

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“COMPARATIVO DE TRES TIPOS DE COLMENAS EN LA CRIANZA DE
ABEJAS REINAS (*Apis mellifera*)”**

Presentado por:

JUAN CARLOS ORÉ CUYA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“COMPARATIVO DE TRES TIPOS DE COLMENAS EN LA
CRIANZA DE ABEJAS REINAS (*Apis mellifera*)”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por:

JUAN CARLOS ORÉ CUYA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Ing. Jorge Vargas Morán
Presidente

Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobian
Miembro

Dra. Gladys Carrión Carrera
Miembro

Ing. Alejandrina Sotelo Méndez
Patrocinadora

Dr. Agustín Martos Tupes
Co-Patrocinador

DEDICATORIA

Con cariño para todos los integrantes de mi familia, que colaboraron para el logro de esta gran meta.

A Dios: por su bendición y misericordia en cada momento de mi vida.

A mis padres: Aurelio y Tomasa por darme la oportunidad de pertenecer a ellos, su paciencia y cariño fueron importantes para mi formación personal y profesional.

A mis hermanas: Carmen y Sonia, gracias por su apoyo moral e incondicional.

A mi sobrino: Sebastián, que con su cariño me motivan para continuar en este camino.

A mi novia: Esther, por estar conmigo en los momentos más difíciles y su apoyo moral constante.

A mi amigo: Manuel, por el ejemplo de solidaridad con el prójimo, su ausencia dejó un vacío pero queda el consuelo que partió al cielo y ahora descansas en paz, siempre estarás en mis recuerdos.

A mis amigos Hans y David, a ellos también por brindarme momentos agradables en situaciones difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Agustín Martos Tupes, prestigioso profesional, gran maestro y máximo conocedor de la apicultura en el Perú. Patrocinador del presente trabajo de investigación, por su valioso asesoramiento brindado a cada momento.

A la Ing. Alejandrina Sotelo Méndez, patrocinadora del presente trabajo de investigación, por sus sugerencias valiosas, consejos y conocimientos impartidos durante mis estudios en la facultad.

Al Ing. Julian Chura Chuquiya, por el asesoramiento en el análisis estadístico de este trabajo.

Al Sr. Mario Huaranga y la Srta. Amalia Paco, por el apoyo brindado durante la investigación.

A la OFICINA DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, por su valiosa contribución como organizadores del concurso de subvención cuyo aporte económico proviene de los fondos del tesoro de la UNALM, el cual permitió la ejecución y elaboración de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Estructura de la colonia	3
2.1.1. Biología de las abejas.....	4
2.1.2. Ciclo biológico de las abejas.....	5
2.1.3. Reproducción natural de abejas reinas.....	6
A. Reinas de reemplazo.....	7
B. Reinas de emergencia.....	7
C. Reinas de enjambre.....	8
2.1.4. Importancia del cambio de reina	8
2.2. Crianza de abejas reinas	9
2.2.1. Bases fisiológicas para la crianza de reinas	10
2.2.2. Método de crianza de reinas	12
2.2.2.1 Método Doolittle.....	13
2.2.3. Colmenas utilizadas en la crianza de reinas	15
2.3. Criterios o consideraciones a tener en cuenta en la crianza de reinas.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Localización y época	19
3.2. Del manejo de las abejas	24
3.3. Materiales.....	26
3.3.1. Materiales de manejo de colmenas y protección del apicultor.....	26
3.3.2. Colmenas criadoras de reinas.....	26
A. Colmena criadora de reinas tipo portanúcleo.....	27
B. Colmena criadora de reinas de un cuerpo.....	27
C. Colmena criadora de reinas de dos cuerpos.....	27
3.3.3. Colmena madre.....	32
3.3.4. Colmenas de apoyo.....	32

3.3.5.	Materiales para la crianza de reinas.....	32
3.3.6.	Materiales de oficina.....	35
3.3.7.	Insumos.....	35
3.3.8.	Otros.....	37
3.4.	Metodología.....	39
3.4.1.	Acondicionamiento y manejo de colmenas.....	39
3.4.2.	Pruebas Experimentales.....	42
3.4.3.	Diseño experimental.....	42
3.4.4.	Crianza de reinas.....	44
3.4.4.1.	Procedimiento de crianza de reinas.....	45
3.4.5.	Determinación de la eficacia de tres tipos de colmenas.....	53
A.	Variables en estudio.....	53
B.	De los parámetros evaluados.....	53
a)	Porcentaje de cúpulas con larvas aceptadas (porcentaje de aceptación).....	55
b)	Porcentaje de celdas reales operculadas (porcentaje de operculación).....	55
c)	Porcentaje de reinas emergidas.....	57
d)	Tasa de supervivencia de las reinas en un periodo de tiempo de diez días.	59
e)	Determinación de la duración del ciclo de desarrollo en reinas.....	59
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1.	Eficacia de tipos de colmenas criadoras de reinas	61
4.1.1.	Cúpulas con larvas aceptadas luego de 48 horas del traslarve	61
4.1.2.	Celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve.....	66
4.1.3.	Reinas emergidas	70
A.	Reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas.....	70
B.	Reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados.....	74
4.1.4.	Tasa de supervivencia de las reinas en un periodo de tiempo diez días.....	78
4.2.	Ciclo de desarrollo en reinas.....	82
4.2.1.	Periodo de Pre-Operculación.....	82
4.2.2.	Periodo Post-Operculación.....	87

4.2.3.	Ciclo de desarrollo de reinas en crianza artificial: periodo de pre-operculación más periodo de post-operculación.....	91
4.2.4.	Consolidación de resultados.....	94
V.	CONCLUSIONES.....	96
VI.	RECOMENDACIONES.....	97
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
VIII.	ANEXOS.....	103

LISTADO DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento registrados por la estación meteorológica Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina durante el periodo de estudio; La Molina, 2015.....	20
Cuadro 2. Fórmulas de la dieta energética y proteica empleadas en la nutrición de abejas durante la investigación. La Molina – Lima, 2015.....	25
Cuadro 3. Esquema del diseño completamente al azar (DCA) empleado en el experimento. La Molina – Lima, 2015.....	43
Cuadro 4. Parámetros ordenados para determinar la eficacia en la crianza de abejas reinas. La Molina – Lima, 2015.....	54
Cuadro 5. Número y porcentaje promedios de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	62
Cuadro 6. Número y porcentaje promedios de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	67
Cuadro 7. Número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	71
Cuadro 8. Número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	75
Cuadro 9. Número y porcentaje promedios de supervivencia de reinas, en un periodo de tiempo de 10 días después de la emergencia, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	79
Cuadro 10. Periodo promedio en días de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	84
Cuadro 11. Periodo promedio en días de Post – Operculación, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	89
Cuadro 12. Ciclo de desarrollo promedio en días de reinas en crianza artificial, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	92
Cuadro 13. Valores consolidados obtenidos para los diferentes parámetros que se indican. La Molina – Lima, 2015.....	95

LISTADO DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Colmena criadora de reina tipo portanúcleo. Vista lateral externa (a), vista superior interna (b).....	21
Figura 2: Colmena criadora de reinas de un cuerpo. (a) Vista lateral externa, (b) vista superior interna.....	22
Figura 3: Colmena criadora de reinas de dos cuerpos. Vista lateral externa (a), vista superior interna (b...).....	23
Figura 4: Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas tipo portanúcleo.	28
Figura 5. Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas de un cuerpo	29
Figura 6. Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas de dos cuerpos..	31
Figura 7. Cúpulas de cera.....	33
Figura 8. Molde para cúpulas.....	33
Figura 9. Barras porta cúpulas.....	34
Figura 10. Porta cúpulas.....	34
Figura 11. Aguja de traslarve.....	36
Figura 12. Jaulas de nacimiento de reinas.....	36
Figura 13. Mesa para el traslarve.....	38
Figura 14. Alimentación estimulante.....	40
Figura 15. Tratamiento contra varroa y loque europea.....	40
Figura 16. Panal de cría operculada de obreras.....	41
Figura 17. Eliminación de celdas reales.....	41
Figura 18. Fundición de cera de abejas en baño maría.....	46
Figura 19. Elaboración de Cúpulas de cera.....	46
Figura 20. Colocación de las cúpulas de cera en las porta cúpulas.....	47
Figura 21. Recorte del borde de la cúpula.....	47
Figura 22. Fijación de porta cúpulas en barra de madera.....	48

Figura 23. Colocación de una gota de jalea real diluida en cada cúpula.....	48
Figura 24. Traslارve.....	49
Figura 25. Larvas introducidas en el interior de las cúpulas.....	49
Figura 26. Porta cúpulas con larvas listas para ser colocadas en el marco porta barras....	50
Figura 27. Marco porta barras lista para ser colocada en la colmena criadora.....	50
Figura 28. Introducción del marco porta barras con cúpulas en las colmenas criadoras de reinas. Colmena portanúcleo (a), colmena de un cuerpo (b), colmena de dos cuerpos (c).....	51
Figura 29. Diagrama de flujo del proceso de crianza de reinas.....	52
Figura 30. Aceptación de larvas a las 48 horas después del trasلارve.....	56
Figura 31. Celdas reales operculadas a los nueve días del trasلارve.....	56
Figura 32. Reinas emergidas al interior de las jaulas de nacimiento.....	58
Figura 33. Reinas post emergidas con un tiempo de vida de diez días.....	60
Figura 34. Porcentajes promedios de cúpulas con larvas aceptadas, después de 48 horas del trasلارve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	65
Figura 35. Porcentajes promedios de celdas reales operculadas, después de nueve días del trasلارve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	69
Figura 36. Porcentajes promedios de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	73
Figura 37. Porcentajes promedios de reinas emergidas respecto al número de trasلارves realizados, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	77
Figura 38. Curva de supervivencia de reinas, en porcentaje promedio, hasta los diez días después de la emergencia como adulto, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015.....	81
Figura 39. Ciclo de desarrollo en reinas en crianza artificial.....	83
Figura 40. Periodo promedio en días de Pre – Operculación de celdas reales posterior al trasلارve. La Molina – Lima, 2015.....	85
Figura 41. Periodo promedio en días de Post – Operculación. La Molina – Lima, 2015..	90
Figura 42. Ciclo de desarrollo promedio en días de reinas en crianza artificial. La Molina – Lima, 2015.....	93

RESUMEN

En el colmenar del Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA – La Molina) de la universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la Molina – Lima, durante el periodo Enero 2015 – Enero 2016, se evaluaron tres tipos de colmenas criadoras de reinas para determinar su eficacia, en un experimento bajo el diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: colmena criadora de reinas tipo portanúcleo, colmena criadora de reinas de un cuerpo y colmena criadora de reinas de dos cuerpos; mientras que cada repetición estuvo constituida por una población de 15 reinas en crianza artificial por el método DOOLITTLE. Las repeticiones se hicieron con una frecuencia de 20 días. Los datos obtenidos, según variables ensayadas se realizaron estadísticamente mediante el programa SAS.

En colmenas criadoras de reinas tipo portanúcleo, de un cuerpo y de dos cuerpos se determinó a las 48 horas del traslarve un número promedio de cúpulas con larvas aceptadas de 13.75 (91.7%), 14.5 (96.7%) y 14 (93.3%), respectivamente; en este mismo sentido, el número y porcentaje promedios de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve fue de 13.75 (100%), 14.25 (98.3%) y 13.5 (96.4%), respectivamente; asimismo en número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas fue de 11.5 (83.6%), 13.75 (96.5%) y 12.25 (90.7%), respectivamente; en tanto que el número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados fue de 11.5 (76.75), 13.75 (91.7%) y 12.25 (81.7%) respectivamente; sobre la tasa de supervivencia, el número y porcentaje promedios de supervivencia de reinas en un periodo de diez días alcanzó 9 (78.3%), 12 (87.3%) y 9.25 (75.5%), respectivamente; finalmente el desarrollo completo, del traslarve a la emergencia de la reina, en crianza artificial tuvo una duración de 11.4, 11.1 y 11 días en promedio, respectivamente.

Los resultados obtenidos para cada una de las variables ensayadas mostraron ligeras diferencias numéricas, mas no estadísticas, por lo que se determinó que cualquier tratamiento es eficaz en la crianza artificial de reinas.

I. INTRODUCCIÓN

La reina es la única hembra fértil y sexualmente desarrollada por lo que se convierte en el individuo más importante de la colonia ya que tiene como función exclusiva la puesta de los huevos, se estima entre 1000 a 2000 huevos por día dependiendo de la estación, existe sola una por cada colonia y es la responsable del incremento poblacional asimismo, colmenas con alta población de obreras son altamente productivas por tal razón, la reina debe mantener un buen aspecto morfológico y fisiológico para que desempeñe dicha función.

La crianza masiva artificial de reinas es un aspecto sumamente importante en la práctica de la apicultura en razón que a través de la crianza podemos seleccionar en esta casta caracteres de productividad, tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades, prolificidad y docilidad; en consecuencia los apicultores van a tener un buen material genético para poder desarrollar su trabajo apícola; a pesar que las técnicas para criar reinas están difundidas, muchos apicultores no la ponen en práctica posiblemente al desconocimiento de su gran relevancia o por considerar que tiene dificultad, volviéndose así dependientes de los que producen reinas comercialmente resultando para el apicultor un mayor desembolso económico, algo que podemos evitar mediante la propagación masiva de reinas.

Con el manejo de las abejas reinas en las colmenas se puede mejorar la productividad de la colonia, ya que éstas se mantienen en estado joven y de postura de huevos adecuada solamente durante un año en promedio pasando luego a ser reinas viejas en las cuales la prolificidad disminuye ostensiblemente convirtiéndose la colonia en un ente con escasa capacidad reproductiva y productiva; este problema debe ser corregido o solucionado por el apicultor haciendo el cambio de la reina vieja por una reina joven obtenida a través de una crianza masiva artificial de reinas, crianza que puede ser desarrollado bajo un método, siendo el DOOLITTLE el más conveniente (Fert, 2013).

Usualmente para criar reinas se utiliza la Colmena Estándar Americana o Colmena Langstroth de dos cuerpos, empleándose ocasionalmente también la Colmena Estándar Americana de un solo cuerpo, habiéndose ensayado con éxito, así mismo, la Colmena Portanúcleo con capacidad para cinco marcos; en todos los casos previo acondicionamiento adecuado; sin embargo se desconoce técnica y científicamente cuál de ellas es la más eficaz. Por este motivo, se planteó una investigación con los objetivos siguientes:

1. Determinar la eficacia de tres tipos de colmena: colmena portanúcleo, colmena Estándar Americana de un solo cuerpo y colmena Estándar Americana de dos cuerpos; en la crianza de reinas.
2. Determinar la duración del ciclo de desarrollo en abejas reinas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ESTRUCTURA DE LA COLONIA

ACUA (2006), citado por Reyes (2012), indica que la colonia está integrada por tres castas: reina, obrera y zángano; la reina es la única hembra fecundada, siendo el centro y vida de la colmena; si se muere, la colonia tendrá que criar otra o de lo contrario desaparecerá, ya que su función principal es poner huevos que aseguren la continuidad y supervivencia de la colonia. Entre sus características más sobresalientes destaca la puesta de huevos cuyo número puede alcanzar entre 2000 a 3000 por día.

Martínez (2004), citado por Córdova (2011), refiere que la abeja reina es la única hembra fértil y sexualmente desarrollada capaz de ser fecundada y poner huevos, existiendo sólo una por cada colonia, mostrándose además como la más grande de la colonia en cuyo cuerpo destaca su tórax y cuerpo alargado, características que la hacen diferente del resto de abejas; en tal sentido se constituye en madre de todas las abejas, dependiendo de ella la mansedumbre que transmite a su prole y el aumento de la población, lo cual incide de manera directa en la producción.

Según el IICA (2009), los zánganos son de mayor dimensión que las obreras, abdomen más cuadrado, ojos grandes y contiguos; carecen de aguijón, su única función es aparearse con las nuevas reinas y ayudar a calentar las crías cuando están dentro de la colonia; alcanzan su madurez sexual a los 10-12 días, son criados por las obreras únicamente en la época de abundancia de néctar y especialmente de polen. Con respecto a las obreras, son hembras infértiles, ya que su aparato reproductor se encuentra atrofiado; una colmena tiene entre 10000 a 40000 obreras, según el tipo de colmena; viven aproximadamente tres meses y son las de menor tamaño; para realizar las diferentes tareas están dotadas de estructuras como corbícula, aguijón, potentes mandíbulas, probosis, visión más desarrollada y durante los

cuatro primeros días de su vida, la obrera limpia las celdas y la colmena, del día 5 al día 11 es nodriza y provee de jalea real a las larvas de las celdas reales; del día 14 al día 17 las glándulas productoras de cera de su abdomen ya están desarrolladas, se vuelve cerera y construyen los panales; a partir del día 22 y hasta su muerte desempeñan la función pecoreadoras o recolectoras; entre otras funciones, se tiene la de ventilación y la de vigilancia de la colmena por parte de abejas en general.

2.1.1. BIOLOGÍA DE LAS ABEJAS

Ecosur (2001), cita a la abeja *Apis mellifera* como productora de miel, la reconoce como un insecto muy valioso desde el punto de vista económico, esto se debe en parte a que produce miel y cera, pero la principal utilidad de la abeja es su papel en la polinización de los cultivos de frutas, hortalizas y vegetales forrajeros, así como plantas no cultivadas que impiden la erosión del suelo; la reina es la única hembra fértil del núcleo y, por tanto, la madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas; su capacidad para poner huevos es asombrosa pudiendo superar los 1500 huevos y tiene como alimento casi exclusivamente una secreción llamada jalea real que producen las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras jóvenes (nodrizas); la reina y sus obreras actúan como un equipo por el buen funcionamiento de la colonia en su conjunto y es ella la que puede determinar el sexo de su descendencia; cuando un huevo pasa por el tracto genital, puede o no ser fecundado con el esperma que contiene la espermateca. El huevo fecundado se transforma en una abeja hembra, ya sea obrera o reina, y el huevo no fecundado en una abeja macho o zángano. Los huevos, introducidos cada uno en una celda, eclosionan al cabo de tres días y las larvas son alimentadas con jalea real durante los dos días siguientes y después con polen y néctar o miel; después de diferentes cambios morfológicos que sufre la abeja como son el desarrollo de los ojos, por medio de diferentes cambios de colores, o el desarrollo de las patas. Al final, el cuerpo adquirirá la dureza de su cutícula o piel; al cabo de 21 días de desarrollo en la celda, (desde el estadio de huevo) emergerá una abeja adulta con todas las condiciones necesarias para ayudar en el buen funcionamiento de la colonia.

