.2.5. Tipos de análisis**

Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fuente de variación.** | **Grados de libertad.** | **Cuadrado medio esperado.** |
| Total (t\* r) -1 | 11 |  |
| Tratamientos (t – 1) | 3 | f2e + 6Ө2 tratamiento |
| Bloques (repeticiones) r -1 | 2 | f2e + 4f2 de bloques |
| Error experimental (t-1) (r-1) | 6 | f2e |
|  |  |  |

**\***Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

* Prueba de Duncan al 0.05.
* Prueba de correlación y regresión lineal simple.

**4.2.6. Métodos evaluados y datos tomados**

* **Peso de la colmena (PC)**

Variable que fue registrada al inicio y cada quince días hasta los noventa días de la investigación; se verifico con la ayuda de la balanza y sus datos fueron expresados en kg.

* **Número de abejas por colmena (NAC)**

Datoque fue evaluado al inicio y cada quince días de la investigación, el cual consideró el valor de la diferencia del peso inicial y final de la colmena, y mediante regla de tres se obtuvo la población estimada de las abejas/colmena basada en el método de Farrar (1 kilogramo de abejas es igual a 10000 individuos).

* **Número de huevos (NH)**

El número de huevos fue registrado por conteo directo en cada marco o bastidor de la colmena con divisiones de múltiplos de cuatro al inicio y cada siete días de la investigación,

* **Índice de mortalidad (IM)**

Variable que se registró contando el número de abejas muertas en cada colmena de cada tratamiento y se estimó utilizando trampas Todd para abejas muertas, Parámetro que se lo evaluó cada quince días, las cuales fueron registradas y expresado en porcentaje,

* **Producción de miel (PM)**

Dato que fue registrado al inicio y cada treinta días de la investigación, y considera la cantidad estimada de miel/colmena obtenida en la producción, expresada en kg, para posteriormente extraer la miel de todos los bastidores cosechados de todas las colmenas y determinar el volumen total de miel; este valor se divide entre el número total de bastidores cosechados para obtener el peso promedio; el peso promedio se multiplico por el número de bastidores cosechados de cada colmena, para determinar el total de kilogramo de miel que produjo cada colmena.

**4.2.7. Procedimiento experimental**

**4.2.7.1. Preparación de las colmenas**

Se dispuso de12 colmenas conformadas por una reina/colmena y una población suficiente de abejas para la producción de miel, seleccionadas al azar con sus respectivos tratamientos y repeticiones, cada colmena constituyó una unidad experimental, se ubicaron tres colmenas en cuatro columnas a una distancia de 1.5 metros.

**4.2.7.2. Aplicación de tratamientos**

Se utilizaron 12 panales seleccionados y se evaluó la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena como se detalla a continuación: T1 testigo, T2 método tetramultiplo 4, T3 método tetramultiplo 8 y T4 método tetramultiplo 16, en el cual se registró el número de cada panal correspondiente a cada tratamiento.

**4.2.7.3. Diagnóstico relativo**

De cada panal en estudio se extrajo información relativa al peso de la colmena, número de abejas por colmena, numero de huevos, índice de mortalidad, y producción de miel; de las cuales se analizó la información para finalmente plantear las conclusiones y recomendaciones dirigidas a mejorar la reproducción y producción de la colmena.

**4.2.7.4. Tabulación de datos**

La información obtenida fue analizada, interpretada, editada y tabulada mediante el modelo estadístico analítico deductivo, y la aplicación del programa estadístico en planillas electrónicas del programa Excel ® 2007, elaborando gráficos, cuadros, rangos y porcentajes, y finalmente demostrar deducciones de inferencia de la productividad de la colmena según los objetivos o resultados hallados para interpretarlos, describir y poder así comprobar la hipótesis y llegar a conclusiones y recomendaciones.

**CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**5.1. PESO DE LA COLMENA (PC)**

**Cuadro N° 4.** Resultado prueba de Duncan variable.Peso de la colmena.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PESOS DE LA COLMENA (Kg)** | | | | | | |
| **VARIABLES** | **TRATAMIENTO**  **Método tetramultiplo – divisorio** | | | |  | |
| **PC INICIAL** | **T3** | **T4** | **T1** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 37.6 A | 36.7 A | 36.7 A | 36.5 A | 5.61 | 36.6 |
| **PC 15 DÍAS** | **T3** | **T2** | **T1** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 35.4 A | 34.9 A | 34.2 A | 33.3 A | 6.31 | 34.4 |
| **PC 30 DÍAS** | **T3** | **T2** | **T1** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 36.4 A | 35.9 A | 35.4 A | 34.9 A | 5.18 | 35.6 |
| **PC 45 DÍAS** | **T2** | **T3** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 34.2 A | 34.1 A | 33.1 A | 33.1 A | 5.70 | 33.6 |
| **PC 60 DÍAS** | **T3** | **T2** | **T1** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 35.6 A | 35.1 A | 34.6 A | 34.5 A | 4.42 | 34.9 |
| **PC 75 DÍAS** | **T2** | **T3** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 33.1 A | 32.9 A | 32.3 A | 31.8 A | 5.82 | 32.5 |
| **PC 90 DIAS** | **T3** | **T2** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 34.7 A | 34.1 A | 33.5 A | 33.5 A | 3.62 | 33.9 |

**5.1.1. Peso inicial**

**Gráfico N° 12.** Peso inicial.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio inicial de las colmenas fue de 36.6 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso inicial promedio lo obtuvo el T3 con 37.6 kg/colmena, coeficiente de variación 5.61%.

***Según Robalino, L. 2012.*** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, menciona en su investigación; Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real, en cuanto al peso inicial de la colmena fue de 43.9 kg/colmena.

En relación al resultado obtenido por Robalino, L. determina un peso inicial superior, se deduce que varios son los factores que influyeron como: época del año, peso de abejas adultas, crías, producción de miel, polen, propóleos y peso del material de la colmena.

**5.1.2. Peso 15 días**

**Gráfico N° 13.** Peso 15 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 15 días fue de 34.4 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T3 con 35.4 kg/colmena, coeficiente de variación 6.31%.

***Según Olivos, M. 2010****.* Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, menciona en su investigación; Evaluación de suplementos alimenticios para Apis *mellifera L*, adaptados a la Araucanía, en cuanto al peso de la colmena a los 15 días, fue de 20.1 kg/colmena.

En lo respectivo al valor alcanzado por el autor, determino un peso superior al obtenido por Olivos, M; el cual trascendió por elementos importantes, al utilizar el peso de cámara de cría y producción.

**5.1.3. Peso 30 días**

**Gráfico N° 14.** Peso 30 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 30 días fue de 35.6 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T3 con 36.4 kg/colmena, coeficiente de variación 5.18%.

***Según Burgos, A. 2012****.* Universidad Central del Ecuador, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, menciona en su investigación; Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en la dieta de Apis *mellifera*, en cuanto al peso de la colmena a los 30 días, obtuvo un peso promedio de 20.9 kg/colmena.

Al comparar los resultados obtenidos con Burgos, A. en cuanto al peso de la colmena a los 30 días, se observan diferencias de pesos superiores obtenidas por el autor, lo que determina que influenciaron en el incremento de peso debido a la cámara de cría y producción.

**5.1.4. Peso 45 días**

**Gráfico N° 15.** Peso 45 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 45 días fue de 33.6 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T2 con 34.2 kg/colmena, coeficiente de variación 5.70%.

***Según Borbor, J. 2015.*** Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, menciona en su investigación; Respuestas de las abejas (*Apis mellífera*) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olón, Provincia Santa Elena, en cuanto al mayor peso de la colmena a los 45 días, obtuvo un peso promedio de 20.3 kg/colmena.

En lo concerniente al peso promedio obtenido a los 45 días logrado por el autor; es superior a los registrados por Borbor, J. dichos datos difieren probablemente a que las abejas aceptaron positivamente este tratamiento, lo que determino en su estudio la concordancia entre la reproducción y producción de la colmena.

**5.1.5. Peso 60 días**

**Gráfico N° 16.** Peso 60 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 60 días fue de 34.9 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T3 con 35.6 kg/colmena, coeficiente de variación 4.42%.

***Según Martínez, Z. 2014.*** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, menciona en su investigación; Efecto del tratamiento térmico en formulaciones de alimento proteico y alimento tradicional para abejas productoras de jalea real, en cuanto al mayor peso de la colmena a los 60 días, logró un peso promedio de 50.1 kg/colmena.

Los resultados muestran que el peso de la colmena a los 60 días en la evaluación de la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena es inferior a los alcanzados por Martínez, Z, lo que influyo que el peso de la colmena estuvo relacionado en la nutrición proteica en abejas productoras de jalea real, con un balance poblacional positivo.

**5.1.6. Peso 75 días**

**Gráfico N° 17.** Peso 75 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 75 días fue de 32.5 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T2 con 33.1 kg/colmena, coeficiente de variación 5.82%.