2.1.2. CICLO BIOLÓGICO DE LAS ABEJAS

Valega (2007), menciona que el ciclo biológico de la abeja reina se inicia con la postura de un huevo que tarda tres días y cinco horas en nacer; así se inicia la etapa larval que dura cinco días y medio, momento en que es operculada la celda para iniciar la etapa de prepupa y pupa que dura siete días y medio hasta nacer, haciendo un total de 16 días; al segundo día de nacida la reina comienza a salir en vuelos cortos de reconocimiento y entre el séptimo y décimo día sale a fecundarse en más de un vuelo con 10 a 16 zánganos, luego comienza la postura que al día 14 ya debe observarse. En relación al zángano, es el producto del desarrollo de un óvulo sin fertilizar, proceso llamado partenogénesis, aunque podría obtenerse zánganos de óvulos fertilizados y cuyo cromosoma sean homocigotos; el óvulo tiene un periodo de tres días hasta nacer y pasar a la etapa larval que dura 7 días; luego la celda es operculada y pasa al periodo de pre-pupa y pupa para nacer a los 14 días; el ciclo biológico total del zángano, desde que es depositado el óvulo hasta que nace dura 24 días. En lo concerniente al ciclo biológico de la obrera, comienza con la postura del huevo que tarda 3 días y 5 horas en nacer y pasar así al estado larval o de “cría abierta”. Este periodo dura 6 días hasta que es operculada la celda y pasa al tercer estadio de prepupa y pupa; este estadio dura 12 días, durante el cual va tomando forma la abeja hasta nacer; el ciclo biológico total desde que es depositado el huevo hasta que nace la abeja obrera dura 21 días.

Guzmán (1990), aporta datos sobre el ciclo biológico y menciona que el primer día, el huevo es perpendicular al fondo del alvéolo; después, empieza a inclinarse hasta que, al tercer día, se tiende sobre el fondo y se rompe. Asimismo; Prost (2007), indica que el huevo es un bastoncillo blanco de 1.5 mm de longitud y 0.3 mm de diámetro.

Persano (2002), estudió el ciclo de desarrollo y menciona que una vez operculada la celda, la larva hila su capullo, transformándose en pupa, para emerger por último como insecto perfecto, esta etapa dura seis días en el caso de la reina, de 11 días para la obrera y 14 días para el zángano.

Según Ravazzi (2000), la reina es la madre de todas las abejas; se desarrolla en una celda llamada celda real, su período de incubación es de 16 días (huevo: 3 días; larva: 6 días y pupa: 7 días). Por su parte Prost (2007), indica que la reina tiene una longitud de 18 y 22 mm y una anchura torácica de unos 4.2 mm. Llegando a vivir de cuatro a cinco años con una postura de alrededor de 2,000 a 3,000 huevos diarios.

Asimismo, Hamdan (2002), menciona que el ciclo biológico de la reina consta de tres días en estado de huevo, del día cuatro al día nueve consta de etapa larval haciendo un total de seis días y posterior a ello la etapa pre-pupa que dura tres días para luego llegar al estado de pupa y finalmente llegando a nacer al día 16.

Por otro lado, Lllaxacóndor (1997), menciona que las nodrizas alimentan abundantemente a las larvas de reinas con jalea real por un espacio de cinco días y medio, tiempo que define la casta de reinas. Al final de este periodo las celdas reales son operculadas para el nacimiento una vez cumplido los 16 días contados a partir de su estado de huevo (en climas cálidos pueden nacer a los 15 días). Del mismo modo, el autor menciona que la jalea real producida por las obreras nodrizas juega un papel determinante para el desarrollo de la larva, por su aporte en proteínas, minerales, aminoácidos, vitaminas, etc; por tal razón, es importante contar con un buen número de nodrizas en la colmena criadora de reinas.

2.1.3. REPRODUCCIÓN NATURAL DE ABEJAS REINAS

Según Guzmán (2011), las abejas reinas pueden vivir varios años sin embargo estudios han determinado que es necesario realizar un cambio de reinas en las colmenas por lo menos una vez al año; y, para criar reinas de calidad hay que imitar las condiciones naturales en las que se forma una nueva reina, ya que ésta es producida en forma natural solamente bajo tres condiciones; la primera cuando la reina ha muerto (orfandad), la segunda cuando la colonia se dispone a enjambrar (enjambrazón) la colonia se encuentra muy poblada y el número de celdas reales es mayor a seis y finalmente cuando la reina va a ser reemplazada

(reemplazo) por que no tiene buena postura, es vieja, o no produce suficientes feromonas, la colonia está débil y el número de celdas reales construidas es menor a seis.

Del mismo modo, Llaxacóndor (1997), menciona que las colonias de abejas pueden originar tres tipos de abejas dependiendo la estación; siendo estas las reinas de reemplazo, reinas de emergencia (orfandad) y reinas de enjambre.

A. REINAS DE REEMPLAZO

Cuando la reina empieza a manifestar anormalidad en la postura, debido a que la reserva de semen almacenada en la espermateca se va terminando, empieza a poner huevos sin fecundar, de los cuales nacen sólo zánganos, entonces se dice que la reina se ha hecho “zanganera”; esta situación puede darse en cualquier época del año, entonces la colonia cría la reina de reemplazo en donde el número de celdas es reducido; y, es frecuente encontrar tanto a la reina madre como a la reina hija en la colmena sin ánimo de pelea; cuando la reina hija inicia la postura, la madre es eliminada (Llaxacóndor, 1997).

B. REINAS DE EMERGENCIA

También llamadas reinas de salvamento; la colonia puede perder accidentalmente a la reina en cualquier época del año, generalmente esto sucede durante las revisiones por una mala maniobra del apicultor; cuando esto sucede, la colonia produce la reina de emergencia y el número de celdas que construye está de acuerdo al vigor de la colonia (cuanta más poblada: más celdas); la primera reina que nace destruye a las demás, ya sea peleando o agujijoneando las celdas (Llaxacóndor, 1997).

C. REINAS DE ENJAMBRE

A comienzos de la floración (primavera), el ingreso fresco de polen y néctar incentiva un poblamiento rápido de las colonias, algunas de las cuales pueden copar totalmente la colmena, faltándoles espacio para seguir albergando a la población joven; es en este momento que la colonia construye celdas reales y que luego de ser operculadas señalan la hora de la partida de la reina madre con la mitad de la población formando el enjambre; a las reinas que nacerán se les llama las reinas de enjambre; y, el número de celdas depende de la fuerza de la colonia, de su acentuada predisposición a enjambrar. Las reinas que nacen después de la partida de la reina madre, pueden salir con otra parte de la población (enjambres secundarios) o se autoseleccionan en la pelea (Llaxacóndor, 1997).

2.1.4. IMPORTANCIA DEL CAMBIO DE REINA

Moretto et al. (2004), refiere que las abejas obreras realizan el reemplazo de la reina cuando la postura es deficiente, cuando la cantidad de feromona disminuye, por enfermedad, traumatismo, senectud o agotamiento en la reserva de espermatozoides; en alguna de las condiciones anteriores, las obreras construyen celdas reales en los bordes laterales o en el interior de los panales donde se desarrollará la nueva reina. Cuando la postura de la reina no garantiza la conservación del número de individuos que forman la colonia ocurre el reemplazo.

Vásquez y Zayas (2000), registraron que cuando se cambia la reina se observa los efectos que tiene sobre la productividad de miel; ya que esta aumenta a 4.8 kg por año y se reduce la enjambrazón de la colonia en un 2% al introducir abejas reinas mejoradas en las colmenas durante un periodo de 12 años.

Trabajo similar realizado por Poklukar (2001), menciona que durante ocho años se llevó a cabo un registro de la cría de abejas reinas y se logró aumentar la producción de miel (410 g por año) y se disminuyó la defensividad de -0.90 a -0.38 puntos.

2.2. CRIANZA DE ABEJAS REINAS

Según Méndez y Cigarroa (2012), criar reinas es necesario para la mejor explotación de las abejas; además de ellos se requiere de reinas jóvenes y genéticamente mejoradas para que las colonias sean productivas, dóciles y saludables; existe una amplia variedad de métodos de crianza de reinas pero en todos se parte del principio básico de simular las condiciones naturales que incitan a las abejas a producir reinas, es importante que tengan características favorables y que se críen bajo condiciones óptimas, lo cual redundará en la calidad de las obreras hijas y por tanto en las condiciones de la colmena; las características que deben buscarse al seleccionar la reina madre (fuente de origen de la nueva reina) van de acuerdo al tipo de producto que desea obtenerse tales como la alta producción de miel, la resistencia a enfermedades, docilidad, baja tendencia a enjambrar y un buen comportamiento higiénico.

Flores et al. (1998), indican que con el manejo de las abejas reinas en los apiarios se puede mejorar la productividad de la colonia. Asimismo Harbo y Harris (2003), recomiendan manejar abejas reinas jóvenes, para que la colonia adquiera resistencia a plagas como la varroa e impacte positivamente en el rendimiento de miel en la colmena. Sin embargo, existen diversos factores a tomar en cuenta como son: capacidad de apareamiento, fecundidad, viabilidad y descendencia de la nueva reina, lo cual depende de su origen y de la calidad de larva utilizada para obtener las nuevas reinas, recomendándose las de un día de edad (Gilley *et al.*, 2003) para que las abejas desarrollen una reina de buen tamaño (Pérez-Sato, 2007).

Hamdan (2002), refiere que es importante la crianza de reinas para mejorar las colonias, evitando así características indeseables, las reinas jóvenes presentan muy buena postura lo que se traduce en mayor número de obreras y por lo tanto mayor producción; además de ello la crianza de reinas es importante para la formación de nuevos núcleos y ampliar el número de colmenas. Las abejas reinas son muy delicadas y están propensas a algún accidente por parte del apicultor, por esta razón es importante tener disponible reinas jóvenes y una forma es mediante la crianza de éstas. Es más económico criar sus propias reinas que comprarlas, además de ello algunas reinas producto de la compra no se adaptan muy bien en su región o clima en particular; la técnica de crianza es fácil y puede ser dominado por cualquier apicultor con conocimiento en apicultura y la biología de la abeja.

2.2.1. BASES FISIOLÓGICAS PARA LA CRIANZA DE REINAS

Según Ruttner (1982), la crianza de nuevas reinas tiene su lugar bien establecido en el ciclo anual de la colonia de abejas; esta no se hace permanentemente, sino que está vinculada a ciertas condiciones y ciertos factores que la provocan. Una colonia de abejas “normal”, que se halla en un “estado armónico”, no cría reinas jóvenes. La actividad de los criadores de reinas se orienta justamente hacia la creación óptima de estas premisas en la colonia y en el empleo racional de los factores de la provocación; la crianza de reinas como tal es un problema de la colonia de abejas. Según la razón por la cual se crían reinas, todo manual de apicultura diferencia reinas de enjambrazón, reinas para el reemplazo tranquilo y reinas de salvamento (de emergencia).

El mismo autor manifiesta también que es frecuente la opinión de que, por tratarse de procedimientos completamente distintos, el resultado y por lo tanto la calidad de las reinas es también diferente; en lo que sigue se tiene en cuenta esta clasificación, pero sin olvidar que debido al estado fisiológico de la abeja y a su comportamiento instintivo, se trata de un proceso único, que en esencia conduce a resultados idénticos.

Así mismo, el autor ya referido dice que cuando la reina se pierde inesperadamente, aparecen en las obreras, además de otros cambios de comportamiento, la tendencia de criar reinas de larvas que inicialmente habían sido destinadas a ser obreras; para esto, las celdas hexagonales y estrechas de obreras son transformadas en celdas reales anchas, en forma de campana, y las larvas reciben jalea real. El salvamento (reinas de emergencia), así como el reemplazo natural, son bastante independientes de la temporada; en cambio el número y la calidad de las reinas criadas dependen visiblemente de la condición general de la colonia (poder, estado de alimentación) y de las condiciones exteriores.

Agrega, el mismo autor antes citado, que generalmente se pueden criar reinas en el caso de orfanización, siempre que existan larvas jóvenes, pero si es vigorosa y las condiciones exteriores son favorables, incluso una colonia con celdas reales de salvamento (de emergencia) puede enjambrazar. De aquí resulta que no existe una diferencia fundamental entre los distintos tipos de enjambrazón de las reinas; en un solo punto importante difiere el salvamento no controlado de las demás formas de reemplazo de las reinas; el período en que la larva empieza a recibir el cuidado específico para la reina difiere dentro de límites muy amplios. Las celdas de obreras que contienen huevos no sufren casi nunca cambios en las colonias huérfanas; la forma de la celda tampoco cambia, no se pone jalea real al lado del huevo; en cambio las larvas provocan muy rápidamente “el instinto de salvamento”, pero las abejas huérfanas no diferencian las larvas de edades distintas, otorgan cuidados específicos para la reina tanto a las larvas muy jóvenes, así como a las que se hallan en el límite de la posibilidad de transformarse en reinas. El resultado es que si las abejas tienen la posibilidad de escoger libremente las larvas, las celdas reales tienen larvas de edades muy distintas; por ello en el caso de estas crías, las primeras reinas que nacen son las menores y lo peor desarrolladas, por nacer de las larvas más viejas.

2.2.2. MÉTODOS DE CRIANZA DE REINAS

Barrera (1996), menciona que existen varios métodos de crianza de reinas, sin embargo el principio de todos es simular a las condiciones naturales que incitan a las abejas a criar reinas, todos tienen un mismo objetivo y es el de proveer la más alta cantidad y calidad de alimentación y cuidado posible a la larva destinada a ser reina. El hombre interviene en la selección, dirección, y en la determinación del número requerido de reinas; es importante que las reinas transmitan características favorables, es decir resulta infructuoso tener reinas 100% aptas fisiológicamente si por otro lado sus características son indeseables como por ejemplo alta tendencia a enjambrar, las características que deben buscarse al seleccionar la colonia progenitora van de acuerdo al tipo de producto que desea obtenerse. Dado que generalmente los apicultores en muchos lugares se dedican a la producción de miel, las características más valiosas para este fin son: alta producción de miel, resistencia a enfermedades, más dóciles, baja tendencia a enjambrar y un buen comportamiento higiénico.

Méndez y Cigarroa (2012), afirman que el apicultor tiene la libertad de elegir cualquier método de crianza de reinas, al que mejor se adapte. Pero siempre debe tener en cuenta que es fundamental que se puedan lograr reproducir abejas reinas de calidad, y esto puede ser posible si se cumple con las siguientes recomendaciones: selección estricta de colonias madres, colonias criadoras muy pobladas de abejas jóvenes y con abundancia de alimento (polen y miel), las larvas para ser desarrolladas a futuras reinas, deben ser alimentadas abundantemente desde lo más pequeño (12 horas de edad o menos) e interrumpir lo menos posible su alimentación y producir pocas reinas en cada camada y por colonia (25, no más) para que sean bien alimentadas. Como resultado de esto se obtendrá; reinas con mayor número de ovarias, estos se encuentran en forma de pequeños tubos dentro de los ovarios, en cada uno de estos pequeños tubos se desarrollan un número reducido de óvulos maduros por día y que con la presencia de alimento la reina estimula a su formación, y una vez maduros emigran hacia la vagina, donde la reina mediante un mecanismo decide su fertilización, y es lo que conocemos como postura (llamado huevo); por eso, en la

temporada de alimento, las reinas que están jóvenes y tienen mayor número de ovariolas, presentan mayor postura, y al haber más postura hay más abejas, al haber más abejas que vienen de madres y padres seleccionados tendrán más producción. Estos autores, mencionan que el método más utilizado para la crianza de reinas a gran escala y que también es empleada en la producción intensiva de jalea real es el método Doolittle.

2.2.2.1. MÉTODO DOOLITTLE

Méndez y Cigarroa (2012), describen al método Doolittle como un método artificial o inducido, al que se le conoce también como transferencia de larvas “traslarve”; el cual consiste en el trasvase de las larvas de menos de un día de nacidas utilizando agujas de transferencia, inicialmente destinada a ser obreras, de una colmena seleccionada por algún carácter deseable, en cúpulas que asemejan a celdas reales elaboradas a base de cera, en estas cúpulas previamente se coloca una gota de jalea real diluida al 50% con agua pura.

Barrera (1996), afirma que entre los métodos de crianza de reinas se tiene al método Doolittle, también se le conoce como el método de “transferencia de larvas” o de “copas celdas artificiales”, es el utilizado por los criadores comerciales de reinas en todo el mundo y el que se emplea para la producción intensiva de jalea real. Para realizar con mayor comodidad la transferencia de larvas, se requiere de un local tibio, húmedo y con suficiente luz natural o artificial; cuando la transferencia se realiza en el campo, es conveniente contar con una caseta desmontable de malla mosquitero de plástico, tul o costales translúcidos y con sombra en el techo, con algunos inconvenientes el traslarve se puede efectuar al aire libre pero con sombra, otra posibilidad es el interior de un vehículo.

Según Llaxacóndor (1997), la operación de traslarve, transferencia o injerto de larvas, consiste en trasladar larvas recién nacidas del panal de cría a las cúpulas de cera o de plástico, ayudado con la aguja de traslarve la operación debe ser cuidadosa en el recojo y en el depósito de la larva, ya que el menor golpe hiere de muerte a la larva.

Fert (2013), aporta información indicando que la documentación especializada propone distintos métodos para criar reinas. Entre todas estas, hay una que parece satisfacer a todos, y éste es el método Doolittle; esta técnica es la más utilizada en todo el mundo por los criadores profesionales, método fundado en el trasvase de las larvas o injerto, es una operación delicada que puede disuadir a algunos apicultores ya que exige una excelente vista, destreza y paciencia. Aunque es especialmente práctico y económico, el método de producción denominado “Método Doolittle” que incluye el injerto de larvas jóvenes estuvo a veces puesto en tela de juicio y acusado de producir reinas de calidad inferior a las producidas por el método Alley o a partir de huevos. No obstante, la diferencia de calidad aún no se ha demostrado; en cualquier caso, hoy en día, la mayoría de criadores del mundo practica este método. Si bien el término transposición sería el más correcto, se utiliza la palabra injerto que en la jerga de los apicultores designa el trasvase de una larva de obrera a una celda real; se trata del trasvase en una cúpula de una larva joven de obrera con menos de 24 horas de vida aunque lo ideal sería una larva de menor de 12 horas. Estas larvas jóvenes son aún transparentes y casi rectas, frente a las de más edad que empiezan a curvarse; si bien los más destacados criadores profesionales son unánimes en el hecho de que la edad de la larva trasvasada influye en la calidad de la reina obtenida, una buena vista y una gran habilidad es necesaria para extraer estas larvas muy jóvenes; es posible injertar y hacer aceptar larvas de tres o cuatro días, pero cuidado, para obtener reinas de buena calidad es preferible elegir larvas lo más pequeñas posibles. El injerto se realizará en un local con una temperatura ambiente adecuado (25 °C), una humedad relativa bastante alta (75%) y bajo un buen alumbrado de luz fría.

2.2.3. COLMENAS UTILIZADAS EN LA CRIANZA DE REINAS

Johnstone (2008), indica que la mayoría de los sistemas de crianza de reinas utiliza una colmena estándar americana o colmena langstroth, con seis a ocho marcos con cría y al menos con dos cuerpos de colmena llenas de abejas, es necesario hacer uso del excluidor de reina; esta colmena es fabricada en madera, con dimensiones estandarizadas, y consta de partes móviles: piso, primer cuerpo de colmena con diez marcos o bastidores, segundo cuerpo de colmena con diez marcos o bastidores, rejilla excluidora, entre tapa y tapa; esta colmena cuenta con reina en el primer cuerpo y en el segundo cuerpo es donde se realiza la crianza.

Según Hamdan (2002), menciona que pueden usarse colmenas langstroth de un solo cuerpo para la crianza de reinas y éstas deben tener por lo mínimo ocho panales densamente cubiertos de abejas; es conveniente hacer esto durante el flujo de néctar, si éste fuera bajo o no hay flujo de néctar, la colonia se debe alimentar con jarabe para estimular a las abejas a segregar cera para la construcción de celdas reales. Las abejas en la colmena sin reina pronto serán conscientes de que su reina es ausente y en su momento se iniciará la construcción de celdas reales en los panales restantes de cría abierta y huevos.

En la irrigación Chavimochic (Chao y Virú) se vienen empleando una colmena portanúcleo de cinco marcos para la crianza de reinas con relativo éxito (Alayo, 2015).

Las colmenas para la crianza de reinas requieren de una preparación conveniente o adecuada considerando como aspectos importantes la reserva de alimento, cría operculada y cría abierta; además se deben tener colmenas de apoyo, pues se requiere reforzar continuamente cuadros con cría que secreten jalea real a la cámara de producción; en la parte inferior (cámara de cría) se encuentra la reina a la cual se le impide el paso a la cámara superior por medio del excluidor; a esta colmena de incubación debe suministrársele una alimentación de 2:1, dos de azúcar por una parte de agua (Corpoica, 2012).

Por otro lado Fert (2013), indica que Las colmenas criadoras de reinas tienen la función de transformar los inicios artificiales (cúpulas, larvas jóvenes y jalea real) en celdas reales; estas colonias, al igual que aquellas que participan en la crianza, están rigurosamente tratadas contra el desarrollo de la varroa; recordemos que este ácaro puede además parasitar las larvas de las reinas, produciendo malformaciones e incluso la muerte de éstas.

2.3. CRITERIOS O CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN LA CRIANZA DE REINAS

Figini (2015), explicó en una entrevista que, utilizando registros se puede evaluar la eficiencia del proceso de crianza de reinas, teniendo como parámetros a utilizar la aceptación de las larvas a las 24 horas, cantidad de celdas operculadas y porcentaje de nacimiento.

Curbelo et al. (2009), estudiaron los porcentajes de aceptación de larvas y nacimientos de reinas luego de la introducción de 15 larvas en el proceso de crianza artificial, obteniendo los resultados de 60% y 44% respectivamente.

Simbaña (2015), obtuvo un porcentaje de aceptación de larvas de 81.57% a las 24 horas del traslarve y un 73.68% de aceptación de celdas reales a las 72 horas. En relación al porcentaje de reinas emergidas obtuvo un 89.28% con respecto al número de aceptaciones de las celdas reales.

Ballesteros y Efrén (2007), valoraron la producción de jalea real en un apiario localizado en un ecosistema de trópico alto; a fin de, evaluar tres tratamientos representados en colmenas de recría de diez, ocho y seis marcos, cada uno con tres repeticiones; se estimó el porcentaje de aceptación y la cantidad de jalea real por cúpula; en las colmenas de recría de seis marcos la temperatura interna fue más constante que en los demás tratamientos (mínima 30 °C y máxima 38 °C), presentando un rango de temperatura óptima entre 34 y 35 °C, factor de gran importancia ya que este tipo de colmena de recría produjo la mayor

cantidad de jalea real por transferencia (15.973 mg) con una aceptación de cúpulas del 86.3% y una producción promedio por cúpula aceptada de 308.5 mg.; las colmenas de recría de ocho marcos presentaron una temperatura mínima de 26 °C y una máxima de 36 °C, con una producción de 7.976 mg por transferencia, una aceptación de 72% y una producción promedio por cúpula aceptada de 185.3 mg; las colmenas de recría de diez marcos presentaron una temperatura mínima de 22 °C y una máxima de 34 °C, una producción de 6.364 mg por transferencia, una aceptación del 51% y una producción promedio por cúpula aceptada de 208 mg.

Según Fert (2013), indica que con un poco de práctica con el método de trasvase de larvas se garantiza una tasa de aceptación del 95%. Además, todos los criadores de reinas le dan mucha importancia al tiempo que tardan en introducir las larvas. Cuanto más corto sea mejor será la reina, ya que su alimentación no se habrá interrumpido. Asimismo, menciona que la familiarización permite obtener un porcentaje superior de aceptación de cúpulas trasvasadas; esta familiarización se realiza preferentemente justo antes de efectuar el trasvase; para conseguirlo, se debe introducir durante dos o tres horas los listones de cúpulas nuevas y regarlos con jarabe en una colonia; por otro lado, indica que la mayoría de los criadores profesionales consideran que la calidad y la cantidad de alimentación de las larvas al inicio de su desarrollo es determinante para obtener reinas de calidad. Finalmente, menciona que los puntos fundamentales para obtener reinas de calidad se basan en una rigurosa selección tanto entre las colonias madre como en las criadoras, colmenas especialmente bien llenas, mucho polen a disposición de las nodrizas, una alimentación de jarabe, aunque sea muy ligero, tras cada manipulación y que las larvas de injerto sean lo más pequeña posible; que transcurra el tiempo lo más breve posible entre el momento del injerto y la introducción en la iniciadora de las cúpulas injertadas.

El porcentaje de larvas aceptadas y de celdas reales construidas disminuirá conforme al número de larvas introducidas; por ello, entre más larvas se introduzcan, el porcentaje de larvas aceptadas y la cantidad de alimento que estas reciban será menor, con lo que se corre el riesgo de producir reinas que no desarrollen completamente, afectando de este modo el número de reinas obtenidas en la crianza; colonias débiles producen reinas inferiores y no

son adecuadas para ser usadas (Taringa, 2010). Asimismo, se menciona que la aceptación de las larvas por parte de las nodrizas tiene que ser superior al 85% , de ser así se trata de un buen porcentaje de aceptación , caso contrario cuando se obtiene un porcentaje inferior se procede a tomar las cúpulas no aceptadas y se realiza un segundo traslarve (Acuña, 2010).

Ramírez (2006), refiere que 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 después, las obreras comienzan a perseguirla, lamiendo y tocando su cabeza con sus antenas y patas delanteras; alimentándola 3 ó 4 veces al día. En los días siguientes, mientras la reina se prepara para realizar sus vuelos de orientación y fecundación, se presenta cierto grado de agresividad hacia ella, ya que 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.

Valega (2007), menciona que desde el quinto día después del traslarve hasta la víspera de la eclosión, unos 11 días después, las celdas reales pueden terminar su desarrollo en una incubadora, pudiendo usarse un pequeño armario climatizado a una temperatura constante de unos 35°C y una humedad relativa del 75% que van a permitir el nacimiento de las reinas.

De acuerdo a García (2001), en un estudio de costo e ingreso de la crianza de reinas, determinó que se espera como mínimo un 50% de reinas emergidas luego de hacer el traslarve; este valor es importante para comprobar la eficacia en crianza de reinas. El mismo autor (2013), menciona que la calidad de las reinas de las colmenas es el resultado no sólo de la genética sino también de las condiciones y cuidados recibidos en todo el proceso de crianza.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y ÉPOCA

El trabajo comparativo de eficacia de tipos de colmena en la crianza de reinas se llevó a cabo en el colmenar de 60 colmenas del Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA – La Molina) perteneciente al Departamento de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde se cría la abeja *Apis mellifera L.* correspondiente al cruce genético Italiana x Carniola. La investigación se realizó en el periodo de Enero 2015 a Enero 2016, habiéndose realizado determinaciones cuantitativas definitivas de Marzo a Mayo 2015 bajo condiciones medio ambientales naturales con valores de temperatura y humedad relativa promedios de 22.68 °C y 73.41%, respectivamente (cuadro 1); registrados por la estación meteorológica Alexander Von Humboldt de la UNALM.

Para el experimento, se acondicionaron tres colmenas criadoras de reinas, una de ellas constituida por una colonia de abejas contenida en una colmena portanúcleo de cinco marcos a la cual se le denominó Colmena Criadora de Reinas tipo Portanúcleo (fig. 1); otra estuvo constituida por una colonia de abejas acondicionada en un cuerpo de colmena Estándar Americana con diez marcos a la que se le denominó Colmena Criadora de Reinas de un Cuerpo (fig. 2); y la última, por estar acondicionada en una colmena Estándar Americana de dos cuerpos con diez marcos cada una y con rejilla excluidora, fue denominada Colmena Criadora de Reinas de dos Cuerpos (fig. 3).

En todos los casos las colonias de abejas tuvieron siempre una alta población de abejas obreras nodrizas, pero sin reina, excepto la colmena de dos cuerpos. Por otra parte, las restantes colmenas del colmenar sirvieron de apoyo en la investigación.

Cuadro 1. Promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento registrados por la estación meteorológica Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina durante el periodo de estudio; La Molina, 2015

Mes	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m/s)
Febrero	24.20	70.54	2.66
Marzo	24.07	71.68	2.38
Abril	22.07	75.26	2.12
Mayo	20.37	76.15	1.94

Fuente: SENAMHI (2015)



(a)



(b)

Figura 1. Colmena criadora de reina tipo portanúcleo. Vista lateral externa (a), vista superior interna (b)



(a)



(b)

Figura 2. Colmena criadora de reinas de un cuerpo. Vista lateral externa (a), vista superior interna (b)



(a)



(b)

Figura 3. Colmena criadora de reinas de dos cuerpos. Vista lateral externa (a), vista superior interna (b)

3.2. DEL MANEJO DE LAS ABEJAS

Las colonias de abejas en el colmenar referido fueron sometidas a un manejo técnico convencional que entre otras cosas implica un adecuado manejo en los aspectos de nutrición, sanitario y reproductivo.

Para la crianza de reinas se empleó el método DOOLITTLE, procedimiento más utilizado en el mundo para la crianza masiva artificial de reinas, el cual, entre otros materiales, emplea cúpulas de cera, jalea real y aguja de traslarve.

Cabe destacar que, en el desarrollo del estudio, se practicó un suministro continuo de alimento artificial de tipo energético y proteico (cuadro 2) con fines de obtener altos niveles poblacionales de abejas.

Para la preparación de la dieta energética se utilizó azúcar y agua, en una proporción de dos a uno respectivamente, asimismo, se agregó un limón por cada dos kilos de azúcar.

Por su parte, para la preparación de la dieta proteínica se utilizó agua, azúcar y una mezcla de harinas en partes iguales, siendo la proporción dos de azúcar por uno de agua y 100 g por litro de agua concerniente al complejo proteico. Entre las harinas utilizadas fueron: Harina de haba, harina de kiwicha, harina de arvejas, harina de quinua, chochoca, además se le agregó polen y leche en polvo en cantidades pequeñas; en ambas dietas se sometieron a cocción y luego se procedió a embolsar.

También, antes de las pruebas definitivas, se efectuó un tratamiento a todas las colmenas, incluidas las colmenas criadoras de reinas, con una fórmula compuesta por 40 g de azúcar impalpable, 2.5 g de oxitetraciclina y 2.5 g de ácido oxálico para el control simultáneo de varroasis y loque europea.

Cuadro 2. Fórmula de la dieta energética y proteica empleadas en la nutrición de abejas durante la investigación. La Molina – Lima, 2015

Insumos	Unidad	Dieta Energética	Dieta Proteica
Agua	L	1	1
Azúcar *	Kg	2	2
Limón	Unidad	1	1
Harina de haba	g		100 g de una mezcla de harinas en partes iguales/L de agua
Harina de kiwicha			
Harina de arveja			
Harina de quinua			
Chochoca			
Polen	g		10 g/L de agua
Leche en polvo	g		40 g/L de agua

* Proporción de 2 a 1 respecto al agua y limón

3.3. MATERIALES

3.3.1. MATERIALES DE MANEJO DE COLMENAS Y PROTECCIÓN DEL APICULTOR

- ❖ Careta: confeccionado en tocuyo, porta un sombrero con dispositivos de ajuste al cuerpo y tiene la función de proteger al apicultor de picaduras.
- ❖ Ahumador: dispositivo cilíndrico de latón galvanizado con abertura en su extremo agudo, utilizado para avivar el combustible constituido de hojas secas.
- ❖ Cepillo: consiste en un mango y soporte de madera provisto de cerdas largas y suaves para retirar abejas de panales.
- ❖ Palanca: barra de hierro galvanizado o de acero con extremos biselados, sirve para despegar y limpiar todas las partes de la colmena.
- ❖ Fósforos y papel periódico: utilizados para el encendido del ahumador.

3.3.2. COLMENAS CRIADORAS DE REINAS

Se acondicionaron tres tipos de colmenas criadoras de reinas: Colmena Criadora de Reinas tipo Portanúcleo, Colmena Criadora de Reinas de un Cuerpo y Colmena Criadora de Reinas de dos Cuerpos.

A. COLMENA CRIADORA DE REINAS TIPO PORTANÚCLEO

Fabricada en madera con dimensiones de 50 cm. de largo por 20 cm. de ancho y una altura de 27 cm., no consta de partes móviles, contiene cinco marcos o bastidores de los cuales fueron destinados tres para panales con cría operculada de obrera y dos panales para reserva de alimento, una característica importante es la ausencia de reina; La población total fue de 10,000 abejas aproximadamente. Otra característica es su estructura simple y su fácil acondicionamiento. La distribución de los marcos fue tal como se muestra en la figura 4.

B. COLMENA CRIADORA DE REINAS DE UN CUERPO

Estuvo conformada por una colmena estándar americana semi completa (colmena de un cuerpo); fabricada en madera, con dimensiones estandarizadas (50.5 cm de largo por 41 cm de ancho y 23.5 cm de alto) y consta de partes móviles: Piso, primer cuerpo de colmena con diez marcos o bastidores, entretapa y tapa. Del total de bastidores, seis fueron destinados para panales con cría operculada de obrera y cuatro panales para reserva de alimento; esta colmena no cuenta con reina y fue en el primer cuerpo donde se realizó la crianza de reinas. La población total fue de 25,000 abejas aproximadamente; la distribución de los marcos fue tal como se muestra en la figura 5.

C. COLMENA CRIADORA DE REINAS DE DOS CUERPOS

Estuvo conformada por una colmena estándar americana completa (colmena de dos cuerpos). Fabricada en madera, con dimensiones estandarizadas (50.5 cm de largo por 41 cm de ancho y 47 cm de alto), y consta de partes móviles: Piso, primer cuerpo de colmena con diez marcos o bastidores, rejilla excluidora, segundo cuerpo de colmena con diez marcos o bastidores, entretapa y tapa; además cuenta con una lámina de metal delgada en

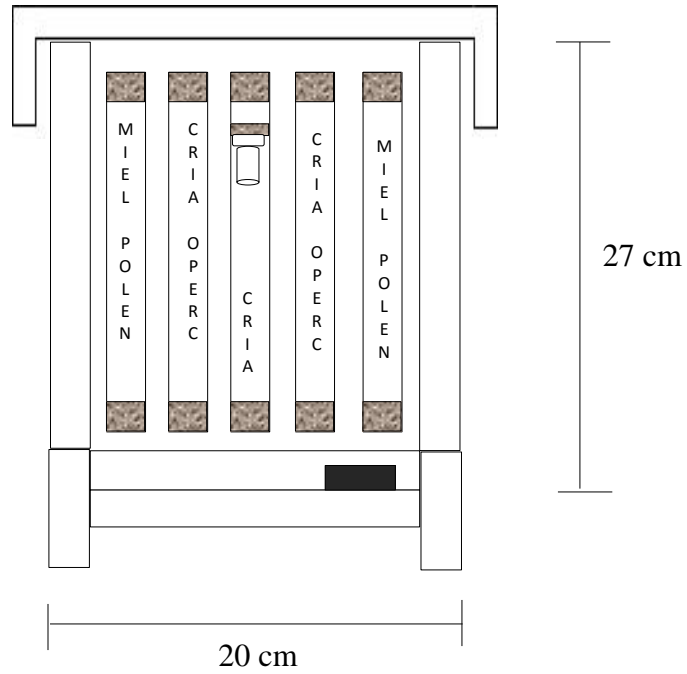


Figura 4: Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas tipo portanúcleo

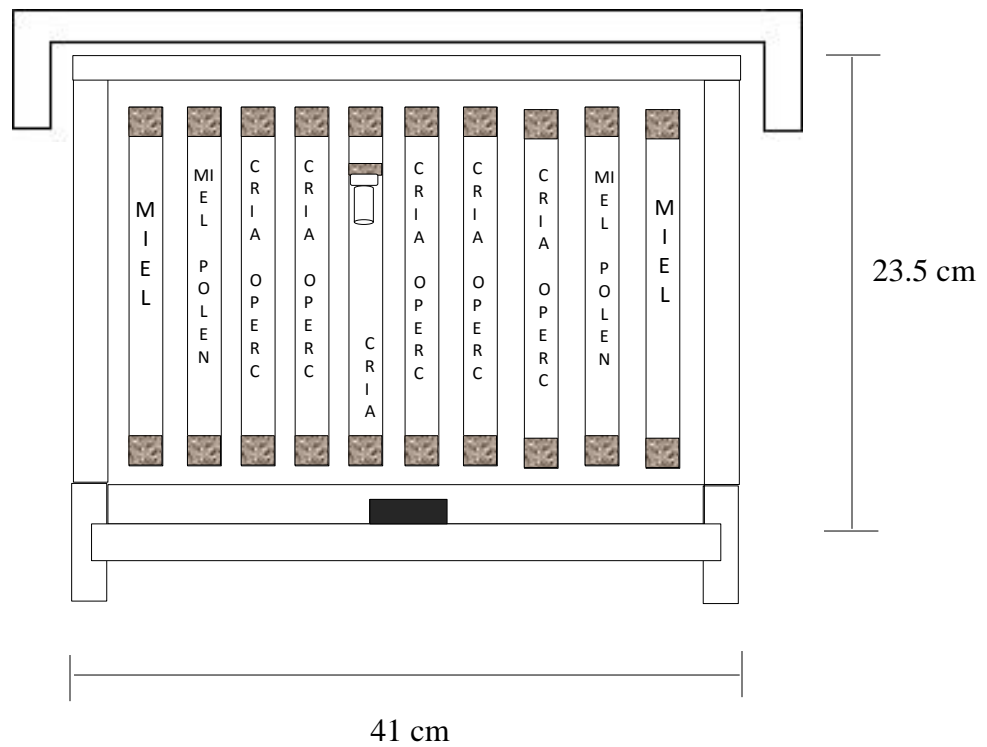


Figura 5: Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas de un cuerpo

medio de los dos cuerpos de colmena. Del total de bastidores, diez fueron destinados para panales con cría operculada de obrera y los diez restantes para panales con reserva de alimento. Esta colmena cuenta con reina en el primer cuerpo y en el segundo cuerpo es donde se realizó la crianza de las mismas. La población total fue de 50000 abejas aproximadamente con alta población de obreras jóvenes; la distribución de los marcos fue tal como se muestra en la figura 6.