***Según Nazareno, C. 2007.*** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, menciona en su investigación; Captura de enjambres de abejas en la zona de Santo Domingo y su efecto durante la adaptación y manejo en la producción de miel, en cuanto al peso de la colmena a los 75 días, consiguió un peso promedio de 25.39 kg/colmena.

Los resultados manifiestan que el peso de la colmena a los 75 días de la investigación estableció un valor superior obtenido por el autor, en relación a los alcanzado por Nazareno, C, que permite determinar efectos positivos en los procesos productivos y reproductivos.

**5.1.7. Peso 90 días**

**Gráfico N° 18.** Peso 90 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El peso promedio de las colmenas a los 90 días fue de 32.5 Kg/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor peso promedio lo obtuvo el T3 con 34.7 kg/colmena, coeficiente de variación 3.62%.

***Según Ganán, M. 2015.*** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, menciona en su investigación; Utilización de tres niveles de harina de soya en la alimentación artificial de Apis *melífera* (abeja) y su efecto en la producción de jalea real, en cuanto al peso a los 90 días, determino un peso promedio de 34.5 kg/colmena.

Los valores obtenidos en el proceso investigativo al peso de la colmena a los 90 días nos demuestran que preexiste una estrecha semejanza con los datos proporcionados por Ganán, M.; lo que determinó que ambas investigaciones manifestaron un adecuado manejo de las unidades experimentales.

**5.2. NÚMERO DE ABEJAS POR COLMENA (NAC)**

**Cuadro N° 5.** Resultado prueba de Duncan variable. Número de abejas por colmena.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NUMERO DE ABEJAS POR COLMENA (U)** | | | | | | |
| **VARIABLES** | **TRATAMIENTO**  **Método tetramultiplo – divisorio** | | | |  | |
| **NAC INICIAL** | **T4** | **T2** | **T3** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 40000 A | 39667 A | 39333 A | 38333 A | 5.86 | 39333 |
| **NAC 15 DIAS** | **T3** | **T2** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 37500 A | 37233 A | 37200 A | 36667 A | 4.43 | 37150 |
| **NAC 30 DIAS** | **T3** | **T4** | **T2** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 37300 A | 37100 A | 36633 A | 36406 A | 3.50 | 36858 |
| **NAC 45 DIAS** | **T2** | **T3** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 37333 A | 36400 A | 36377 A | 36367 A | 2.73 | 36369 |
| **NAC 60 DIAS** | **T4** | **T3** | **T2** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 35633 A | 35480 A | 35463 A | 35100 A | 3.45 | 35419 |
| **NAC 75 DIAS** | **T1** | **T3** | **T4** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 34013 A | 34013 A | 33820 A | 33767 A | 5.81 | 33903 |
| **NAC 90 DIAS** | **T4** | **T2** | **T3** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 32397 A | 32367 A | 32280 A | 32210 A | 5.59 | 32303 |

**5.2.1. Número de abejas por colmena inicial**

**Gráfico N° 19.** Número de abejas por colmena inicial.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmena inicial fue de 39333 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número de abejas en colmenas lo obtuvo el T4 con un promedio de 40000 abejas/colmena, coeficiente de variación 5.86%.

***Según Cepeda, A. 2012.*** Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Carrera Ingeniera Agropecuaria, menciona en su investigación; Reproducción de abejas (Apis *mellifera*) reinas utilizando cuatro tipos de traslarve, en cuanto al número de abejas por colmena al inicio de la investigación, obtuvo un promedio de 80000 abejas/colmena.

En consideración a las repuestas alcanzadas por Cepeda, A, en la producción de abejas reinas utilizando el método de traslarve, es importante considerar la provisión y concentración de jalea real en las copas, lo que determino el mejor porcentaje en cuanto al número de abejas por colmena.

**5.2.2. Número de abejas por colmena 15 días**

**Gráfico N° 20.** Número de abejas por colmena 15 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmenas a los 15 días fue de 37150 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T3 con 37500 abejas/colmena, coeficiente de variación 4.43%.

***Según Portillo, D. 2012.*** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, menciona en su investigación; Efecto del tratamiento térmico y suplemento proteico en la producción de jalea real, en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 15 días, alcanzó un promedio de 75833 abejas/colmena.

Al comparar los resultados con Portillo, D. los cuales son superiores nos permite determinar efectos positivos en los procesos productivos y reproductivos. demostrando un adecuado manejo de las unidades experimentales.

**5.2.3. Número de abejas por colmena 30 días**

**Gráfico N° 21.** Número de abejas por colmena 30 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**.

El número promedio de abejas por colmenas a los 30 días fue de 36858 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T3 con 37300 abejas/colmena, coeficiente de variación 3.50%.

***Según López, S. 2014.*** Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Zootecnia, menciona en su investigación; Efecto de la alimentación artificial en el crecimiento poblacional de abejas (Apis *melífera*) en la zona de Yurimaguas, en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 30 días, logró una media de 90003 abejas/colmena.

Los resultados muestran que el número aproximado de abejas por colmena a los 30 días es inferior a los alcanzados por López, Z, Se concluye que la alimentación artificial tuvo efecto en el crecimiento poblacional de abejas (Apis mellifera) sólo con el jarabe de azúcar.

**5.2.4. Número de abejas por colmena 45 días**

**Gráfico N° 22.** Número de abejas por colmena 45 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmenas a los 45 días fue de 36369 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T2 con 37333 abejas/colmena, coeficiente de variación 2.73%.

***Según Gris, G. 2004.*** Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, menciona en su investigación; Efecto del uso de dos reinas en la población, peso, producción de miel y rentabilidad de colonias de abejas (Apis *mellifera* L.) en el altiplano mexicano, en cuanto en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 45 días, estipulo un promedio de 3962 abejas/colmena.

En deferencia con los resultados determinados por el autor, son superiores a lo manifestados por Gris G. lo que permite determinar efectos positivos en los procesos reproductivos, manifestando un conveniente manejo de las unidades experimentales.

**5.2.5. Número de abejas por colmena 60 días**

**Gráfico N° 23.** Número de abejas por colmena 60 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmenas a los 60 días fue de 35419 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T4 con 35633 abejas/colmena, coeficiente de variación 3.45%.

***Según Cruz, W. 2013.*** Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, menciona en su investigación; Evaluación del método Doolittle simplificado en la multiplicación de reinas, en tres razas de abejas (Apis *mellifera*) en la localidad de Sapecho del municipio de Palos Blancos, en cuanto en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 60 días, obtuvo un cociente de 3000 abejas/colmena.

En lo referente al número de abejas estimado a los 60 días logrado por el autor; es superior a los registrados por Cruz, W. dichos datos difieren probablemente a que las abejas respondieron positivamente a este tratamiento, lo que determino en su estudio la concordancia en la población de la colmena.

**5.2.6. Número de abejas por colmena 75 días**

**Gráfico N° 24.** Número de abejas por colmena 75 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmenas a los 75 días fue de 33903 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T1 y T3 con 34013 abejas/colmena, coeficiente de variación 5.81%.

***Según Montero, A. 2011.*** Universidad Nacional Agraria La Molina, menciona en su investigación; Dietas artificiales en la crianza de la abeja melífera, Apis *mellifera*, en cuanto en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 75 días, consiguió un promedio de 3750 abejas/colmena.

Los datos reportados por Montero, A. asemejan a los manifestados por Avilez, J. y Araneda, X.; en ambos casos dichos estudios concluyen en que una dieta artificial que contenga polen, quinua, soya, y miel tiene un efecto positivo sobre el incremento poblacional; dichos datos al equiparlos con los de la presente investigación contrastan y permiten avizorar un factor de corrección en futuros ensayos.

**5.2.7. Número de abejas por colmena 90 días**

**Gráfico N° 25.** Número de abejas por colmena 90 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de abejas por colmenas a los 90 días fue de 32303 abejas/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de abejas en colmena lo obtuvo el T4 con 32397 abejas/colmena, coeficiente de variación 5.59%.

***Según Tejera, L. 2013.*** Instituto de Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay, menciona en su investigación; Población y recursos alimenticios en colonias de Apis *mellifera* L. en Uruguay, en cuanto al mayor número de abejas por colmena a los 90 días, obtuvo un promedio de 30000 abejas/colmena.

Los datos proporcionados por Tejera, L. son inferiores a los proporcionado por el autor; nos permite comparar el crecimiento poblacional de la colmena durante las diferentes estaciones del año; esta variación en la cantidad de individuos obedece a la estación climática, siendo menor el número de individuos durante la época invernal, en donde la población de zánganos se reduce considerablemente lo cual es un indicativo de que la reproducción se disminuye ostensiblemente.