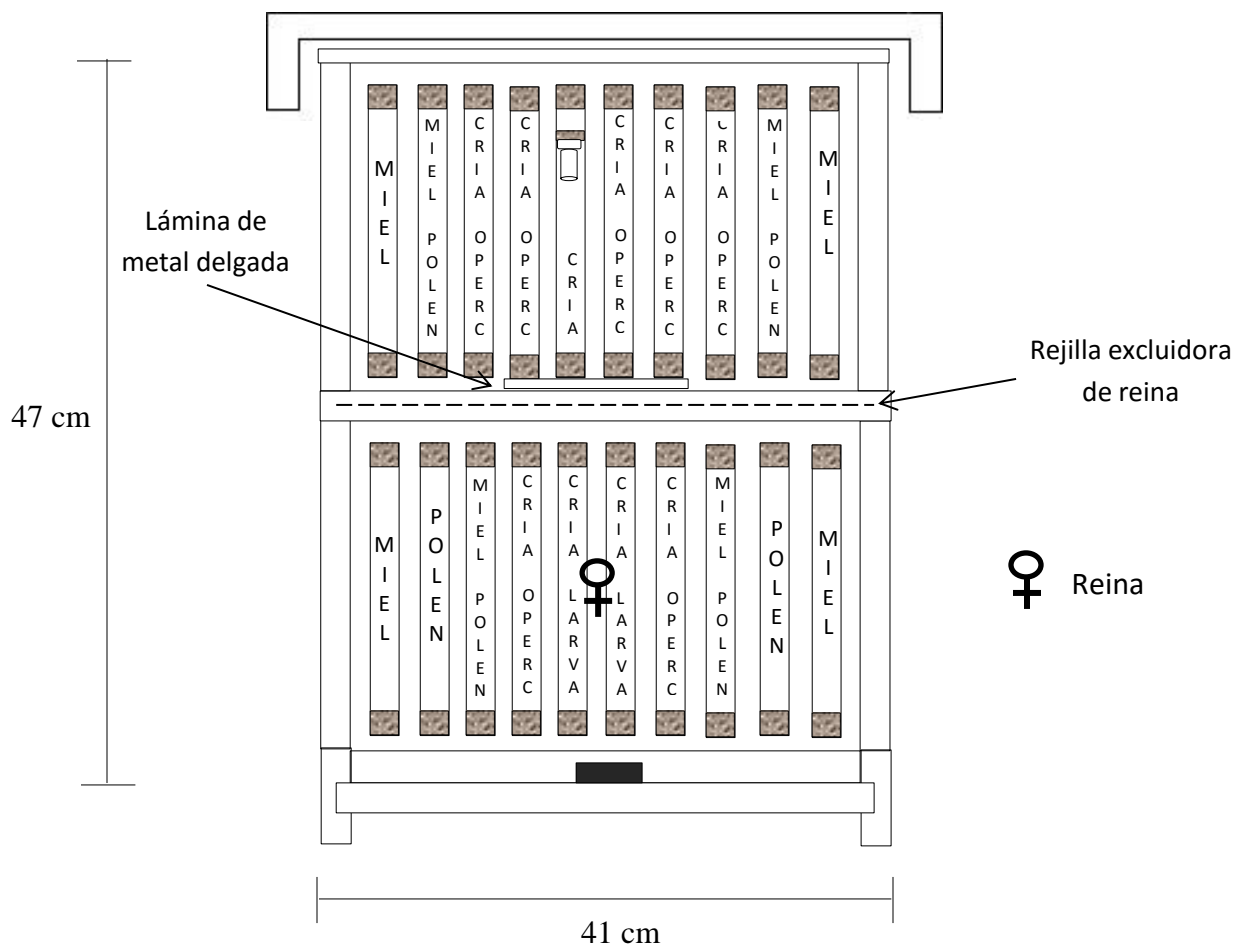


Figura 6: Distribución de los marcos en una colmena criadora de reinas de dos cuerpos

3.3.3. COLMENA MADRE

Colmena o colmenas de buena calidad genética que proveen de larvas recién nacidas para hacer el traslarve.

3.3.4. COLMENAS DE APOYO

Conformadas por colmenas estándar americana de un solo cuerpo y de dos cuerpos, con presencia de reina, proveen de cría operculada de obrera a las colmenas criadoras de reinas para reforzar estas colmenas con abejas nodrizas.

3.3.5. MATERIALES PARA LA CRIANZA DE REINAS

- ❖ Cera. La cera debe ser 100% pura.
- ❖ Cúpulas de cera. Son estructuras parecidas a las bases de las celdas reales que se elaboran con cera de abejas mediante el empleo de un molde especial para hacer cúpulas, sirven de soporte para la jalea real y la larva (fig. 7).
- ❖ Molde para cúpulas. Es un pequeño objeto de silicona, usado para la elaboración de cúpulas de cera (fig. 8).
- ❖ Bastidor o marco porta barras. Marco parecido al marco de una colmena estándar, pero sin alambres; son el soporte de las barras porta cúpulas.
- ❖ Barras porta cúpulas. Son el soporte de las unidades porta cúpulas (fig. 9).
- ❖ Unidades porta cúpulas. Material de plástico provisto de una concavidad para albergar las cúpulas de cera (fig. 10).
- ❖ Navaja u hoja de afeitar tipo Gillette. Empleado para recortar las cúpulas de cera a un tamaño adecuado.
- ❖ Panal con larvas recién nacidas. Es un panal que contiene larvas de uno o dos días de nacidas, y que se retira de una colmena madre.
- ❖ Aguja de traslarve. Tiene un extremo aplanado lo cual permite la transferencia de las larvas sin lastimarla (fig. 11).
- ❖ Paleta colectora de jalea real. Usado para facilitar la mezcla y dilución de la jalea real en agua.



Figura 7. Cúpulas de cera



Figura 8. Molde para cúpulas

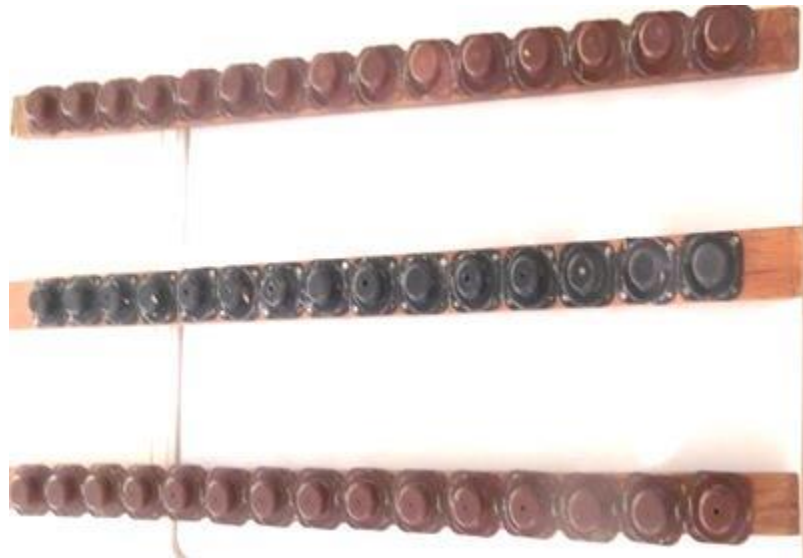


Figura 9. Barras porta cúpulas



Figura 10. Porta cúpulas

- ❖ Papel toalla.
- ❖ Alcohol de 96°. Utilizado para desinfectar materiales.
- ❖ Linterna. Usado para alumbrar el fondo de las celdas del panal para facilitar el recojo de las larvas con la aguja de traslarve.
- ❖ Jaulas Benton. Usado para trasladar y mantener las reinas en otras colmenas.
- ❖ Jaulas Benton tipo pistolita. Para trasladar a las reinas.
- ❖ Jaulas de nacimiento de reinas tipo rulo. Para proteger a las reinas nacidas (fig. 12).
- ❖ Tapers. Para transportar todos los materiales de crianza de reinas.

3.3.6. MATERIALES DE OFICINA

- ❖ Computadora.
- ❖ Impresora.
- ❖ Material de escritorio (goma, chinchas, lapiceros, plumones, papel bond)

3.3.7. INSUMOS

- ❖ Azúcar rubia
- ❖ Agua de mesa
- ❖ Limón
- ❖ Harina de haba
- ❖ Harina de kiwicha
- ❖ Harina de arveja
- ❖ Harina de quinua
- ❖ Chochoca
- ❖ Cera estampada
- ❖ Polen
- ❖ Leche en polvo
- ❖ Oxitetraciclina



Figura 11. Aguja de traslarve



Figura 12. Jaulas de nacimiento de reinas

- ❖ Ácido Oxálico
- ❖ Azúcar impalpable
- ❖ Panal con larvas de menos de tres días de edad
- ❖ Jalea real
- ❖ Núcleos de abeja

3.3.8. OTROS

- ❖ Cocina a gas
- ❖ Refrigeradora
- ❖ Ollas
- ❖ Bolsas de plástico de medida 13 x 19 cm
- ❖ Rejilla excluidora de reina
- ❖ Banquillo
- ❖ Mesa: utilizado para el traslarve (fig. 13)
- ❖ Alimentador DOOLITTLE
- ❖ Balanza de precisión
- ❖ Cable de internet
- ❖ Conectores de cable internet
- ❖ Gillette
- ❖ Papel Kraft
- ❖ Disco de corte 14”
- ❖ Disco de corte 7”
- ❖ Soldadura azul



Figura 13. Mesa para el traslarve

3.4. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio, se efectuaron trabajos de acondicionamiento de la colmena madre y las colmenas criadoras de reinas.

3.4.1. ACONDICIONAMIENTO Y MANEJO DE COLMENAS

El acondicionamiento tuvo una duración de 45 días. Es una etapa previa a la crianza de reinas en la que consistió en seleccionar la colmena madre teniendo en cuenta la docilidad de la colonia y la buena postura por parte de la reina, en esta etapa se proporcionó una alimentación estimulante (fig. 14) y se aplicó un tratamiento preventivo contra loque y varroa (fig. 15) a todas las colmenas (colmenas criadoras de reinas y colmenas de apoyo). Con respecto a las colmenas de apoyo, fueron seleccionadas aquellas que presentaban buena reserva de alimento y buena cantidad de cría operculada.

Las colmenas criadoras de reinas fueron revisadas con una frecuencia de dos veces por semana; a la colmena portanúcleo se le retiró la reina quedando horfanizada, asimismo se colocó dos a tres panales de cría operculada de obrera por semana a fin de obtener una alta población sobre todo de nodrizas (fig. 16) y ante la presencia de celdas reales se procedió a eliminarlas (fig. 17). A la colmena de un cuerpo, también se le retiró la reina, se colocó tres a cuatro panales de cría operculada de obrera por semana dando como resultado una alta población de nodriza y en presencia de celdas reales se procedió a eliminarlas. Respecto a la colmena de dos cuerpos, sobre el primer cuerpo se colocó una rejilla excluidora de reina la que a su vez presentó una ranura a forma de piquera, ésta rejilla permitía la presencia de la reina en el primer cuerpo de colmena, llevándose a cabo la crianza de reinas en el



Figura 14. Alimentación estimulante



Figura 15. Tratamiento contra varroa y loque europea



Figura 16. Panal de cría operculada de obreras



Figura 17. Eliminación de celdas reales

segundo cuerpo de colmena; asimismo se colocó sobre la rejilla excluidora de reina una lámina de metal delgada y tres a cuatro panales de cría operculada de obrera por semana.

A las tres colmenas criadoras de reinas se le proporcionó semanalmente una dieta energética y proteínica; y, un mes antes del traslarve se aplicó el tratamiento contra loque y varroa.

3.4.2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Se realizaron crianzas de reinas con intervalos de 20 días, cada crianza constituyó una repetición y dentro de cada repetición se consideró 15 individuos en crianza. Se evaluó número de cúpulas con larvas aceptadas, número de celdas reales operculadas, número de reinas emergidas, periodo de pre operculación y periodo de post operculación.

Posterior a la crianza, una vez obtenidas las reinas, éstas fueron introducidas en colmenas estándar americana de dos cuerpos a fin de evaluar la supervivencia de las reinas por un tiempo de diez días.

3.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Con la finalidad de determinar la eficacia de las colmenas antes indicadas en la crianza de reinas, se planteó un experimento bajo el diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones (Cuadro 3), los tratamientos estuvieron constituidos por los tres tipos de colmenas criadoras de reinas, en tanto que las cuatro repeticiones estuvieron referidas a cuatro oportunidades de crianza de reinas en número de 15 unidades por vez y por colmena, siendo en todos los casos cada unidad de reina la unidad a observar para toma de datos (Ver anexo 9 al 34).

Cuadro 3. Esquema del diseño completamente al azar (DCA) empleado en el experimento. La Molina – Lima, 2015

Repeticiones	TRATAMIENTOS		
	T1 Colmena Portanúcleo	T2 Colmena de un cuerpo	T3 Colmena de dos cuerpos
I	x	x	x
II	x	x	x
III	x	x	x
IV	x	x	x
Total	x	x	x
Promedio	x	x	x

X: dato correspondiente a la variable en evaluación.

3.4.4. CRIANZA DE REINAS

Para la crianza de reinas propiamente dicha, se utilizó el método DOOLITTLE, también conocido como de transferencia de larvas. Este método es utilizado por los criadores de reinas en todo el mundo. Se utilizaron cúpulas de cera; para elaborar las cúpulas se utilizó un molde de silicona. El molde se introdujo en agua fría durante unos cinco segundos a fin de que el molde quede suficientemente húmedo para evitar que la cera fundida se adhiera. Se calentó cera de abejas a fuego lento y cuando se derritió se sumergió el molde a un centímetro de profundidad en un tiempo de dos segundos y se volvió a introducir, posterior a ello se sumergió en agua fría y con un movimiento de torsión suave se retiró la cúpula procurando no deformarla.

Las cúpulas de cera fueron fijadas en los porta cúpulas y éstas a su vez del mismo modo se fijaron en la barra de madera. Esta barra fue colocada en un marco porta barras el cual consiste en un bastidor sin alambres dividido horizontalmente en dos partes mediante dos barras de madera.

Para la transferencia de las larvas se utilizó la aguja de traslarve, este material permite coger una larva de la celda seleccionada y colocarla en la cúpula de cera sin lastimarla. Se colocó una larva de menos de tres días de edad en cada cúpula haciendo un total de quince larvas transferidas en cada colmena criadora de reinas. Posterior a ello se hicieron las evaluaciones respectivas. El traslarve se llevó a cabo cerca al colmenar, bajo la sombra de un árbol, con ambiente fresco, evitando que el sol incida sobre los materiales de trabajo, menos aún sobre el panal de larvas, ya que éstas se deshidratan con facilidad.

3.4.4.1. PROCEDIMIENTO DE CRIANZA DE REINAS

El procedimiento de crianza de reinas es el siguiente:

- a) Limpieza y desinfección de todos los materiales utilizados en la crianza (Barras porta cúpulas, molde de goma, unidades porta cúpulas, aguja de traslarve, jaulas benton, jaulas nacedoras y mesa de traslarve).
- b) Fundido de cera de abejas en baño maría (fig. 18)
- c) Elaboración de cúpulas de cera (fig. 19)
- d) Colocación de las cúpulas de cera en las porta cúpulas (fig. 20)
- e) Recorte de los bordes de las cúpulas de cera (fig. 21)
- f) Fijación de los porta cúpulas en la barra de madera (fig. 22)
- g) Colocación de las barras de madera con porta cúpulas en el marco porta barras.
- h) Eliminación de celdas reales presentes en las colmenas criadoras.
- i) Introducción del marco porta barras con cúpulas en la colmena criadora de reinas por un tiempo de dos horas. Operación conocida con el nombre de “familiarización”
- j) Pasado el tiempo, retiro del marco porta barras con cúpulas y llevado hacia el lugar donde se realizará el traslarve.
- k) Desinfección de los materiales de traslarve haciendo uso de alcohol 96°
- l) Colocación de una gota de jalea real diluida en cada cúpula (fig. 23)
- m) Realización del traslarve (fig.24), en cada cúpula con jalea real diluida poner una larva de menos de tres días de edad (fig. 25) procedente de la colmena madre previamente seleccionada haciendo uso de la aguja de traslarve. Mantener la barra con las cúpulas, y la abertura orientadas hacia arriba y dentro de un táper (fig. 26). A cada colmena se le colocará un marco con 15 cúpulas conteniendo una larva por cúpula (fig. 27).
- n) Terminado el traslarve, colocación de las barras porta cúpulas en el respectivo marco porta barras, y luego éste dentro de la colmena criadora de reinas (fig. 28). Finalmente se cierra la colmena.

En la figura 29 se presentan los pasos más saltantes del proceso de crianza de reinas, a modo de un diagrama de flujo.



Figura 18. Fundición de cera de abejas en baño maría



Figura 19. Elaboración de Cúpulas de cera

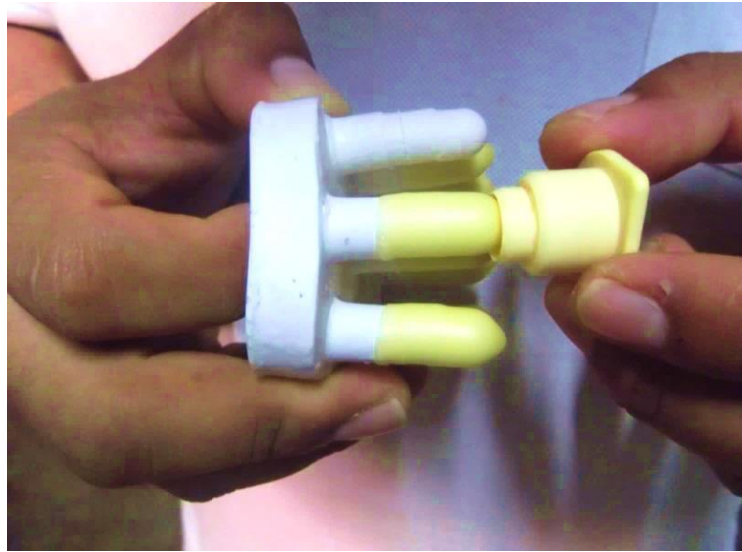


Figura 20. Colocación de las cúpulas de cera en las porta cúpulas

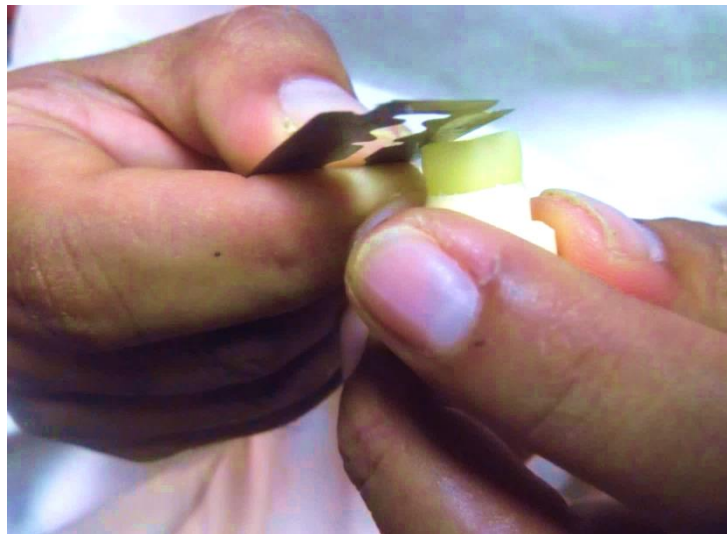


Figura 21. Recorte del borde de la cúpula

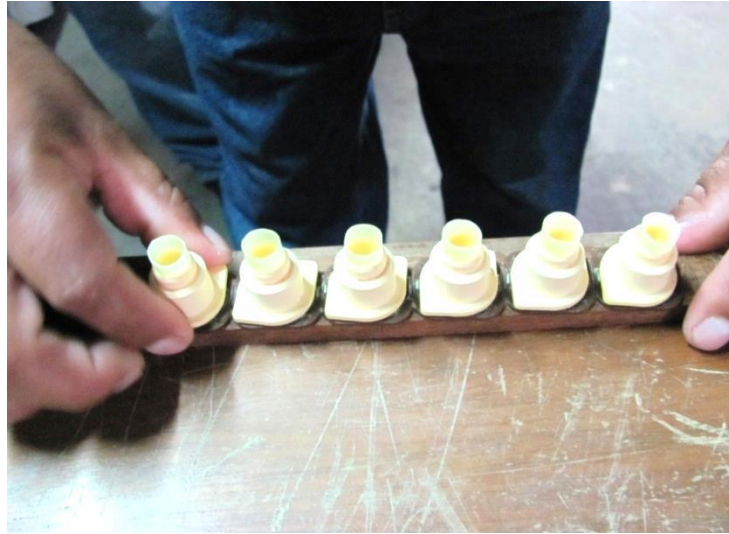


Figura 22. Fijación de porta cúpulas en barra de madera



Figura 23. Colocación de una gota de jalea real diluida en cada cúpula.



Figura 24. Traslarve

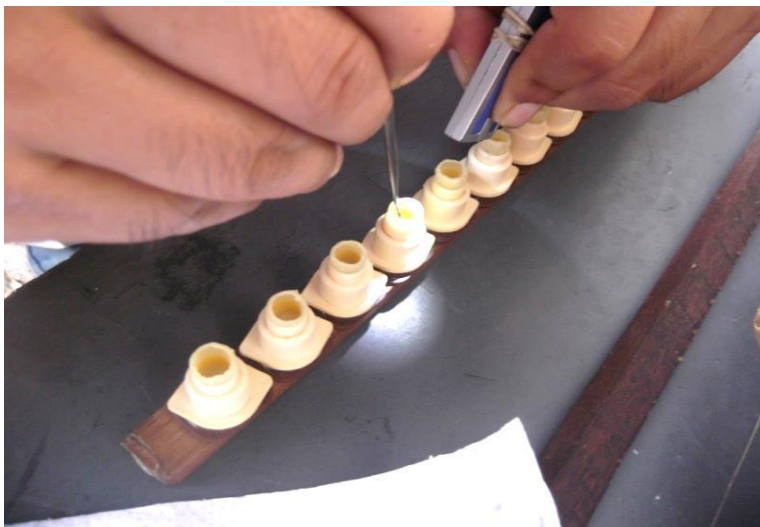


Figura 25. Larvas introducidas en el interior de las cúpulas

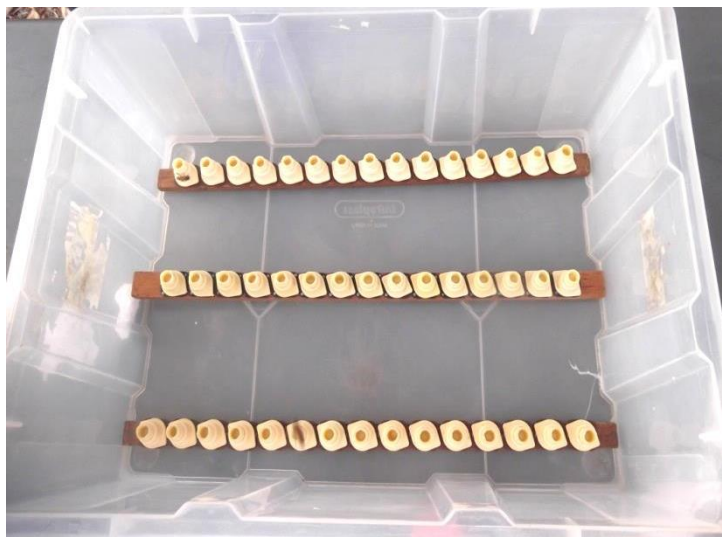


Figura 26. Porta cúpulas con larvas listas para ser colocadas en el marco porta barras



Figura 27. Marco porta barras lista para ser colocada en la colmena criadora



(a)



(b)



(c)

Figura 28. Introducción del marco porta barras con cúpulas en las colmenas criadoras de reinas. Colmena portanúcleo (a), colmena de un cuerpo (b), colmena de dos cuerpos (c)

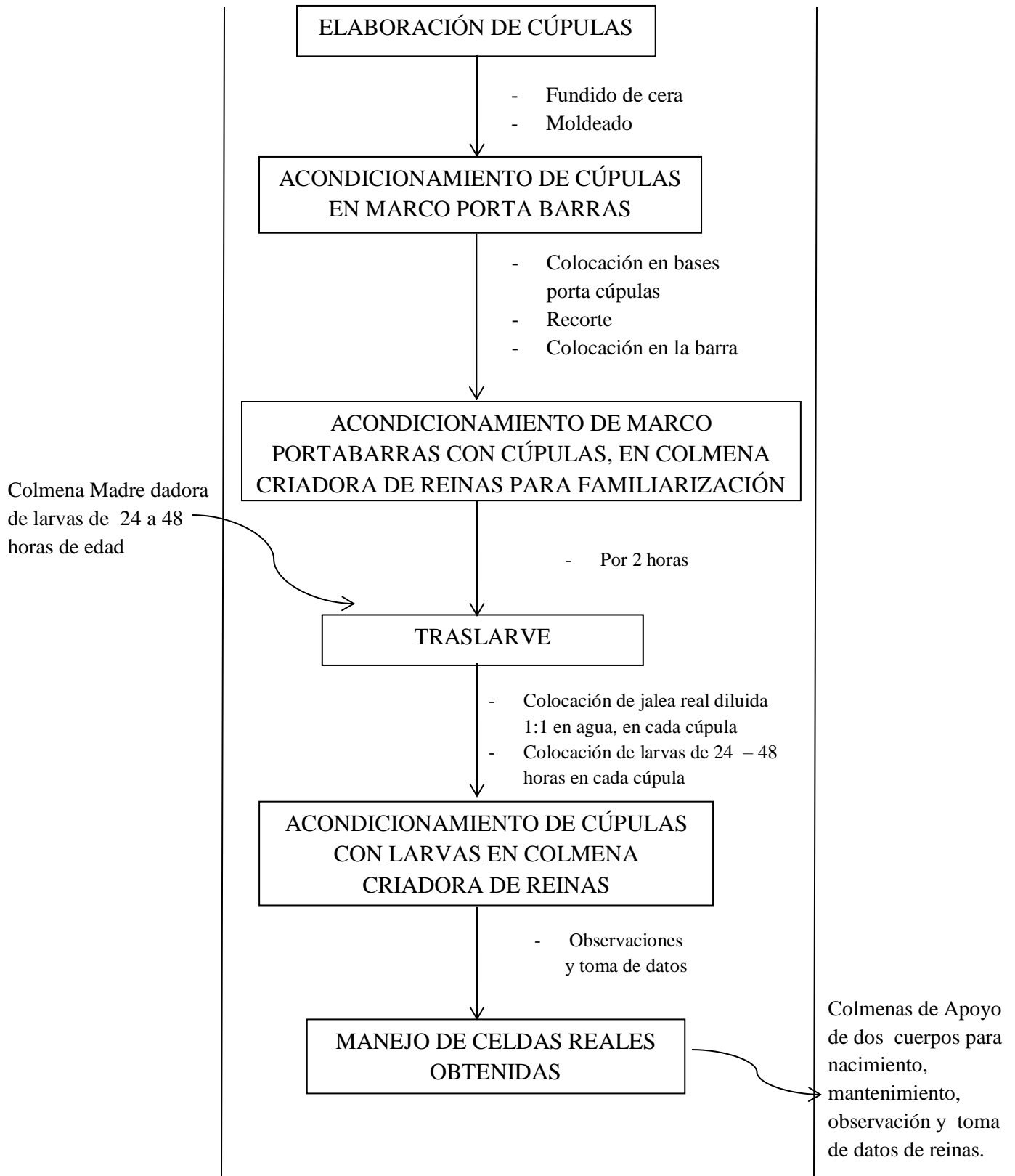


Figura 29. Diagrama de flujo del proceso de crianza de reinas

3.4.5. DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE TRES TIPOS DE COLMENAS

Para la determinación de la eficacia se consideraron las siguientes variables:

A. VARIABLES EN ESTUDIO

- Número de cúpulas con larvas aceptadas.
- Número de celdas reales operculadas.
- Número de reinas emergidas.
- Número de reinas sobrevivientes en un periodo post-emergente de diez días.

B. DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

Para determinar la eficacia en la crianza de abejas reinas, se hicieron registros de los resultados de la crianza de acuerdo a los parámetros que se indican en el cuadro 4.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante la prueba del rango múltiple de Duncan, a través del programa SAS, con un nivel de confianza de 95%.

Para fines de determinación de la duración del ciclo biológico se efectuaron observaciones breves en los días posteriores al traslarve hasta el momento de la emergencia de las reinas.

Cuadro 4. Parámetros ordenados para determinar la eficacia en la crianza de abejas reinas.
La Molina – Lima, 2015

	PARÁMETROS EVALUADOS
1	Porcentaje de cúpulas con larvas aceptadas
2	Porcentaje de celdas reales operculadas
3	Porcentaje de reinas emergidas
4	Tasa (%) de supervivencia de las reinas en un periodo de tiempo de diez días

a) PORCENTAJE DE CÚPULAS CON LARVAS ACEPTADAS (PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN)

Una cúpula con larva aceptada es una estructura de cera a modo de celda, en cuyo interior se encuentra la larva de la futura reina en una cierta cantidad de jalea real.

Para determinar el número de cúpulas con larvas aceptadas, las evaluaciones se hicieron 48 horas después del traslarve (fig. 30).

Para determinar el porcentaje de aceptación, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Ia = \frac{La \times 100}{Lt}$$

Ia = Índice de aceptación

La = Larvas aceptadas

Lt = Larvas traslarvadas

b) PORCENTAJE DE CELDAS REALES OPERCULADAS (PORCENTAJE DE OPERCULACIÓN)

Una celda real operculada es una estructura de cera, alargada y ensanchada en su base y parte media, en su extremo apical en forma un tanto cónica, en cuyo interior desarrolla la reina. Está dirigida hacia abajo y presenta el ápice cerrado.

Para determinar el número de celdas reales operculadas, las evaluaciones se hicieron nueve días después del traslarve (fig. 31). Para determinar el porcentaje de celdas reales operculadas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Io = \frac{Cro \times 100}{La}$$

Io = Índice de operculación

Cro = Celda real operculada

La = Larva aceptada



Figura 30. Aceptación de larvas a las 48 horas después del traslarve



Figura 31. Celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve

c) PORCENTAJE DE REINAS EMERGIDAS

Una reina emergida es aquella reina nacida de una celda real, la cual para hacerlo corta el ápice de la celda real u opérculo, y que se encuentra en actividad dentro de la jaula de nacimiento.

Para determinar el número de reinas emergidas, las evaluaciones se hicieron a los días 11 y 12 posterior al traslarve (fig. 32)

Para determinar el porcentaje de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Ie = \frac{Re \times 100}{Cro}$$

Ie = Índice de emergencia

Re = Reinas emergidas

Cro = Celda real operculada

Asimismo se determinó el porcentaje de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, aplicándose la siguiente fórmula:

$$Ie = \frac{Re \times 100}{Lt}$$

Ie = Índice de emergencia

Re = Reinas emergidas

Lt = Larvas traslarvadas



Figura 32. Reinas emergidas al interior de las jaulas de nacimiento.

d) TASA DE SUPERVIVENCIA DE LAS REINAS EN UN PERIODO DE TIEMPO DE DIEZ DÍAS

La tasa de supervivencia de las reinas, está referido al tiempo de vida de las reinas dentro de un periodo de 10 días, mantenidas en jaulas de nacimiento.

Para determinar este porcentaje, las reinas emergidas fueron colocadas en colmenas estándar de dos cuerpos con presencia de reina. Se realizó el seguimiento a las reinas hasta los diez días después de la emergencia como adulto (fig. 33). Para el cálculo del porcentaje se aplicó la siguiente fórmula:

$$Is = \frac{Rv \times 100}{Re}$$

Is = Índice de Supervivencia

Rv = Reinas vivas hasta los diez días

Re = Reinas emergidas

e) DETERMINACIÓN DE LA DURACIÓN DEL CICLO DE DESARROLLO EN REINAS

El ciclo de desarrollo en reinas se determinó considerando el periodo transcurrido desde el traslarve hasta la emergencia de la reina adulta. Para ello se sumó la duración de los periodos de pre-operculación (De traslarve a operculación) y de post- operculación (De operculación a emergencia de la reina).



Figura 33. Reinas post emergidas con un tiempo de vida de diez días

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados a manera de cuadros y figuras por separado, para la determinación de la eficacia de tres tipos de colmenas y la duración del ciclo de desarrollo de las reinas.

4.1. EFICACIA DE TIPOS DE COLMENAS CRIADORAS DE REINAS

La determinación de la eficacia de tres tipos de colmenas se hizo tomando como base los parámetros referidos a número de cúpulas con larvas aceptadas luego de 48 horas del traslarve, número de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, número de reinas emergidas y tasa de supervivencia de las reinas en un periodo de diez días.

4.1.1. CÚPULAS CON LARVAS ACEPTADAS LUEGO DE 48 HORAS DEL TRASLARVE

El cuadro 5 presenta valores de número y porcentaje promedios de cúpulas con larvas aceptadas luego de 48 horas del traslarve, en los diferentes tratamientos ensayados; en el anexo 1 se tienen valores individuales de cúpulas con larvas aceptadas según tipo de colmena ensayada.

El número de cúpulas con larvas aceptadas varió entre 13.75 y 14.50 con porcentajes de 91.7 a 96.7, valores registrados para la colmena portanúcleo y la colmena de un cuerpo, respectivamente. Respecto a este particular la colmena de dos cuerpos mostró valores intermedios entre los dos tratamientos antes indicados.

Los valores numéricos registrados para la variable estudiada son notablemente cercanos entre sí, mientras que los porcentajes se acercan al 100 por ciento.

Cuadro 5. Número y porcentaje promedios de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

		Cúpulas con larvas aceptadas luego de 48 horas	
Tipo de colmena criadora de reinas	n	Número de cúpulas	Porcentaje
Colmena portanúcleo	15	13.75 a (11 - 15)	91.70 a (73.3 - 100)
Colmena de un cuerpo	15	14.50 a (14 - 15)	96.70 a (93.3 - 100)
Colmena de dos cuerpos	15	14.00 a (13 - 15)	93.30 a (86.7 - 100)

n: número promedio de individuos evaluados.

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

Analizando estadísticamente los valores referidos, en número y porcentaje, para los tres diferentes tratamientos, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual sugiere que con cualquier colmena se puede obtener los mismos valores de larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve.