**5.3. NÚMERO DE HUEVOS (NH)**

**Cuadro N° 6.** Resultado prueba de Duncan variable. Número de huevos/día/colmena.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **NÚMERO DE HUEVOS (U)** | | | | | | |
| **VARIABLES** | **TRATAMIENTO**  **Método tetramultiplo – divisorio** | | | |  | |
| **NH INICIAL** | **T3** | **T4** | **T1** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2612 A | 2598 A | 2581 A | 2555 A | 2.15 | 2586 |
| **NH 1 SEMANA** | **T3** | **T4** | **T1** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2549 A | 2547 A | 2527 A | 2526 A | 2.43 | 2537 |
| **NH 2 SEMANA** | **T4** | **T2** | **T1** | **T3** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2491 A | 2488 A | 2470 A | 2456 A | 3.20 | 2476 |
| **NH 3 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2441 A | 2440 A | 2403 A | 2403 A | 3.08 | 2422 |
| **NH 4 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2426 A | 2412 A | 2335 B | 2325 B | 3.34 | 2374 |
| **NH 5 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2372 A | 2339 A | 2327 A | 2242 B | 3.28 | 2320 |
| **NH 6 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2345 A | 2219 A | 2164 B | 2105 B | 6.77 | 2208 |
| **NH 7 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2263 A | 2066 AB | 2062 AB | 1911 B | 8.36 | 2075 |
| **NH 8 SEMANA** | **T3** | **T2** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2012 A | 1950 A | 1849 B | 1833 B | 7.90 | 1911 |
| **NH 9 SEMANA** | **T3** | **T2** | **T1** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 1973 A | 1877 AB | 1794 AB | 1779 B | 7.86 | 1855 |
| **NH 10 SEMANA** | **T2** | **T3** | **T1** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 1800 A | 1795 A | 1735 B | 1616 B | 7.61 | 1736 |
| **NH 11 SEMANA** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 1730 A | 1703 A | 1688 AB | 1565 B | 6.18 | 1671 |
| **NH 12 SEMANA** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 1629 A | 1610 A | 1598 A | 1544 B | 5.31 | 1595 |

**5.3.1. Número de huevos por colmena inicial**

**Gráfico N° 26.** Número de huevos por colmena inicial.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmena inicial fue de 2586 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número de huevos en colmenas lo obtuvo el T3 con un promedio de 2612 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 2.15%.

***Según Moyón, J. 2013.*** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, menciona en su investigación; Evaluación de tres alternativas para el control de Varroasis Varroa destructor, en tres apiarios de la provincia de Chimborazo, en cuanto al número de huevos por colmena al inicio de la investigación, obtuvo un promedio de 1359.5 huevos/día/colmena.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son superiores obtenidos por Moyón, J. difieren significativamente, de la misma manera el ritmo de postura de la reina está ligada en mayor proporción a varios factores, pero posiblemente se deba a la presencia del parasito Varroasis Varroa destructor en el caso de la investigación citada.

**5.3.2. Número de huevos por colmena primera semana**

**Gráfico N° 27.** Número de huevos por colmena primera semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la primera semana fue de 2537 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T3 con 2549 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 2.43%.

***Según Valverde, C. 2013.*** Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, menciona en su investigación; Introducción de reinas de alto valor genético (*Apis* *mellifera*) a través de tres métodos (caja transportadoras de reinas, embadurnadas en miel, espolvoreada en harina) para el mejoramiento genético en el sector el Laguacoto II, Provincia Bolívar, en cuanto al número de huevos por colmena en la primera semana contabilizó un promedio de 41.5 huevos/marco.

Asimismo, los resultados de la presente investigación superan a los registrados por Valverde, C. de la misma manera el ritmo de postura de la reina está ligada en mayor proporción a varios factores como presencia de floración a la edad de la reina, alimento, material de la colmena entre otro mas no al efecto de los tratamientos en sí, además cabe indicar que el ritmo de postura de las abejas está calculado en base a número de celdas de cría operculada.

**5.3.3. Número de huevos por colmena segunda semana**

**Gráfico N° 28.** Número de huevos por colmena segunda semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la segunda semana fue de 2476 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T4 con 2491 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 3.20%.

***Según Lozano, J. 2012.*** Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, menciona en su investigación; Comparativo de carga polínica y rendimiento de miel de abeja con tres tipos de alza melaria en colmenares del bajo mayo, San Martín, en cuanto al número de huevos por colmena a la segunda semana, determino una media de 1689.5 huevos/colmena.

Al comparar los resultados el nivel de postura reportados por Lozano, J. es inferior logrado por el autor, lo cual nos permite deducir que los valores del presente estudio experimental tuvieron un efecto positivo para aumentar la ovoposición de la reina y apoyar al crecimiento poblacional.

**5.3.4. Número de huevos por colmena tercera semana**

**Gráfico N° 29.** Número de huevos por colmena tercera semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la tercera semana fue de 2422 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 2441 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 3.08%.

***Según Castelo, M. 2003.*** Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biodiversidad y Biología experimental, menciona en su investigación; Contribución de las hembras en la localización del hospedador, selección de sitios de oviposición, en cuanto al número de huevos por colmena a la tercera semana, obtuvo un promedio de 729 huevos/colmena.

Al comparar los datos reportados por Castelo, M. con los resultados del presente estudio podemos concluir que la cantidad de néctar y polen en la colmena determina el nivel de oviposición de la reina de acuerdo a la localidad y las condiciones.

**5.3.5. Número de huevos por colmena cuarta semana**

**Gráfico N° 30.** Número de huevos por colmena cuarta semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la cuarta semana fue de 2374 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 2426 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 3.34%.

***Según Gómez, G. 2006.*** Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias, menciona en su investigación; Producción de colonias en abejas africanizadas (Apis *mellifera* L.) mediante métodos de división de núcleos en un colmenar del distritito Pinto Recodo Lamas, en cuanto al número de huevos por colmena a la cuarta semana, obtuvo con un promedio de 2020.00 huevos/colmena.

En consideración a los datos alcanzadas por Gomez, G, son inferiores a los proporcionados por el autor, nos permitieron tener un claro resultado del tratamiento que brinda dar una como recomendación los métodos más apropiados para aumentar la ovoposición de la reina y apoyar al crecimiento poblacional e incrementar el número de colmenas.

**5.3.6. Número de huevos por colmena quinta semana**

**Gráfico N° 31.** Número de huevos por colmena quinta semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la quinta semana fue de 2320 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 2372 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 3.28%.

***Según Guzmán, S. 2001.*** Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, menciona en su investigación; Uso de fibra vegetal y cemento en la construcción de colmena, en cuanto al número de huevos por colmena a la quinta semana, con un cociente de 1902 huevos/colmena

Los resultados manifiestan que el número de huevos de la colmena en la quinta semana de la investigación estableció un valor superior obtenido por el autor, en relación a los alcanzado por Guzmán, S, que permite determinar efectos positivos con alta viabilidad para el vuelo nupcial y la fecundación, con buena postura revelando un conveniente manejo de las unidades experimentales.

**5.3.7. Número de huevos por colmena sexta semana**

**Gráfico N° 32.** Número de huevos por colmena sexta semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la sexta semana fue de 2208 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 2345 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 6.77%.

***Según Sánchez, M. 2001.*** Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de

Agronomía y Veterinaria, menciona en su investigación; Producción de miel de *Apis* *mellifera* L. con diferentes modelos de cámaras de cría (Langstroth, Jumbo, Ataud, Americana) en dos ciclos, en cuanto al número de huevos por colmena a la sexta semana, obtuvo un promedio de 2600 huevos/colmena/día.

Los datos reportados por Sánchez M. son inferiores a los manifestados por el autor; concluyen que la postura de la reina de acuerdo a los resultados obtenidos los tratamientos cámara de cría Jumbo y cámara de cría Americana, presentaron el mejor valor, debido a que la reina tendió a ovopositar mayor cantidad de huevecillos. Los rendimientos de producción de miel de abejas por colmena difieren según el ecosistema y el clima donde esté ubicada,

**5.3.8. Número de huevos por colmena séptima semana**

**Gráfico N° 33.** Número de huevos por colmena séptima semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la séptima semana fue de 2075 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 2263 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 8.36%.

***Según Vargas, F. 2013.*** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Escuela de Medicina Veterinaria, mencionan en su investigación; Alternativas de alimentación proteica en *Apis* *mellifera* y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del apiario de enseñanza, en cuanto al número de huevos por colmena a la séptima semana, alcanzo una media de 1450 huevos/colmena/día utilizando alimentación artificial en base a harinas de maní y ajonjolí.

En deferencia con los resultados determinados por el autor, son superiores a lo manifestados por Vargas, F. que no es muy conveniente la suplementación (harinas de maní, ajonjolí) de las colonias de abejas Apis mellifera con cualquiera de las fórmulas utilizadas, ya que no se pudo ver un aumento en la ovoposición para obtener un mejor desarrollo de la colonia.

**5.3.9. Número de huevos por colmena octava semana**

**Gráfico N° 34.** Número de huevos por colmena octava semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la octava semana fue de 1911 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T3 con 2012 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 7.90%.

***Según Avilez, J. 2007.*** Universidad Católica de Temuco – Tarapoto, Facultad de Recursos Naturales, menciona en su investigación; Estimulación de la puesta en abejas (Apis *mellifera* L.), en cuanto al número de huevos por colmena a la octava semana, adquirió un promedio de 1394 huevos/colmena.