Los datos encontrados nos indican que los tratamientos ensayados permitieron obtener un adecuado número y porcentaje de aceptación de larvas posterior al traslarve. Con relación a esto es necesario manifestar que los porcentajes de aceptación, además de ser influenciados por el tipo de colmena o tratamiento, están relacionados a la pericia del apicultor durante el proceso de traslarve y el adecuado uso de las técnicas de crianza en general, entre otros aspectos.

Lo encontrado y referido en este ensayo se sustenta en lo manifestado por otros autores como Acuña (2010) quien manifiesta que un adecuado porcentaje de aceptación está sobre el 85%. En este mismo sentido Fert (s.f.) señala que una buena práctica de traslarve garantiza una aceptación de alrededor del 95%.

Al contrastar registros obtenidos para número y porcentaje promedio de cúpulas con larvas aceptadas con respecto al estudio realizado por Curbelo et al (2009) y Simbaña (2015), se puede notar que los valores obtenidos son satisfactorios.

Asimismo, se puede indicar que los datos que se han encontrado en el presente experimento, se asemejan a lo hallado por Ballesteros y Efrén (2007), quienes para colmenas de seis marcos reportan cúpulas con larvas aceptadas de 86.3%; mientras que en la Molina, para colmenas de cinco marcos, se obtuvo 91.7%. Es importante mencionar que en la colmena portanúcleo las abejas están apiñadas, se concentran a fin de mantener la temperatura constante, lo que favorece para que las nodrizas produzcan bastante jalea real y la destinen a las larvas.

La figura 34 nos muestra de una manera clara y objetiva los porcentajes promedios de cúpulas con larvas aceptadas entre tratamientos luego de 48 horas del traslarve, notándose que el tratamiento colmena de un cuerpo tuvo el mayor porcentaje de aceptación con 96.7%, mientras que el tratamiento colmena portanúcleo tuvo el menor porcentaje de aceptación con 91.7%.

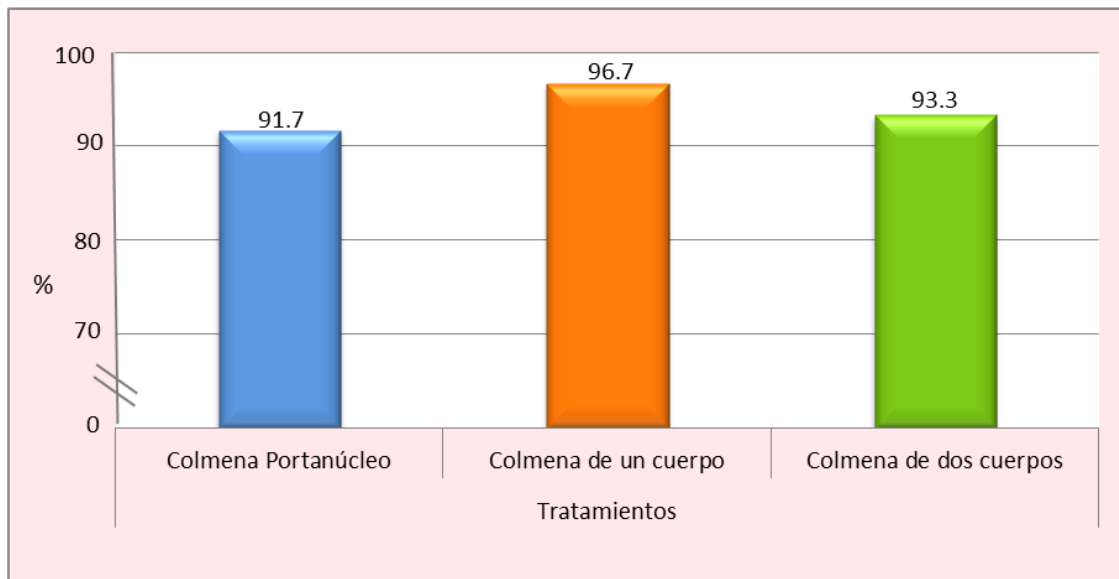


Figura 34. Porcentajes promedios de cúpulas con larvas aceptadas, después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

4.1.2. CELDAS REALES OPERCULADAS A LOS NUEVE DÍAS DEL TRASLARVE

El cuadro 6 presenta valores de número y porcentaje promedios de celdas reales operculadas luego de nueve días del traslarve, en los diferentes tratamientos ensayados. Todos los valores indicados se obtuvieron con respecto al número de cúpulas con larvas aceptadas; en el anexo 2 se tienen valores individuales de celdas reales operculadas según tipo de colmena ensayada.

El número de celdas reales operculadas en relación al número de cúpulas con larvas aceptadas varió entre 13.5 y 14.25, valores registrados para la colmena de dos cuerpos y la colmena de un cuerpo, respectivamente. Respecto a este particular, la colmena portanúcleo mostró valores intermedios entre los dos tratamientos antes indicados, alcanzando 13.75 celdas reales operculadas, sin embargo, al observar los valores en porcentajes, se determina que la colmena de dos cuerpos tuvo el menor porcentaje que alcanzó el 96.4%, en tanto que la colmena portanúcleo registró 100% de celdas reales operculadas, a los nueve días del traslarve.

Los valores numéricos registrados para la variable estudiada son notablemente cercanos entre sí, mientras que los porcentajes se acercan al 100%.

Analizando estadísticamente los valores referidos para los tres diferentes tratamientos se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual sugiere que con cualquier colmena se puede obtener los mismos valores de celdas reales operculadas después de nueve días del traslarve.

Los datos encontrados nos indican que los tratamientos ensayados permitieron obtener un adecuado número y porcentaje de celdas reales operculadas posterior al traslarve.

Cuadro 6. Número y porcentaje promedios de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

		Celdas Reales Operculadas	
Tipo de colmena criadora de reinas	n	Número de Celdas Reales Operculadas	Porcentaje
Colmena portanúcleo	13.75	13.75 a (11 - 15)	100.00 a
Colmena de un cuerpo	14.50	14.25 a (14 - 15)	98.30 a (93.3 - 100)
Colmena de dos cuerpos	14.00	13.50 a (12 - 15)	96.40 a (92.3 - 100)

n: número promedio de cúpulas con larvas aceptadas.

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

Los valores porcentuales encontrados en esta investigación que van de 96.4 a 100% nos sugieren un muy alto porcentaje de celdas reales operculadas obtenidas en los tratamientos ensayados.

El alto porcentaje de celdas reales operculadas estaría relacionado a la presencia de una alta población de nodrizas, mantenidas bajo una buena nutrición con productos energéticos y proteicos que nutren bien a las abejas nodrizas y estimulan la producción de jalea real en sus glándulas hipofaríngeas, para una nutrición de las futuras reinas en crianza.

Lo encontrado y referido en este ensayo se sustenta en lo manifestado por otros autores como Méndez y Cigarroa (2012) quienes manifiestan que las colonias criadoras deben estar muy pobladas de abejas jóvenes y con abundancia de alimento (polen y miel) para que de esta manera, las larvas puedan estar muy bien alimentadas ininterrumpidamente desde pequeñas y así poder alcanzar un buen desarrollo.

Al contrastar registros obtenidos para número y porcentaje promedio de celdas reales operculadas con respecto al estudio realizado por Simbaña (2015), se puede notar que los valores obtenidos son satisfactorios.

La figura 35 nos muestra de una manera clara y objetiva los porcentajes promedios de celdas reales operculadas entre tratamientos, luego de nueve días del traslarve, notándose que el tratamiento colmena portanúcleo tuvo el mayor porcentaje de operculación con 100%, mientras que el tratamiento colmena de dos cuerpos tuvo el menor porcentaje de operculación con 96.4%, en tanto que el tratamiento colmena de un cuerpo ocupó una ubicación intermedia con 98.3%.

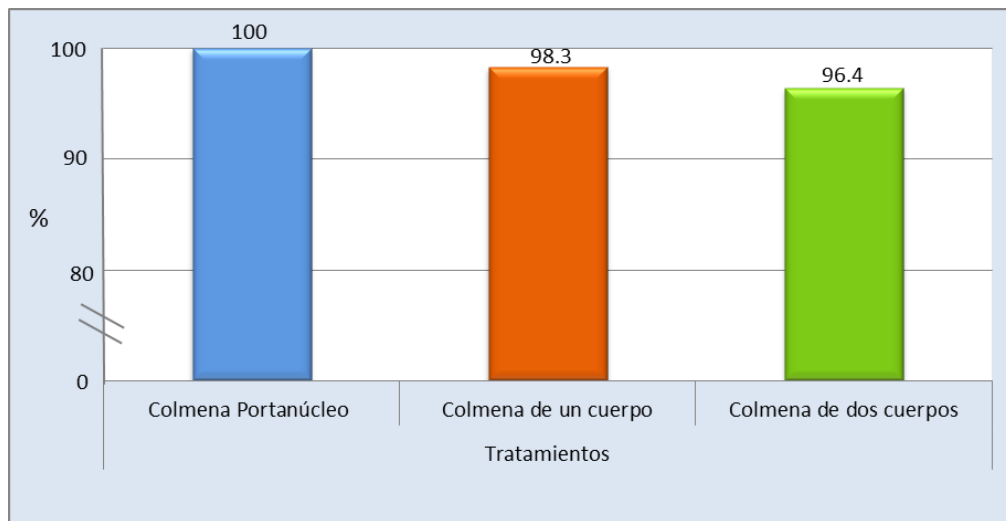


Figura 35. Porcentajes promedios de celdas reales operculadas, después de nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

4.1.3. REINAS EMERGIDAS

A. REINAS EMERGIDAS RESPECTO A LAS CELDAS REALES OPERCULADAS

El cuadro 7 presenta valores de número y porcentaje promedios de reinas emergidas en los diferentes tratamientos ensayados. Todos los valores indicados se obtuvieron con respecto al número de celdas reales operculadas; en el anexo 3 se tienen valores individuales de reinas emergidas según tipo de colmena ensayada.

El número de reinas emergidas en relación al número de celdas reales operculadas varió entre 11.5 y 13.75 con porcentajes de 83.6 a 96.5, valores registrados para la colmena portanúcleo y la colmena de un cuerpo, respectivamente. Respecto a este particular la colmena de dos cuerpos mostró valores intermedios entre los dos tratamientos antes indicados.

Los valores numéricos y porcentajes registrados para la variable estudiada son diferentes entre sí. Analizando estadísticamente los valores referidos, en número y porcentaje, para los tres diferentes tratamientos, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual sugiere que con cualquier colmena se puede obtener los mismos valores de reinas emergidas.

Los datos encontrados nos indican que los tratamientos ensayados permitieron obtener un adecuado número y porcentaje de reinas emergidas posterior a la operculación. Con relación a esto es necesario manifestar que los porcentajes de emergencia de reinas, además de ser influenciados por el tipo de colmena o tratamiento, están relacionados a la buena nutrición de las larvas presentes en el interior de las celdas reales y a la temperatura adecuada en el interior de las colmenas criadoras gracias a una alta población de abejas obreras (colonias fuertes) las cuales dan el abrigo necesario.

Cuadro 7. Número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

		Reinas Emergidas	
Tipo de colmena criadora de reinas	n	Número de reinas emergidas	Porcentaje
Colmena portanúcleo	13.75	11.50 a (10 - 14)	83.60 a (71.4 - 93.3)
Colmena de un cuerpo	14.25	13.75 a (13 - 15)	96.50 a (73.3 - 100)
Colmena de dos cuerpos	13.50	12.25 a (11 - 14)	90.70 a (73.3 - 100)

n: número promedio de celdas reales operculadas

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

Lo encontrado y referido en este ensayo se sustenta en lo manifestado por el autor Valega (2007) quien menciona que desde el quinto día después del traslarve hasta la víspera de la eclosión, es necesario tener climatizado la colmena a una temperatura constante de 35 °C y esto se logra cuando hay una buena población, cuando hay pocas abejas la temperatura baja, ya que las abejas obreras entran en contacto con las celdas reales abrigándolas durante todo su desarrollo permitiendo el nacimiento de las reinas.

Al contrastar registros obtenidos para número y porcentaje promedio de reinas emergidas con respecto al estudio realizado por Curbelo et al (2009) y Simbaña (2015), se puede notar que los valores obtenidos son satisfactorios

De acuerdo a los resultados se puede determinar que como es el caso los nacimientos de las reinas dependieron básicamente de la aceptación de las celdas reales a las 48 horas pero al respecto (Nájera, 2010) manifiesta que las celdas reales son verdaderamente delicadas en todas sus etapas, no se debe exponer a los rayos del sol, no se debe dejarlos caer o maltratar, sensibles a los golpes, esto pudo ser la causa de no llegar a un 100% de los nacimientos con relación a su aceptación de las celdas reales.

La figura 36 nos muestra de una manera clara y objetiva los porcentajes promedios de reinas emergidas respecto al número de celdas reales operculadas, notándose que el tratamiento colmena de un cuerpo tuvo el mayor porcentaje de emergencia con 96.5%, mientras que el tratamiento colmena portanúcleo tuvo el menor porcentaje de emergencia con 83.6%, en tanto que el tratamiento colmena de dos cuerpos ocupó una ubicación intermedia con 90.7 %.

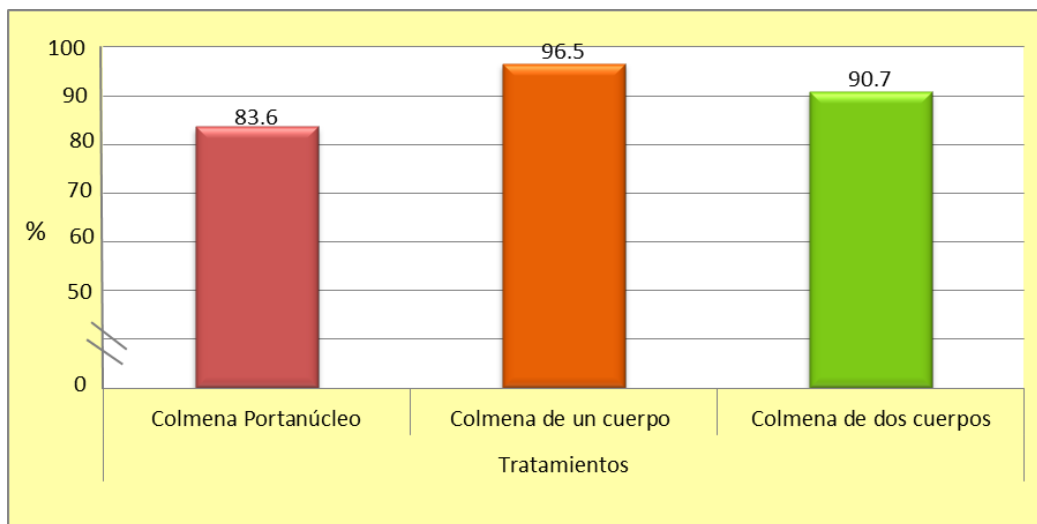


Figura 36. Porcentajes promedios de reinas emergidas respecto a las celdas reales operculadas, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

B. REINAS EMERGIDAS RESPECTO AL NÚMERO DE TRASLARVES REALIZADOS

El cuadro 8 presenta valores de número y porcentaje promedios de reinas emergidas en los diferentes tratamientos ensayados. Todos los valores indicados se obtuvieron con respecto al número de traslarves realizados; en el anexo 4 se tienen valores individuales de reinas emergidas según tipo de colmena ensayada.

El número de reinas emergidas en relación al número de traslarves realizados varió entre 11.5 y 13.75 con porcentajes de 76.7 a 91.7, valores registrados para la colmena portanúcleo y la colmena de un cuerpo, respectivamente. Respecto a este particular la colmena de dos cuerpos mostró valores intermedios entre los dos tratamientos antes indicados.

Los valores numéricos y porcentajes registrados para la variable estudiada son diferentes entre sí. Analizando estadísticamente los valores referidos, en número y porcentaje, para los tres diferentes tratamientos, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual sugiere que con cualquier colmena se puede obtener los mismos valores de reinas emergidas.

Los datos encontrados nos indican que los tratamientos ensayados permitieron obtener un adecuado número y porcentaje de reinas emergidas posterior al traslarve. Con relación a esto es necesario manifestar que los porcentajes de emergencia de reinas, además de ser influenciados por el tipo de colmena o tratamiento, están relacionados a la buena nutrición de las larvas que son las futuras reinas y al adecuado número de larvas introducidas para la crianza, que para este estudio fue de 15.

Lo encontrado y referido en este ensayo se sustenta en un estudio sobre costo e ingreso de la crianza de reinas manifestado por el autor García (2001) quien manifiesta que se espera

Cuadro 8. Número y porcentaje promedios de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

		Reinas Emergidas	
Tipo de colmena criadora de reinas	n	Número de Reinas Emergidas	Porcentaje
Colmena portanúcleo	15	11.50 a (10 - 14)	76.70 a (66.7 - 93.3)
Colmena de un cuerpo	15	13.75 a (13 - 15)	91.70 a (86.7 - 100)
Colmena de dos cuerpos	15	12.25 a (11 - 14)	81.70 a (73.3 - 93.3)

n: número promedio de individuos evaluados

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

como mínimo un 50% de reinas emergidas luego de hacer el traslarve. Así también, el autor Prost (2007) manifiesta que para obtener un adecuado número de emergencia de reinas se debe introducir no más de 30 larvas por colmena. Por otro lado, en el portal Taringa (2010) se menciona que entre más larvas se introduzcan, la cantidad de alimento que estas reciban será menor, con lo que se corre el riesgo de producir reinas que no desarrollen completamente, afectando de este modo el número de reinas obtenidas en la crianza.

Al contrastar registros obtenidos para número y porcentaje promedio de reinas emergidas con respecto al estudio realizado por Curbelo et al (2009), se puede notar que los valores obtenidos son satisfactorios.

La figura 37 nos muestra de una manera clara y objetiva los porcentajes promedios de reinas emergidas respecto al número de traslarves, notándose que el tratamiento colmena de un cuerpo tuvo el mayor porcentaje de emergencia con 91.7%, mientras que el tratamiento colmena portanúcleo tuvo el menor porcentaje de emergencia con 76.7%, en tanto que el tratamiento colmena de dos cuerpos ocupó una ubicación intermedia con 81.7 %.