En consideración a las repuestas alcanzadas por Avilez, J, en la estimulación de la puesta en abejas, es importante considerar que la cantidad de néctar y polen determina el nivel de ovoposición de la reina, sin embargo, estos trabajos no reportan la calidad ni la cantidad de la dieta utilizada, ni las condiciones ambientales de los ensayos

**5.3.10. Número de huevos por colmena novena semana**

**Gráfico N° 35.** Número de huevos por colmena novena semana.

**ANALISIS E INTERPRETACION**

El número promedio de huevos por colmenas a la novena semana fue de 1855 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T3 con 1973 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 7.86%.

***Según Luna, P. 2012.*** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Escuela de Medicina Veterinaria, menciona en su investigación; Alternativas de alimentación proteica en Apis mellifera y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del invernadero, en cuanto al número de huevos por colmena a la novena semana, obtuvo un promedio de 80% huevos/colmena.

Los resultados manifiestan que el número de huevos de la colmena en la novena semana de la investigación estableció un valor superior obtenido por el autor, en relación a los alcanzado por Luna, P, que permite determinar que el empleo de las dietas proteicas combinadas con dietas energéticas no produjo incremento, en el aumento poblacional de los núcleos alimentados con estas dietas.

**5.3.11. Número de huevos por colmena décima semana**

**Gráfico N° 36.** Número de huevos por colmena décima semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la décima semana fue de 1736 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 1800 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 7.61%.

***Según Oré, J y Sotelo A. 2016.*** Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, menciona en su investigación; Comparativo de tres tipos de colmenas en la crianza de abejas reina *Apis* *mellifera*, en cuanto al número de huevos ovopositados por colmena a la décima semana post traslarve, obtuvo un promedio de 1375 huevos/colmena/día.

El ensayo realizado por Oré, J. muestran la efectividad del método de traslarve Doolittle y la adaptación que presentaron las abejas reinas en 12 colmenas estudiadas, dichos valores manifestados son inferiores a los hallados en este estudio.

**5.3.12. Número de huevos por colmena onceava semana**

**Gráfico N° 37.** Número de huevos por colmena onceava semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la onceava semana fue de 1671 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T2 con 1730 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 6.18%.

***Según Reyes, F. 2012.*** Universidad Nacional de Loja, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, menciona en su investigación; Evaluación de la cría de abejas reinas (Apis *mellifera* criolla) fecundadas mediante inseminación artificial, en cuanto al número de huevos por colmena a la onceava semana, obtuvo un promedio de 1500 huevos/colmena.

La evaluación de la inseminación artificial en abejas planteada por Reyes, evidencia que la uniformidad en la postura que presentaron los dos tratamientos; se debe, a que en los dos casos las reinas fueron jóvenes (recién fecundadas), no se presentaron enfermedades y la población incrementaba paulatinamente debido a la presencia de floración, cuyos valores de ovoposición diaria son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

**5.3.13. Número de huevos por colmena doceava semana**

**Gráfico N° 38.** Número de huevos por colmena doceava semana.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El número promedio de huevos por colmenas a la doceava semana fue de 1595 huevos/día/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), el mayor número promedio de huevos en colmena lo obtuvo el T1 con 1629 huevos/día/colmena, coeficiente de variación 5.31%.

***Según Chávez, C. 2015.*** Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, menciona en su investigación; Adaptación de enjambres nativos de abejas (Apis *mellifera*) con cuatro dietas de alimentación en el cantón Quininde, en cuanto al número de huevos por colmena a la doceava semana logro un promedio de 1911 huevos/colmena/día.

Manifiesta Chávez, C. que las colmenas que recibieron alimentación complementaria artificial tuvieron respuesta positiva en las variables productivas y reproductivas, siendo el promedio de ovoposición mayor a los encontrados en este estudio.

**5.4. INDICE DE MORTALIDAD (IM)**

**Cuadro N° 7.** Resultado prueba de Duncan variable. Índice de mortalidad.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ÍNDICE DE MORTALIDAD (%)** | | | | | | |
| **VARIABLES** | **TRATAMIENTO**  **Método tetramultiplo – divisorio** | | | |  | |
| **IM 15 DIAS** | **T4** | **T2** | **T3** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 6.8 A | 6.2 A | 4.6 A | 4.2 A | 41.82 | 5.5 |
| **IM 30 DIAS** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 1.8 A | 0.7 A | 0.5 A | 0.2 A | 151.49 | 0.8 |
| **IM 45 DIAS** | **T3** | **T4** | **T1** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2.3 A | 1.9 A | 1.8 A | 0.8 A | 86.57 | 1.7 |
| **IM 60 DIAS** | **T4** | **T3** | **T2** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 3.5 A | 2.5 A | 2.3 A | 2 A | 54.85 | 2.6 |
| **IM 75 DIAS** | **T2** | **T1** | **T3** | **T4** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 4.7 A | 4.5 A | 4 A | 3.6 A | 44.50 | 4.2 |
| **IM 90 DIAS** | **T3** | **T2** | **T4** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 5.1 A | 4.9 A | 4.2 A | 3.4 A | 48.96 | 4.4 |

**5.4.1. Mortalidad 15 días**

**Gráfico N° 39.** Mortalidad 15 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El índice promedio de mortalidad a los 15 días fue de 5.5% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T4 con un porcentaje promedio de 6.8% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 41.82%.

***Según Hueso, E. 2000.*** Universidad de Colima; Postgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias; menciona en su investigación; Determinación de la concentración de vapores de ácido fórmico y su efectividad acaricida sobre *Varroa* *jacobsoni* Oudemans en colmenas de *Apis* *mellifera*; en cuanto a la mortalidad de abejas adultas a los 15 días fue del 0% mortalidad/colmena.

En lo concerniente a la mortalidad promedio a los 45 días logrado por el autor; es superior a los registrados por Hueso, E. dichos datos difieren probablemente por factores climáticos, stress, manejo y bioseguridad que pudieron estar relacionado con la mortalidad

**5.4.2. Mortalidad 30 días**

**Gráfico N° 40.** Mortalidad 30 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**.

El índice promedio de mortalidad a los 30 días fue de 0.8% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T2 con un porcentaje promedio de 1.8% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 151.49%.

***Según Alvear, V. 2014.*** Universidad Central del Ecuador; Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia; menciona en su investigación; Evaluación de dos sistemas de producción de polen (trampa base y trampa piquera), en el apiario del centro experimental Uyumbicho; en cuanto a la mortalidad a los 30 días fue del 0.1% mortalidad/colmena.

Los resultados proporcionados por Alvear, V. nos permite comparar el índice de mortalidad que son inferiores a los proporcionado por el autor; y que el sistema trampa piquera no existieron abejas muertas, mientras que en el sistema de trampa base se obtuvo un promedio de 146 abejas muertas por colmena

**5.4.3. Mortalidad 45 días**

**Gráfico N° 41.** Mortalidad 45 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El índice promedio de mortalidad a los 45 días fue de 1.7% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T3 con un porcentaje promedio de 2.3% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 86.57%.

***Según Cepero, A. 2016.*** Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria; menciona en su investigación; Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios, en cuanto a la mortalidad a los 45 días, obtuvo un promedio del 10% mortalidad/colmena.

Los resultados muestran que el índice de mortalidad a los 45 días es inferior a los alcanzados por Cepero, A, determino que el agente patógeno más prevalente en este estudio ha sido Nosema ceranae, lo que le convierte en el mayor riesgo sanitario; la baja prevalencia de plaguicidas detectados y el bajo porcentaje de parasitación por Varroa destructor de las muestras analizadas, sugieren que estos agentes nosógenos son los principales responsables de la mortalidad de colonias de abejas.

**5.4.4. Mortalidad 60 días**

**Gráfico N° 42.** Mortalidad 60 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El índice promedio de mortalidad a los 60 días fue de 2.6% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T4 con un porcentaje promedio de 3.5% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 54.85%.

***Según Cerda, P. 2003.*** Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Veterinaria de Ciencias Forestales, menciona en su investigación; Mecanismos de *resistencia natural al ácaro Varroa jacobsoni y su diferencia en cuatro líneas* genéticas de abejas, en cuanto a la mortalidad a los 60 días, determinó una media del 6.2% mortalidad/colmena.

Los datos registrados por Cerda, P. permiten observar el comportamiento que tienen las diferentes estirpes de *Apis mellifera* frente a la varroasis, logrando establecer que el tipo africanizado es mucho más resistente que el tipo europeo, esto puede deberse al acicalamiento que tienen mayormente desarrollado en tipo africanizado; los datos reportados por dicho autor en cuanto a la variable mortalidad son superiores a los encontrados en el presente estudio en un mismo periodo.

**5.4.5. Mortalidad 75 días**

**Gráfico N° 43.** Mortalidad 75 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El índice promedio de mortalidad a los 75 días fue de 4.2% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T2 con un porcentaje promedio de 4.7% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 44.50%.

***Según Ulo, D. 2007.*** Universidad Católica Boliviana San Pablo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, menciona en su investigación; Producción de abejas reina (Apis *mellifera*) utilizando cámara de cría doble horizontal en la Provincia Caranavi del Departamento de La Paz, en cuanto a la mortalidad a los 75 días, obtuvo una media del 4.0% mortalidad/colmena.