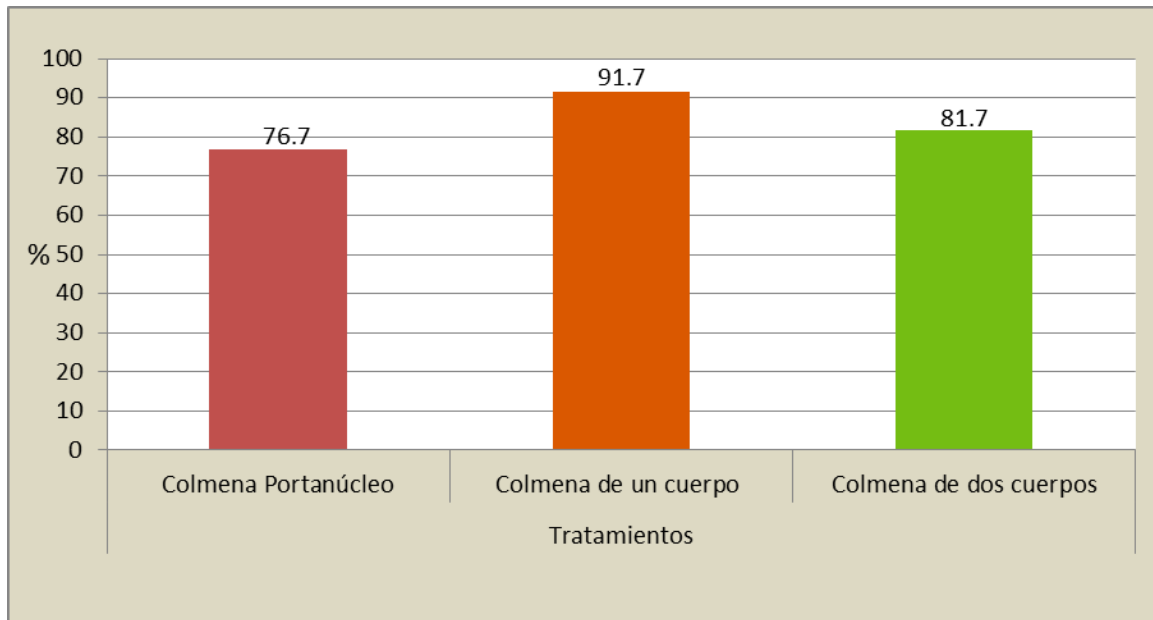


Figura 37. Porcentajes promedios de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

4.1.4. TASA DE SUPERVIVENCIA DE LAS REINAS EN UN PERIODO DE TIEMPO DE DIEZ DÍAS

El cuadro 9 presenta valores de número y porcentaje promedios de supervivencia de reinas en los diferentes tratamientos ensayados. Todos los valores indicados se obtuvieron con respecto al número de reinas emergidas; en el anexo 5 se tienen valores individuales de supervivencia de reinas según tipo de colmena ensayada.

El número de reinas vivas al final de los diez días después de emergidas varió entre 9 y 12 con porcentajes de 78.3 a 87.3, valores registrados para la colmena portanúcleo y la colmena de un cuerpo, respectivamente. Respecto a este particular la colmena de dos cuerpos mostró valores intermedios entre los dos tratamientos antes indicados.

Los valores numéricos y porcentajes registrados para la variable estudiada son diferentes entre sí. Analizando estadísticamente los valores referidos, en número y porcentaje, para los tres diferentes tratamientos, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual sugiere que con cualquier colmena se puede obtener los mismos valores de reinas vivas luego de diez días después de emergidas.

Los datos encontrados nos indican que los tratamientos ensayados permitieron obtener un regular número y porcentaje de reinas vivas luego de diez días de emergidas. Con relación a esto es necesario manifestar que los porcentajes de supervivencia de reinas, además de ser influenciados por el tipo de colmena o tratamiento, están relacionados a la buena nutrición de las reinas por parte de las nodrizas presentes en colmenas sanas y bien pobladas.

Lo encontrado y referido en este ensayo se sustenta en lo manifestado por el autor Fert (2013) quien menciona que es posible conservar reinas durante varios días inclusive semanas y meses. La causa de la muerte de las reinas durante este periodo de evaluación pudieron deberse a lo manifestado por el mismo autor Fert (2013) quien indica que hay que evitar almacenar reinas vírgenes en “colmenas – banco” y que es preferible conservarlas en

Cuadro 9. Número y porcentaje promedios de supervivencia de reinas, en un periodo de tiempo de 10 días después de la emergencia, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

		Supervivencia de Reinas	
Tipo de colmena criadora de reinas	n	Número de reinas vivas	Porcentaje
Colmena portanúcleo	11.50	9.00 a (7 - 12)	78.30 a (70.0 - 85.7)
Colmena de un cuerpo	13.75	12.00 a (10 - 13)	87.30 a (76.9 - 92.9)
Colmena de dos cuerpos	12.25	9.25 a (6 - 14)	75.50 a (54.5 - 100)

n: número promedio de reinas emergidas

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

incubadora, ya que las obreras persiguen y maltratan mucho más a las reinas vírgenes que a las reinas fecundadas.

La figura 38 nos muestra de una manera clara y objetiva la curva de supervivencia de reinas a lo largo de diez días, notándose que el tratamiento colmena de un cuerpo es superior al tratamiento colmena portanúcleo y colmena de dos cuerpos. En la colmena de un cuerpo se aprecia una disminución el mismo día de nacidas pero luego se mantuvo. En referencia a la colmena de dos cuerpos se aprecia una disminución el mismo día de nacidas, luego hay una disminución gradual. Respecto a la colmena portanúcleo hay una disminución el mismo día de nacidas, luego una disminución gradual y al final de la curva hay otra disminución.

Con un 80% en promedio de supervivencia de las reinas, el primer día hubo una mortalidad inicial de 13.5% debido al cambio climatológico de alimento y temperatura. La mortalidad de las reinas vírgenes puede deberse al estrés que son sometidas debido al amontonamiento en demasía por parte de las abejas obreras, les quitan el aire y ventilación, las abejas adultas impiden que las nodrizas las alimenten.

Esta mortalidad de reinas a las primeras horas de nacidas puede deberse de acuerdo a lo mencionado por Ramirez (2006), quien indica que, 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 lo que afectaría en su alimentación causándole la muerte.

Pasado el primero día, la mortalidad es ligera, y, según el mismo autor Ramirez (2006), refiere que puede deberse a cierto grado de agresividad hacia ellas, ya que es perseguida y maltratada bruscamente por las obreras, intentando tirar de sus patas y alas, intentando morderlas. Este comportamiento de agresividad hacia la reina, es característico entre obreras viejas.

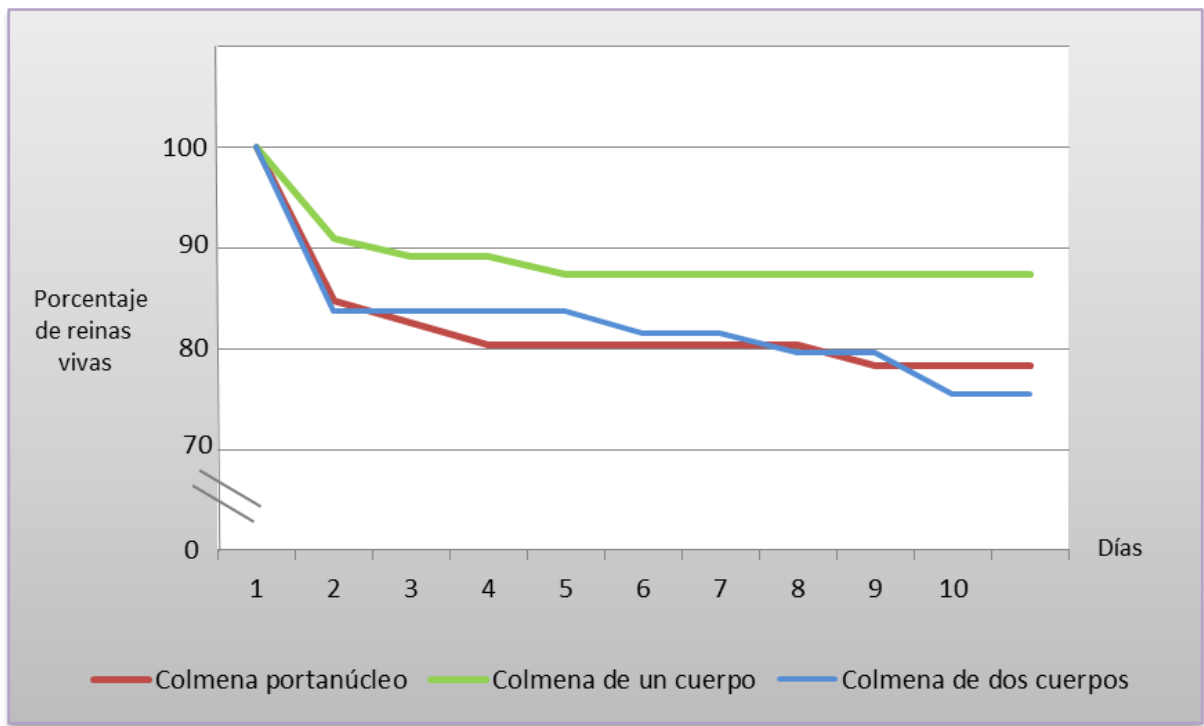


Figura 38. Curva de supervivencia de reinas, en porcentaje promedio, hasta los diez días después de la emergencia como adulto, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

4.2. CICLO DE DESARROLLO EN REINAS

Dado que el desarrollo de las reinas ocurre dentro de una celda especial denominada celda real, con jalea real abundante como alimento, no fue posible manipular las larvas y celdas para no causar daño a los individuos en desarrollo. Por ello, se tuvo que hacer la determinación del desarrollo de cada individuo en estudio, tomando como consideración dos grandes periodos que se observan en el proceso: el periodo de pre-operculación (De traslarve a operculación) y el periodo de post-operculación (De operculación a emergencia de la reina) que comprende dos fases bien definidas en el desarrollo de las reinas, que son de utilidad práctica para todo criador de reinas (Fig. 39).

4.2.1. PERIODO DE PRE - OPERCULACIÓN

En el cuadro 10 y figura 40 se expresan los resultados de periodo promedio de pre-operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tratamientos; en el anexo 6 se tienen valores individuales de Periodo de Pre – Operculación de celdas reales según tipo de colmena ensayada. Este periodo, medido desde el traslarve hasta la operculación de la celda real, tuvo una duración de 3.9 a 4.2 días en promedio. La duración fue menor en la colmena de dos cuerpos, mientras que el mayor valor se registró en la colmena portanúcleo, con 3.9 y 4.2 días, respectivamente, no habiéndose registrado diferencia significativa entre tratamientos.

Estas diferencias estarían relacionadas a una mayor o menor cantidad de abejas nodrizas presentes en la colmena, según tipo, estableciéndose una relación directamente proporcional entre el número de abejas nodrizas y la velocidad de desarrollo conducente a la operculación.

Respecto al número de nodrizas presente en cada uno de los tipos de colmena, la cantidad de tales individuos podría ser manejada y, hasta cierto punto, condicionada por el criador de reinas, sin embargo la colmena de dos cuerpos, por tener reina en la cámara inferior, podría

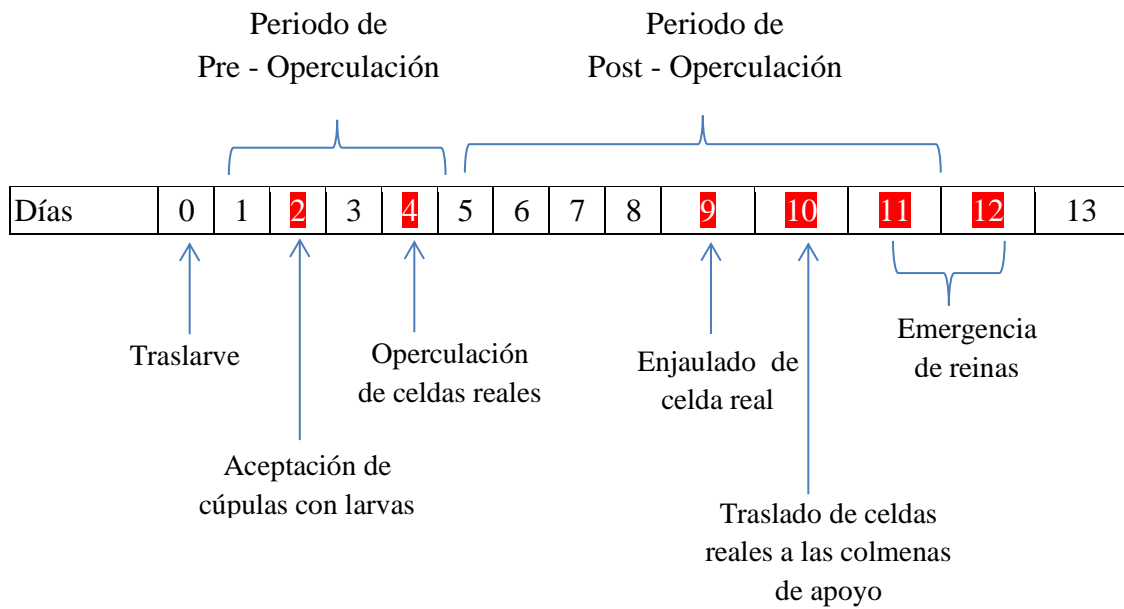


Figura 39. Ciclo de desarrollo en reinas en crianza artificial.

Cuadro 10. Periodo promedio en días de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

Tipo de colmena criadora de reinas	n	Periodo promedio de Pre – Operculación (días)
Colmena portanúcleo	55	4.2 a (3.9 - 4.5)
Colmena de un cuerpo	58	4.0 a (3.3 - 4.4)
Colmena de dos cuerpos	56	3.9 a (3.3 - 4.3)

n: número de individuos evaluados

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

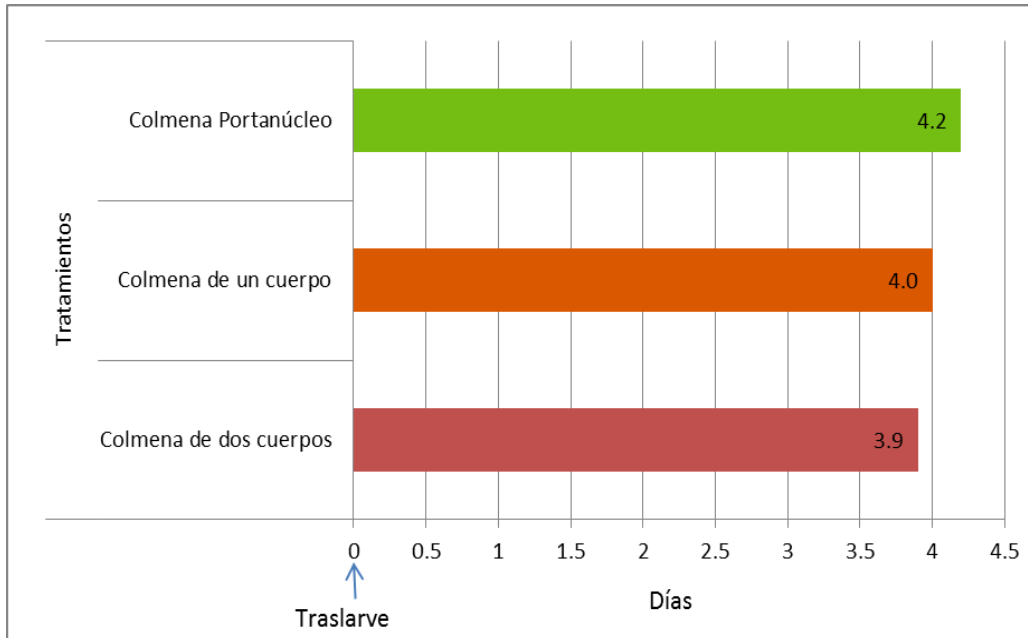


Figura 40. Periodo promedio en días de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve. La Molina – Lima, 2015

tener la posibilidad de generar un mayor número de obreras nodrizas, respecto a los otros tipos de colmenas criadoras de reinas, aunque este hecho no se pone de manifiesto estadísticamente.

En la literatura, no ha sido posible encontrar datos en referencia al periodo de pre-operculación como resultado de investigaciones científicas, sin embargo, datos relativos al desarrollo larval, antes de la operculación, son aportados por algunas investigaciones. Así como Llaxacondor (1997), menciona que la jalea real producida por las obreras nodrizas juega un papel determinante para el desarrollo de la larva, por su aporte en proteínas, minerales aminoácidos, vitaminas, etc; por tal razón, es importante contar con un buen número de nodrizas en la colmena criadora de reinas.

4.2.2. PERIODO POST – OPERCULACIÓN

En el cuadro 11 y figura 41 se expresan los resultados del periodo promedio post-operculación de celdas reales, según tratamientos; mientras que en el anexo 7 se tienen los valores individuales de periodo Post-Operculación según tipo de colmena ensayada. Este periodo, registrado desde la operculación de las celdas reales hasta la emergencia de las reinas en su estado adulto, tuvo una duración de 7.1 a 7.2 días en promedio. La duración fue menor en la colmena de un cuerpo y en la colmena de dos cuerpos, alcanzando ambos valores similares, mientras que el mayor valor se registró en la colmena portanúcleo, con 7.1 y 7.2 días, respectivamente, no habiéndose registrado diferencia significativa entre tratamientos.

Estas diferencias estarían relacionadas a una mayor o menor cantidad de abejas presentes en la colmena, según tipo, estableciéndose una relación directamente proporcional entre el número de abejas y la velocidad de desarrollo conducente a la emergencia.

Respecto al número de abejas presente en cada uno de los tipos de colmena, la cantidad de tales individuos podría ser manejada y, hasta cierto punto, condicionada por el criador de reinas, sin embargo la colmena de dos cuerpos, por tener reina en la cámara inferior, podría tener la posibilidad de generar un mayor número de obreras dando como resultado una mayor población, permitiendo dar abrigo al total de celdas reales presentes, respecto a los otros tipos de colmenas criadoras de reinas, aunque este hecho no se pone de manifiesto estadísticamente.

En la literatura, no ha sido posible encontrar datos en referencia al periodo de post-operculación como resultado de investigaciones científicas, sin embargo, datos relativos al desarrollo larval, después de la operculación, son aportados por algunas investigaciones. Así como Valega (2007), quien menciona que desde el quinto día después del traslarve hasta la víspera de la eclosión, es necesario tener climatizado la colmena a una temperatura

constante de 35 °C y esto se logra cuando hay una buena población, cuando hay pocas abejas la temperatura baja, ya que las abejas obreras entran en contacto con las celdas reales abrigándolas y permitiendo un adecuado desarrollo.