Al estudiar diferentes formas de producción de reinas a escala comercial Ulo, D.observo que los mejores resultados se produjeron al orfanizar una colmena y seleccionar una larva de 3 días para convertirla en reina; de esta manera logro obtener resultados favorables en cuanto al mejoramiento de la productividad de las colmenas analizadas; habiéndose producido una mortalidad relativamente similar a las registradas en este estudio de campo.

**5.4.6. Mortalidad 90 días**

**Gráfico N° 44.** Mortalidad 90 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

El índice promedio de mortalidad a los 90 días fue de 4.4% mortalidad/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor mortalidad lo obtuvo el T3 con un porcentaje promedio de 5.1% mortalidad/colmena, coeficiente de variación 48.96%.

***Según Díaz, M. 2015.*** Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, menciona en su investigación; Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en dos especies de abejas: Apis *mellifera* y Tetragonisca *angustula* (Hymenoptera: Apidae), obtuvo un promedio del 100% mortalidad/colmena en un periodo de estudio de 10 días.

El estudio planteado por Díaz, M. resulta interesante de analizar, puesto que somete a estudio un grupo de plaguicidas de uso frecuente en la agricultura (Clorhotalonil, Imidacloprid, Glifosato, Oxifluorofeno, Spinosyn, Metalaxyl) y su efecto sobre las abejas miliponas y melliferas; concluyendo que todos estos plaguicidas de uso común son potencialmente mortales al entrar en contacto con ambas especies de insectos polinizadores.

**5.5. PRODUCCIÓN DE MIEL (PM)**

**Cuadro N° 8.** Resultado prueba de Duncan variable. Producción de miel

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PRODUCCION DE MIEL (Kg)** | | | | | | |
| **VARIABLES** | **TRATAMIENTO**  **Método tetramultiplo – divisorio** | | | |  | |
| **PM INICIAL** | **T4** | **T2** | **T3** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 10 A | 10 A | 9.7 A | 9 A | 6.1 | 9.7 |
| **PM 30 DIAS** | **T4** | **T1** | **T3** | **T2** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 3.2 A | 3.2 A | 2.8 A | 2.7 A | 11.3 | 3 |
| **PM 60 DIAS** | **T4** | **T1** | **T2** | **T3** | **CV%** | **X̅** |
| **NS** | 2.5 A | 2.2 A | 2.1 A | 2 A | 11.6 | 2.2 |
| **PM 90 DIAS** | **T4** | **T3** | **T1** | **T1** | **CV%** | **X̅** |
| **\*\*** | 2 A | 1.7 B | 1.6 B | 1.5 B | 7.1 | 1.7 |

**5.5.1. Producción de miel inicial**

**Gráfico N° 45.** Producción de miel inicial.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

La producción promedio de miel inicial fue de 9.7 Kg/miel /colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor producción de miel lo adquirió el T4 y T2 con un peso promedio de 10 kg/miel/colmena, coeficiente de variación 6.1%.

***Según Esteban, E. 2008.*** Universidad de San Carlos de Guatemala; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; menciona en su investigación; Evaluación del efecto en población y producción de miel al suplementar dos multivitamínicos en abejas (*Apis* *mellifera*) explotadas con manejo convencional, en el municipio de Malacatán, departamento de San Marcos; en cuanto a la producción de miel al inicio de la investigación, obtuvo un peso promedio de 25.70 kg/miel/colmena.

El efecto de someter a las colmenas bajo un régimen de alimentación artificial más multivitamínicos propuesto por Esteban, E.ocasionó un efecto positivo sobre la producción de miel al comparar con el grupo testigo (jarabe glucosado), dicho autor concluye en que el uso de multivitamínicos en apicultura es benéfico para incrementar la producción este pudo ser un factor determinante al momento de establecer una diferencia numérica significativa entre los datos iniciales.

**5.5.2. Producción de miel 30 días**

**Gráfico N° 46.** Producción de miel 30 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

La producción promedio de miel a los 30 días fue de 3 Kg/miel/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor producción de miel lo adquirió el T1 y T4 con una producción promedio de 3.2 kg/miel/colmena, coeficiente de variación 11.3%.

***Según Simbaña, H. 2015.*** Universidad Politécnica Salesiana; Carrera Ingeniería Agropecuaria; menciona en su investigación; Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (Apis *mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo 2012; en cuanto a la producción de miel a los 30 días fue 4.9 kg miel/colmena.

Al evaluar los métodos dobles traslarve Doolittle, y Miller, para producción de reinas Simbaña, H. 2015, estableció la mayor producción de miel en un periodo de 30 días post nacimiento; estos resultados son ligeramente superiores a los encontrados en la investigación.

**5.5.3. Producción de miel 60 días**

**Gráfico N° 47.** Producción de miel 60 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

La producción promedio de miel a los 60 días fue de 2.2 Kg/miel/colmena, distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor producción de miel lo adquirió el T4 con una producción promedio de 2.5 kg/miel/colmena, coeficiente de variación 11.6%.

***Según Lojan, D. 2014.*** Universidad Nacional de Loja; Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables; Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia; menciona en su investigación; Producción de miel de abeja (*Apis mellifera*), utilizando dos reinas por colmena en el sector Zamora Huayco del cantón Loja; en cuanto a la producción de miel a los 60 días, fue de 17.30 kg miel/colmena.

El uso de dos abejas reinas por colmenas planteado por Lojan, D.aplico un incremento significativo en la producción de miel al término de 60 días de investigación; dichos resultados registrados por el autor son superiores a los encontrados en el presente estudio de campo el mismo que puede obedecer a la variable dependiente propuesta por el autor.

**5.5.4. Producción de miel 90 días**

**Gráfico N° 48.** Producción de miel 90 días.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

La producción promedio de miel a los 90 días fue de 1.7 Kg/miel/colmena, distribuidos al azar, en la cual se observan diferencias entre los tratamientos (P>0,05), la mayor producción de miel lo adquirió el T4 con una producción promedio de 2 kg/miel/colmena, coeficiente de variación 7.1%.

***Según Córdova, V. 2017.*** Universidad Técnica de Ambato; Facultad de Ciencias Agropecuarias; Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia; menciona en su investigación; Evaluación de fuentes proteicas en la alimentación de las abejas (Apis *mellifera*); en cuanto a la producción de miel a los 90 días, fue de 1.03 kg miel/colmena.

El uso de harinas de soya y arveja como fuente proteica en abejas (*Apis mellifera*) produjo un incremento en la población; pero, en lo que respecta a la producción de miel, esta disminuyo frente al tratamiento testigo; los resultados reportados por Córdova, V. son inferiores a los descritos en presente estudio.

**5.6. CORRELACION Y REGRESION.**

**Cuadro N° 9.** Análisis de Correlación y Regresión lineal.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variables Independientes (Xs)**  **Componente producción miel 90 días (Y)g** | **Coeficiente de Correlación ®** | **Coeficiente de**  **Regresión (b)** | **Coeficiente Determinación (R²) %** |
| Peso de la colmena (PC) | 0,67 \*\* | 0,21 \*\* | 44.89 |
| Número de abejas por colmena (NA) | 0,74 \*\* | 0,45 \*\* | 54.76 |
| Número de huevos (NH) | 0,35 \* | 0,17 \* | 12.25 |
| Índice de mortalidad (IM) | 0,84 \*\* | 0,28 \* | 70.56 |

**5.6.1. Correlación (r).**

En esta investigación determinó correlaciones positivas significativas a las variables independientes para evaluar la ovoposición en abejas reinas mediante el método tetramultiplo – divisorio y su influencia en la productividad de la colmena en relación a peso de la colmena (PC), número de abejas por colmena (NAC), número de huevos (NH) e índice de mortalidad (IM) que se halla relacionado negativamente.

**5.6.2. Regresión (b).**

La evaluación de la ovoposición, depende en diferente grado de las variables independientes (Xs), las mismas que contribuyeron en menor grado en la productividad de la colmena. Las variables que contribuyeron a la evaluación de la ovoposición mediante el método tetramultiplo - divisorio fueron: peso de la colmena, número de abejas por colmena, número de huevos e índice de mortalidad.

Por lo tanto, la evaluación de la ovoposición no depende en mayor grado al número de huevos por colmena, es por eso que muestra una regresión lineal no significativa.

**5.6.3. Coeficiente de determinación (R²).**

Al finalizar la investigación en la evaluación de la ovoposición mediante el método tetramultiplo - divisorio, no tuvo un mejor ajuste de datos en cuanto a la relación de sus variables independientes (Xs) por no encontrarse en el rango de referencia, las mismas que no contribuyeron a la productividad de la colmena.

**CAPÍTULO VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación se acepta la propuesta de la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alterna (H1)ya que la mayor cantidad de variables evaluadas fueron no significativas.

**CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**7.1. CONCLUSIONES.**

De acuerdo a los resultados y análisis estadísticos obtenidos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

* El mejor procedimiento en la evaluación en la ovoposición en abejas reinas, mediante el método tetramultiplo – divisorio fue el T4 (Método tetramultiplo 16).
* El mayor peso de la colmena lo registro el T3 con un promedio de 35.2 kg/colmena.
* El mayor número de abejas, se determinó en el T3 con un cociente de 36040 abejas/colmena.
* El mayor número de huevos se evidenció en el T2 con una media de 2182 huevos/colmena.
* El alto índice de mortalidad se comprobó en el T2 con un promedio de 3.4 % mortalidad/colmena.
* La mayor producción de miel lo obtuvo el T4 con un peso promedio de 4.4 kg de miel/colmena
* Las variables independientes que contribuyeron al incremento de la producción de miel fueron: peso de la colmena (PC), número de abejas por colmena (NAC) y número de huevos (NH).
* Los resultados de esta investigación nos permiten inferir que los componentes más importantes en la evaluación de ovoposición mediante el método tetramultiplo-divisorio fueron: calidad genética de la reina, manejo estresante de la colonia y cambios ambientales que influenciaron en la reproducción y producción de la colmena.

**7.2. RECOMENDACIONES.**

Como resultado de esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones:

* Aplicar el método tetramultiplo – divisorio T4 (Método tetramultiplo 16); y tomar como referencia no menos de cuatro cuadrantes escogidos al azar, y emplearlo a todos los bastidores de la cámara de cría; ya que constituyo una alternativa rápida y aproximada en el conteo de huevos en la colmena.
* Aplicar un plan de procedimientos de manejo específicos en el comportamiento etológico de la ovoposición de la reina en base a la edad y genética.
* Ampliar el periodo de revisión de las colmenas a por lo menos cada dos semanas, a fin de evitar disminución de la productividad por estrés del colmenar

* Que la información que proporciona esta investigación sustente el desarrollo de la producción apícola

|  |
| --- |
|  |

**BIBLIOGRAFÍA**

1. **ABEJAS. T. 2015.** (Recopilado el 13 de 05 de 2015). Todo sobre Abejas. Obtenido de <http://todosobreabejas.blogspot.com/>.
2. **ADANERO. F. 2000.** Curso para Diplomado en Sanidad Animal, Ed. SORIA.
3. **AMICONE. J. 2004.** César: Veneno de abejas Apitoxina tratamiento del dolor. Ediciones del rectorado. Universidad nacional de Tucumán.
4. **APÍCOLA DEL BIO BIO. 2014.** El zángano, un miembro olvidado de la apicultura. [En línea]. Chile.<http://www.abejasdelbiobio.cl/page.aspx?q=35> [Consulta: 03 Febrero 2014].
5. **APIEXPA 2000.** Exportadora de productos apícolas.

<http:/www.cepri.cl/apiexpa> (22 de julio 2000).

1. **ARANEDA D. 2011.** Evaluación de dos frecuencias de colecta de apitoxina extraída de colmenas de Apis mellifera L. durante la época estival en la Región de La Araucanía. Idesia (Arica), 29(2), PP. 145-150. Disponible en:

<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718>

34292011000200019&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718 34292011000200019.

1. **AVILEZ, J.; ARANEDA, X. (2007).** Estimulación de la puesta en abejas (Apis mellifera). Universidad de Córdoba. Córdoba – España.
2. **BARRERA. A. 2004.** Manual de cría de Abejas reinas. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africanizada. México. P.P. 5-6-8.
3. **BEDASCARRASBURE. E. 2006.** Caracterización y normalización de propóleos argentinos. Revisión y actualización de composición y propiedades. Ed. Magna.
4. **CABRERA. J. 2007.** Perspectivas de La Apiterapia del Ecuador. Primer Simposio Internacional de Apicultura, Universidad Central del Ecuador.
5. **CORNEJO, L. 1993.** Apicultura práctica en América Latina. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Roma, Italia. PP.167.
6. **CRUZ, W. 2013.** Evaluación del método Doolitle simplificado en la multiplicación de reinas, en tres razas de abejas (Apis mellifera) en la localidad de Sapecho, municipio de Palos Blancos. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.
7. **ECHAZARRETA. C. 2007.** Algunas características de las abejas reinas africanizadas (Apis mellifera) en Yucatán. Memorias XI Seminario americano de Apicultura. Acapulco, Guerrero, México. PP. 35-37.
8. **ESPAÑOLA. R. 2015.** (Recopilado el 22 de 05 de 2015). Diccionario de la lengua Española. Obtenido de <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
9. **ISPROTAB. 2005.** Instituto del Trópico Húmedo de Tabasco Manual de apicultura básica. Gobierno del estado de Tabasco. PP. 85.
10. **JEAN. P. 2005.** Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. 3° ed. Madrid, Barcelona, México. MundiPrensa. PP. 741.
11. **LAYENS. G. 2008.** Curso Completo de Apicultura. 2008.
12. **LESSER. R. 2001.** Manual de apicultura moderna. 3a ed. Santiago, Chile. Universitaria. PP. 213.
13. **LÓPEZ, S. (2014).** Efecto de la alimentación artificial en el crecimiento poblacional de las abejas (Apis mellifera) en la zona Yumiragua. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Perú.
14. **LLORENTE. J. 2012.** Multiplicación de las colonias de abejas. Consultado en julio del 2012. Disponible en: [http://academic.uprm.edu/dpesante/4016/03-anatomia.PDF. P.P. 2-3](http://academic.uprm.edu/dpesante/4016/03-anatomia.PDF.%20P.P.%202-3).
15. **MANTILLA. C. 2006.** Castas y ciclos de vida de la abeja. (On line).<http://virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/b4040/lecciones/cap01/1-.html> (25 feb. 2006).
16. **MEDINA. L. 2003.** Enfermedades de las abejas. Mérida, Yucatán: Fomento a la Producción Editorial de la Universidad Autónoma de Yucatán.
17. **MEDINA. L. 2004.** Características fenotípicas relacionadas con la capacidad reproductiva de las reinas africanizadas (Apis mellifica L.). Memorias del VII Seminario Americano de Apicultura, Villahermosa, Tabasco. México. PP. 88-90.
18. **MENDIZABAL. F. 2005.** Abejas, Buenos Aires, argentina: ALBATROS.
19. **MONTALDO, P. 2008.** Flora apícola, El caso de Valdivia. In: Seeman, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la Producción Apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. PP. 106 – 123.
20. **MONTENEGRO. S. 2000.** Caracterización de mieles del parque chaqueño: determinación de hidroximetilfurfural, plomo y antibióticos. <http://www.beekeeping .com /index\_sp.htm> (17. oct. 2001).
21. **MONTERO, A.; MARTOS, A.; CHURA, J. 2011.** Dietas artificiales en la crianza de la abeja (Apis mellifera). Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Lima - Perú.
22. **MORAN. A. 2007.** Diagnóstico tecnológico: Sistemas de aseguramiento de calidad para pymes apícolas, para las regiones de Los Ríos y Los Lagos [En línea] Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. Agro sur vol 35(1) 68 < http://mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v35n1/art03.pdf> [Consulta: 07 noviembre 2013].
23. **MORENO. E. 2015.** Manual Control de Enfermedades Apícolas (Descripción, Diagnóstico y Tratamiento); disponible en:

<URL:http://www.bionica.info/biblioteca/Moreno208EnfermedadesApicola.pdf>

[Consulta 14 de diciembre de 2015].

1. **NEIRA. M. 2008.** Situación apícola nacional. In: Seemann, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. PP. 124 – 144
2. **PESANTE. D. 2012.** Producción de Abejas Reinas. Interés profesional en las interacciones funcionales entre medio ambiente/apicultor/colonia de abejas melíferas y su implementación a través de prácticas de manejo sostenibles en la producción de miel y polinización. Catedrático Apicultura Universidad de Puerto Rico. [dannyg@choicecable.net](mailto:dannyg@choicecable.net).
3. **PICCIRILLO. G. 2000.** Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela1. Rev. Fac. Agron. (LUZ). PP. 486-497.

<http://redpavfpolar.info.ve/fagroluz/v15\_5/v155z010.html>. (22. Julio 2000).

1. **PORTILLO, G.; DANNY, A.; VALLADARES, B.; ESPINAL, R. (2012).** Efecto del tratamiento térmico y suplemento proteico en la producción de jalea real. Ed. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Honduras.
2. **QUERA. A. 2004.** Las abejas y la apicultura, Universidad de Oviedo. http://www.fapas.es/proyectos/documentos/abejas\_y\_apicultura.pdf
3. **RAMIREZ. J. 2006.** Producción de abejas reinas fecundadas, en regiones africanizadas. III Congreso Centroamericano de Integración y Actualización Apícola. 25 y 26 de Mayo, 2006. Cartago, Costa Rica. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. \*e-mail: [jramirez@una.ac.c](mailto:jramirez@una.ac.c).
4. **RAMIREZ. M. 2000.** Efecto del tratamiento térmico temporal de la miel sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento. Apiacta 35 (4), PP. 162 – 170
5. **RAMÍREZ. M. 2011.** Apicultura: Crianza y manejo de especien menores. Ecuador.[www.ecured.cu/index.php/Abeja](http://www.ecured.cu/index.php/Abeja).
6. **RAVAZZI. G. 2000.** Curso de Apicultura. De Vecchi. Barcelona. PP. 126.

1. **RUTTNER. H. 2003.** Reliable rearing methods. In: Ruttner, F. (ed) Queen rearing: Biological basis and technical instruction. Bucharest, Apimondia Publishing House. PP. 179-233.
2. **SALAMANCA. G. 2002.** Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de Apis mellifera en algunas zonas apícolas de los Departamentos de Bocayá y Tolima.

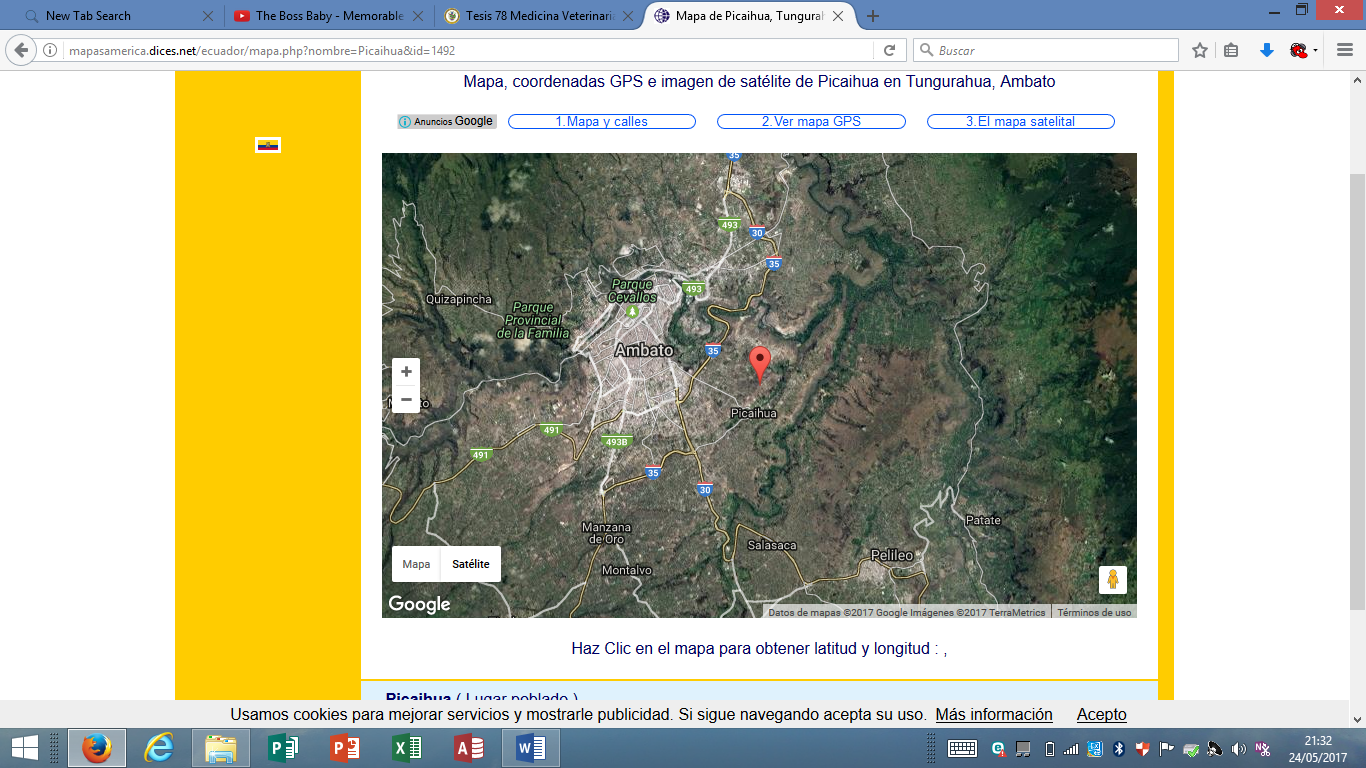
<http://www.apicultura.com/articulos/salamanca/estudio\_comparativo.htm> (7. agos. 2002).

1. **SAMMATARO. A. 2005.** El manual del apicultor. Buenos Aires, Argentina.
2. **SÁNCHEZ, C. 2003.** Crianza y producción de abejas. Edit. RIPALME. Lima –Perú.
3. **SILVA. E. 2004.** Influencia do manejo e de fatores ambientais na fecundaçao natural de rainhas de Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae). Dissertaçao de Mestrado (Zoología) UNESP-Río Claro, PP. 100.
4. **SIMO. E. 2002.** Las abejas y la polinización (on line) Universidad de Valencia. Obtenido de <http://www.uv.es/metode/anuario2002/72_2002.html>.
5. **SOMMEIJER. M. 2006.** La abeja melífera, un insecto tan pequeño con labores tan grandes (La fisiología de la abeja Apis mellifera). III Congreso Centroamericano de Integración y Actualización Apícola; 25 y 26 de mayo del 2006 en Costa Rica.
6. **SONDGRASS. E. 2006.** Anatomía de la abeja melífera. Informe técnico. (On line) <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/anatomia/inftotal.pdf> (13 mar. 2006).
7. **SZABO. T. 2007.** Effects of honeybee queen weight and air temperature on the initiation of oviposition. Journal of Apicultural Research PP. 73-78.
8. **TAUTZ. J. 2010.** Abejas: un mundo extraordinario. Traducción de la edición en lengua alemana. Editorial Acribia S. A. Primera edición en español. Zaragoza – España. P.P. 73 –112.
9. **TEASON. J. 2008.** Enciclopedia estudiantil hallazgo – world book illustration, htp:/www.millis.k12.ma.us/resources/projects/Third%20Grade/Animales/INSECTOS/abeja/Abeja3\_files/mage002.jpg. (Octubre, 2009).
10. **TEIXEIRA. M. 2013.** Aspectos comportamentais e fattores que influenciam na fecundação natural de rainhas de Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae), em região neotropical. Tese Mestrado. FFCLRP-USP, PP.124.
11. **TORRES. C. 2002.** Manual Agropecuario, Tecnología orgánicas de la Granja Integral Autosustentable. Bogotá, Colombia: LIMERIN S.
12. **VIT. P. 2005.** Productos de la colmena secretados por las abejas: cera de abejas, jalea real y veneno de abejas. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel PP. 35-42 Disponible en:

<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=2665508&pid=S0718> A 3429201100020001900035&lng=es

**ANEXOS.**

**ANEXO 1.** Ubicación del proyecto de Investigación.

****

**PICAIHUA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ANEXO 2.** Base de datos. | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **PC:** Peso de la colmena. **NAC:** Número de abejas por colmena. **NH:** Numero de huevos. **IM:** Índice de mortalidad. **PM:** Producción de miel. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento | Repeticiones | PCI | PC15 | PC30 | PC45 | PC60 | PC75 | PC90 | NACI | NAC15 | NAC30 | NAC45 | NAC60 | NAC75 | NAC90 |  |
| 1 | 1 | 40,5 | 37 | 37,8 | 35,4 | 36,2 | 33,5 | 34,7 | 40000 | 38000 | 37200 | 36100 | 35300 | 33800 | 31000 |  |
| 2 | 1 | 35,2 | 33,6 | 34,4 | 33 | 33,8 | 31,3 | 32,9 | 42000 | 38000 | 37400 | 37400 | 36800 | 35000 | 33300 |  |
| 3 | 1 | 37,6 | 34,2 | 35,6 | 32,3 | 34,7 | 30,2 | 33,8 | 38000 | 36000 | 36000 | 35700 | 35400 | 34540 | 32340 |  |
| 4 | 1 | 34,7 | 30,3 | 32,5 | 30,7 | 32,3 | 30 | 31,8 | 38000 | 36000 | 35900 | 34800 | 33300 | 32560 | 31330 |  |
| 1 | 2 | 34 | 32,4 | 33,8 | 31,8 | 33,1 | 30,4 | 32,7 | 39000 | 37000 | 37000 | 36000 | 36000 | 35000 | 34430 |  |
| 2 | 2 | 35,9 | 34,7 | 35,7 | 34,3 | 35,3 | 33,7 | 34,8 | 37000 | 35200 | 35500 | 34800 | 33840 | 32500 | 30200 |  |
| 3 | 2 | 37,5 | 36,3 | 36,8 | 35,4 | 36,4 | 34,7 | 35,6 | 41000 | 38200 | 37800 | 36000 | 34690 | 33200 | 31200 |  |
| 4 | 2 | 35,5 | 34,3 | 35,7 | 33,4 | 34,6 | 32,2 | 33,7 | 42000 | 37200 | 37100 | 36800 | 35500 | 33200 | 31220 |  |
| 1 | 3 | 35,8 | 33,4 | 34,7 | 32,2 | 34,2 | 31,5 | 33,2 | 36000 | 35000 | 35000 | 37000 | 35600 | 33240 | 31200 |  |
| 2 | 3 | 38,3 | 36,5 | 37,7 | 35,5 | 36,3 | 34,5 | 35,4 | 40000 | 38500 | 37000 | 36800 | 35800 | 33800 | 33600 |  |
| 3 | 3 | 37,8 | 35,7 | 36,8 | 34,8 | 35,9 | 33,9 | 34,8 | 39000 | 38300 | 38100 | 37500 | 36300 | 34300 | 33300 |  |
| 4 | 3 | 37 | 35,4 | 36,5 | 35,4 | 36,6 | 34,8 | 35,2 | 40000 | 38400 | 38300 | 37530 | 36500 | 35700 | 34640 |  |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento | Repeticiones | IM15 | IM30 | IM45 | IM60 | IM75 | IM90 | PMI | PM30 | PM60 | PM90 | IM15 | IM30 | IM45 | IM60 |  |
| 1 | 1 | 5 | 2,1 | 2,95 | 2,25 | 4,24 | 8,28 | 9,2 | 3,5 | 2,5 | 1,8 | 5 | 2,1 | 2,95 | 2,25 |  |
| 2 | 1 | 9,52 | 1,57 | 0 | 1,6 | 4,89 | 4,85 | 10,4 | 2,5 | 2 | 1,5 | 9,52 | 1,57 | 0 | 1,6 |  |
| 3 | 1 | 5,26 | 0 | 0,83 | 0,84 | 2,42 | 6,36 | 9,2 | 2,9 | 2 | 1,6 | 5,26 | 0 | 0,83 | 0,84 |  |
| 4 | 1 | 5,26 | 0,27 | 3,06 | 4,31 | 2,2 | 3,77 | 11 | 3,9 | 3 | 2,2 | 5,26 | 0,27 | 3,06 | 4,31 |  |
| 1 | 2 | 5,12 | 0 | 2,7 | 0 | 2,7 | 1,62 | 8,6 | 3 | 2 | 1,5 | 5,12 | 0 | 2,7 | 0 |  |
| 2 | 2 | 4,86 | 0 | 1,97 | 2,75 | 3,9 | 7,07 | 9 | 2,8 | 2,2 | 1,6 | 4,86 | 0 | 1,97 | 2,75 |  |
| 3 | 2 | 6,82 | 1,04 | 4,76 | 3,63 | 4,29 | 6,02 | 9,5 | 2,6 | 2 | 1,7 | 6,82 | 1,04 | 4,76 | 3,63 |  |
| 4 | 2 | 11,42 | 0,26 | 0,8 | 3,53 | 6,47 | 6,13 | 9 | 2,8 | 2,2 | 1,9 | 11,42 | 0,26 | 0,8 | 3,53 |  |
| 1 | 3 | 2,77 | 0 | 0 | 3,78 | 6,62 | 0,59 | 9,3 | 3,1 | 2,3 | 1,7 | 2,77 | 0 | 0 | 3,78 |  |
| 2 | 3 | 4,3 | 3,89 | 0,54 | 2,71 | 5,58 | 2,91 | 10,8 | 3 | 2,3 | 1,6 | 4,3 | 3,89 | 0,54 | 2,71 |  |
| 3 | 3 | 1,79 | 0,59 | 1,57 | 3,21 | 5,5 | 2,96 | 10,5 | 2,9 | 2,1 | 1,8 | 1,79 | 0,59 | 1,57 | 3,21 |  |
| 4 | 3 | 4 | 0,26 | 2,01 | 2,72 | 2,19 | 2,9 | 10 | 3 | 2,3 | 2 | 4 | 0,26 | 2,01 | 2,72 |  |
| Tratamiento | Repeticiones | IM75 | IM90 | PMI | PM30 | PM60 | PM90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 4,24 | 8,28 | 9,2 | 3,5 | 2,5 | 1,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 1 | 4,89 | 4,85 | 10,4 | 2,5 | 2 | 1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 1 | 2,42 | 6,36 | 9,2 | 2,9 | 2 | 1,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 1 | 2,2 | 3,77 | 11 | 3,9 | 3 | 2,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 2,7 | 1,62 | 8,6 | 3 | 2 | 1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 2 | 3,9 | 7,07 | 9 | 2,8 | 2,2 | 1,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 2 | 4,29 | 6,02 | 9,5 | 2,6 | 2 | 1,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 2 | 6,47 | 6,13 | 9 | 2,8 | 2,2 | 1,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 3 | 6,62 | 0,59 | 9,3 | 3,1 | 2,3 | 1,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 3 | 5,58 | 2,91 | 10,8 | 3 | 2,3 | 1,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 3 | 5,5 | 2,96 | 10,5 | 2,9 | 2,1 | 1,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 3 | 2,19 | 2,9 | 10 | 3 | 2,3 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tratamiento | Repeticiones | NHI | NH1S | NH2S | NH3S | NH4S | NU5S | NH6S | NH7S | NH8S | NH9S | NH10S | NH11S | NH12S |  |  |
| 1 | 1 | 2500 | 2470 | 2423 | 2408 | 2390 | 2220 | 2050 | 1930 | 1911 | 1716 | 1654 | 1634 | 1550 |  |  |
| 2 | 1 | 2520 | 2512 | 2470 | 2400 | 2380 | 2330 | 2325 | 2312 | 1989 | 1931 | 1750 | 1690 | 1637 |  |  |
| 3 | 1 | 2622 | 2616 | 2565 | 2512 | 2400 | 2370 | 2325 | 2300 | 2280 | 2230 | 1820 | 1713 | 1670 |  |  |
| 4 | 1 | 2613 | 2500 | 2445 | 2339 | 2189 | 2120 | 1988 | 1887 | 1764 | 1737 | 1646 | 1545 | 1520 |  |  |
| 1 | 2 | 2620 | 2510 | 2489 | 2434 | 2380 | 2366 | 2218 | 1899 | 1752 | 1689 | 1620 | 1589 | 1560 |  |  |
| 2 | 2 | 2589 | 2546 | 2513 | 2491 | 2475 | 2398 | 2365 | 2221 | 1893 | 1745 | 1699 | 1655 | 1580 |  |  |
| 3 | 2 | 2555 | 2487 | 2436 | 2398 | 2356 | 2323 | 2188 | 1899 | 1688 | 1643 | 1546 | 1521 | 1510 |  |  |
| 4 | 2 | 2632 | 2610 | 2565 | 2469 | 2388 | 2355 | 2222 | 1945 | 1882 | 1756 | 1656 | 1630 | 1598 |  |  |
| 1 | 3 | 2624 | 2598 | 2498 | 2478 | 2467 | 2430 | 2389 | 2358 | 1986 | 1976 | 1932 | 1886 | 1777 |  |  |
| 2 | 3 | 2555 | 2523 | 2480 | 2433 | 2423 | 2389 | 2345 | 2256 | 1967 | 1955 | 1950 | 1845 | 1614 |  |  |
| 3 | 3 | 2660 | 2543 | 2308 | 2300 | 2250 | 2287 | 1980 | 2000 | 2068 | 2045 | 2020 | 1829 | 1613 |  |  |
| 4 | 3 | 2550 | 2531 | 2463 | 2402 | 2369 | 2250 | 2105 | 1900 | 1900 | 1845 | 1546 | 1520 | 1513 |  |  |

**ANEXO 3. Fotos. Actividades realizadas durante el proceso de investigación.**

****

**IDENTIFICACION DE LAS COLMENAS**

**UBICACIÓN DE LAS COLMENAS**



**PESAJE A LAS COLMENAS**

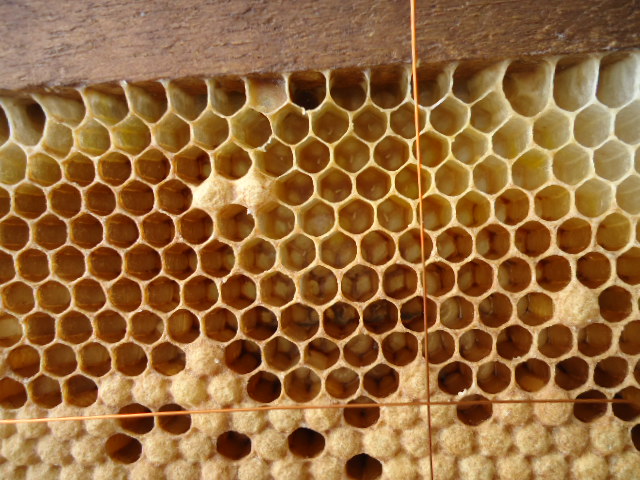
**INSPECCION A LAS COLMENAS**

}



**AHUMEADOR EN LA COLMENA**

**REVISION DE LOS PANALES**



**CONTEO DE HUEVOS**

**NUMEROS DE HUEVOS**



**EXTRACCION DE MIEL**

**PRODUCCION DE MIEL**



**TRABAJO DE CAMPO**

**VISITA DEL TRIBUNAL**