Cuadro 11. Periodo promedio en días de Post – Operculación, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

Tipo de colmena criadora de reinas	n	Periodo promedio Post – Operculación (días)
Colmena portanúcleo	55	7.2 a (7.0 - 7.6)
Colmena de un cuerpo	57	7.1 a (6.8 - 7.3)
Colmena de dos cuerpos	54	7.1 a (7.0 - 7.3)

n: número de individuos evaluados

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

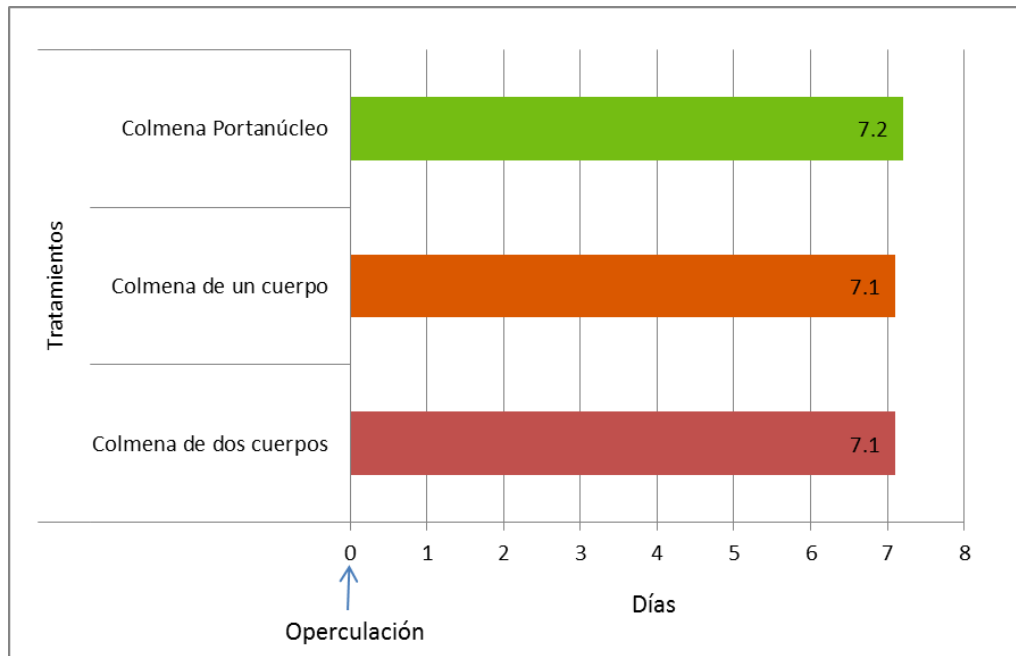


Figura 41. Periodo promedio en días de Post – Operculación. La Molina – Lima, 2015

4.2.3. CICLO DE DESARROLLO DE REINAS EN CRIANZA ARTIFICIAL: PERIODO DE PRE-OPERCULACIÓN MÁS PERIODO DE POST- OPERCULACIÓN

El cuadro 12 y figura 42 expresan los resultados promedio del desarrollo de reinas en crianza artificial, según tratamientos. Este desarrollo, que comprende la suma de los valores de periodo de pre-operculación y periodo de post-operculación, tuvo una duración de 11 a 11.4 días en promedio. La duración fue menor en la colmena de dos cuerpos, mientras que el mayor valor se registró en la colmena portanúcleo, con 11 y 11.4 días, respectivamente, no habiéndose registrado diferencia significativa entre tratamientos.

Estas diferencias estarían relacionadas a una mayor o menor cantidad de abejas jóvenes y adultas presentes en la colmena, según tipo, estableciéndose una relación directamente proporcional entre el número de abejas y la velocidad de desarrollo conducente a la emergencia de las reinas.

Respecto al número de abejas presente en cada uno de los tipos de colmena, la cantidad de tales individuos podría ser manejada y, hasta cierto punto, condicionada por el criador de reinas, sin embargo la colmena de dos cuerpos, por tener reina en la cámara inferior, podría tener la posibilidad de generar un mayor número de obreras dando como resultado una mayor población, permitiendo dar alimento y abrigo al total de celdas reales presentes, respecto a los otros tipos de colmenas criadoras de reinas, aunque este hecho no se pone de manifiesto estadísticamente.

En la literatura, no ha sido posible encontrar datos en referencia al desarrollo completo de

Cuadro 12. Ciclo de desarrollo promedio en días de reinas en crianza artificial, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

Tipo de colmena criadora de reinas	n	Periodo de Pre – Operculación (días)	n	Periodo de Post – Operculación (días)	Ciclo de desarrollo promedio (días)
Colmena portanúcleo	55	4.2 a (3.9 - 4.5)	55	7.2 a (7.0 - 7.6)	11.4 a (10.9 - 12.1)
Colmena de un cuerpo	58	4.0 a (3.3 - 4.4)	57	7.1 a (6.8 - 7.3)	11.1 a (10.1 - 11.7)
Colmena de dos cuerpos	56	3.9 a (3.3 - 4.3)	54	7.1 a (7.0 - 7.3)	11.0 a (10.3 - 11.6)

n: número de individuos evaluados

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

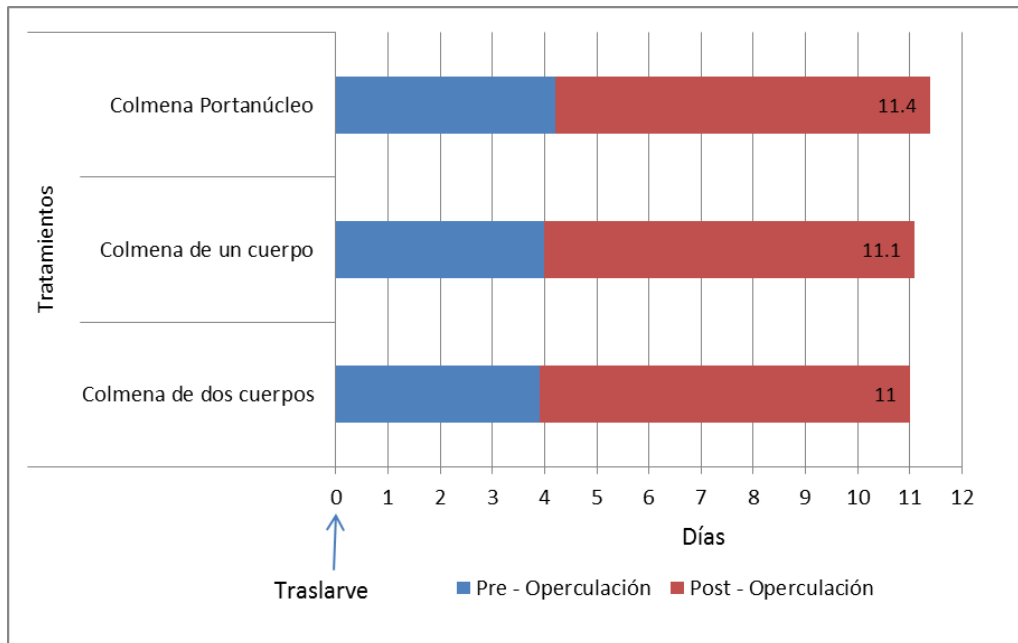


Figura 42. Ciclo de desarrollo promedio en días de reinas en crianza artificial. La Molina – Lima, 2015

reinas como resultado de investigaciones científicas, sin embargo, datos relativos al desarrollo larval, antes y después de la operculación, son aportados por algunos investigadores. Así, como Fert (2003), quien menciona que luego de cuatro o cinco días después del traslarve, las celdas reales están operculadas y pueden terminar el ciclo al día 10 o 11 siempre y cuando las larvas en pre-operculación estén bien alimentadas con suficiente jalea real por parte de las nodrizas y posterior a la operculación es importante mantener una temperatura constante de 34 °C (+/- 0.5 °C), de lo contrario podrían nacer con las patas deformadas y las alas atrofiadas.

4.2.4. CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

El cuadro 13 muestra de manera consolidada los resultados obtenidos para los diferentes parámetros evaluados, según tratamientos, permitiendo de modo rápido y preciso establecer una comparación de valores entre tratamientos. En este sentido, el cuadro referido indica que el tratamiento colmena de un cuerpo exhibe los mejores registros numéricos para los diferentes parámetros respecto a los otros, aunque sin mostrar diferencias significativas.

Cuadro 13. Valores consolidados obtenidos para los diferentes parámetros que se indican.

La Molina – Lima, 2015

Parámetros Tratamientos	Cúpulas con larvas aceptadas (%)	Celdas reales operculadas (%)	Reinas emergidas respecto a las C.R.O (%)	Reinas emergidas respecto al traslarve (%)	Tasa de supervivencia (%)	Ciclo de desarrollo (días)
Colmena Portanúcleo	91.7 a (73.3 - 100)	100.0 a	83.6 a (71.4 - 93.3)	76.7 a (66.7 - 93.3)	78.3 a (70.0 - 85.7)	11.4 a (10.9 - 12.1)
Colmena de un cuerpo	96.7 a (93.3 - 100)	98.3 a (93.3 - 100)	96.5 a (73.3 - 100)	91.7 a (86.7 - 100)	87.3 a (76.9 - 92.9)	11.1 a (10.1 - 11.7)
Colmena de dos cuerpos	93.3 a (86.7 - 100)	96.4 a (92.3 - 100)	90.7 a (73.3 - 100)	81.7 a (73.3 - 93.3)	75.5 a (54.5 - 100)	11.0 a (10.3 - 11.6)

a: letras iguales indican diferencias no significativas ($p < 0.05$)

Valores en paréntesis son intervalos

C.R.O: Celdas Reales Operculadas

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye que:

1. Las colmenas criadoras de reinas tipo portanúcleo, de un cuerpo de colmena y de dos cuerpos de colmena, son igualmente eficaces en la crianza de reinas, sin diferencias significativas.
2. El ciclo de desarrollo de reinas, en los diferentes tipos de colmenas criadoras, tienen una duración de 11 a 11.4 días en promedio, sin diferencias significativas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere realizar un trabajo comparativo de estas tres colmenas criadoras de reinas, considerando introducir 30 larvas por colmena. Así mismo, efectuar un análisis económico de la crianza de reinas en cada tipo de colmena.
2. Realizar labor de extensión con apicultores para difundir conocimientos sobre crianza de reinas, con las colmenas evaluadas en el presente trabajo, a fin de mejorar la producción apícola en las diferentes regiones de nuestro país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, J. 2010. Inseminación instrumental de abejas reinas en Chile. Consultado: (20/10/2015). Disponible: <http://www.abejasdelbiobio.cl/home.aspx>
- ALAYO, R. 2015. Colmenas utilizadas en la crianza de reinas. (Correspondencia personal). Chao - La Libertad, Perú.
- BARRERA, A. 1996. Manual de cría de abejas reina. Sagarpa: Programa nacional para el control de la abeja africana. 4ta edición, México. 42 p.
- BALLESTEROS, H. Y EFRÉN, R. 2007. Determinación de la producción de jalea real en colmenas de recría de diferentes dimensiones. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2007) 8 (1), 75 – 81.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), 2012. Manual técnico de apicultura abeja (*Apis mellifera*). 100 p.
- CORDOVA, E. 2011. Manejo de la abeja reina sobre la defensividad de la colonia y producción de miel en apiarios de Tabasco, México. Tesis. Maestro en ciencias. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Veracruz – México. 15 p.
- CURVELO, L.; CURVELO, M.; RODRIGUEZ, M. y FERRAN, M. 2009. Factores que influyen en la calidad de las reinas de abejas (*A. mellifera*) criadas artificialmente. Centro de Estudio para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey – Cuba.
- ECOSUR (El Colegio de la Frontera Sur), 2001. Control alternativo de varroa en apicultura. Chiapas - México. 5 p.

- FERT, G. 2013. Apicultura, Cría de reinas. Editorial S.A. Mundi Prensa Libros. 128 p.
- FIGINI, E. 2015. Cómo mejorar la productividad del apiario y lograr la eficiencia económica de la empresa. Consultado: (10-10-2015). Disponible: <http://inta.gob.ar/noticias/como-mejorar-la-productividad-del-apiario-y-lograr-la-eficiencia-economica-de-la-empresa>
- FLORES J. M., J. A. RUIZ, J. M. RUIZ, F. PUERTA, F. CAMPANO, F. PADILLA Y M. BUSTOS. 1998. Cría controlada de abejas reinas de *Apis mellifera iberica*. Arch. Zootec. Vol. 47: 347-350.
- GARCÍA, C. 2001. Proyecto de activación agrícola Zamorano/USAID – Apicultura. Consejos y guía para la determinación de costos e ingresos para proyectos apícolas en Honduras. Escuela agrícola panamericana El Zamorano. Honduras.
- GARCÍA, C. 2013. Calidad de reinas. Consultado: (12-10-2015). Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-reinas>
- GILLEY D. C., D. R. TARPY AND B. B. LAND. 2003. Effect of queen quality on interactions between workers and dueling queens in honeybee (*Apis mellifera L.*) colonies. Behav Ecol Sociobiol. Vol. 55:190-196.
- GUZMÁN, C. P. 1990. Principios de Apicultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 75 p.
- GUZMÁN, E. 2011. Manual para la cría de abejas reinas: Sagarpa, programa nacional de apicultura.
- HAMDAN, K. 2002. Raising Honey Bee Queens. Apeldoorn, The Netherlands.

- HARBO J. R. AND J. W. HARRIS. 2003. An evaluation of commercially produced queens that have the SMR trait. Rev. American Bee Journal. Vol. 143: 213–216.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Ministerio de Agricultura, 2009. Manual de apicultura básica para Honduras. Edición, Dina Caballero, Martín Lanza y Lizely Rosa. Honduras.
- JOHNSTONE, M. 2008. Rearing queen bees. Project Officer, Honey Bees, Richmond. State of New South Wales through NSW Department of Primary Industries 2008.
- LLAXACONDOR, J. 1997. Manual del productor de núcleos y jalea real. Editado por el fondo para el desarrollo de proyectos – FONDE-Lima. p.10, 65.
- MÉNDEZ, A. Y CIGARROA, M. 2012. Manual de cría de reinas. El colegio de la frontera sur. México. p. 18, 29.
- MORETTO, G., C. V. GUERRA J., H. KALVELAGE AND E. ESPINDOLA. 2004. Maternal influence on the acceptance of virgin queens introduced into Africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Genetics and Molecular Research. Vol. 3 (3): 441- 445.
- NÁJERA, O. 2010. Manejo técnico de colmenas. Tegucigalpa, Honduras. FOMIN-BID.
- PEREZ-SATO J. A. 2007. Towards a greater scientific basis in beekeeping: improved methods of queen introduction and breeding. Department of Animal and Plant Sciences. A thesis submitted to University of Sheffield for the Degree of Doctor of Philosophy. Inglaterra. 123 p.

- PERSANO, L. A. 2002. Apicultura práctica. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina. 297 pp.
- POKLUCAR J. 2001. Influence of honeybee Queens origin to the production characteristics of carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) in Slovenia. Journal of Central European Agriculture. Vol. 2 (3-4): 165-172.
- PROST, P. 2007. Apicultura. Cuarta edición. Mundi-Prensa. Madrid. 790 pp.
- RAMIREZ, J. 2006. Producción de abejas reinas fecundadas, en regiones africanizadas. Centro de investigaciones apícolas tropicales (CINAT), Universidad Nacional Heredia. Costa Rica.
- RAVAZZI, G. 2000. Curso de Apicultura. De Vecchi. Barcelona. 126 pp.
- REYES, F. 2012. Evaluación de la cría de abejas reinas (*Apis mellifera criolla*) fecundadas mediante inseminación artificial. Tesis M.V. Univ. Nacional de Loja. Ecuador. 97 p.
- RUTTNER, F. 1982. Bases fisiológicas para la crianza de reinas. Editorial Apimondia.
- SENAMHI, 2015. Consultado: (15/08/2015). Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=472AC278
- SIMBAÑA, H. 2015. Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo 2012. Tesis Ing. Agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito - Ecuador.

- TARINGA, 2010. Crianza de abejas reinas. Consultado: (28-06-2014). Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/mascotas/6594737/Cria-de-abejas-reinas-muy-bueno.html>
- VALEGA, O. 2007. Cría de Reinas. Apícola Don Guillermo. Argentina.
- VÁZQUEZ L. M. Y H. D. ZAYAS. 2000. Influencia del reemplazo de las reinas en los rendimientos de producción de miel por colmenas. Revista Apiciencia. Vol. 2 (2): 1-5.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Número y porcentaje de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	14 (93.3)	14 (93.3)	15 (100)
2	11 (73.3)	15 (100)	13 (86.7)
3	15 (100)	15 (100)	15 (100)
4	15 (100)	14 (93.3)	13 (86.7)
Total	55	58	56
Promedio	13.75 (91.7)	14.5 (96.7)	14 (93.3)

Nota: Valores en paréntesis son porcentajes

Anexo 2. . Número y porcentaje de Celdas Reales Operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	14 (100)	14 (100)	15 (100)
2	11 (100)	15 (100)	13 (100)
3	15 (100)	14 (93.3)	14 (93.3)
4	15 (100)	14 (100)	12 (92.3)
Total	55	57	54
Promedio	13.75 (100)	14.25 (98.3)	13.5 (96.4)

Nota: Valores en paréntesis son porcentajes

Anexo 3. Número y porcentaje de Reinas Emergidas respecto a las celdas reales operculadas, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	10 (71.4)	13 (92.9)	11 (73.3)
2	10 (90.9)	15 (100)	13 (100)
3	12 (80)	14 (100)	14 (100)
4	14 (93.3)	13 (92.9)	11 (91.7)
Total	46	55	49
Promedio	11.5 (83.6)	13.75 (96.5)	12.25 (90.7)

Nota: Valores en paréntesis son porcentajes

Anexo 4. Número y porcentaje de Reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo			Colmena de un cuerpo			Colmena de dos cuerpos		
	n	N°	%	n	N°	%	n	N°	%
1	15	10	66.7	15	13	86.7	15	11	73.3
2	15	10	66.7	15	15	100	15	13	86.7
3	15	12	80	15	14	93.3	15	14	93.3
4	15	14	93.3	15	13	86.7	15	11	73.3
Total	60	46	76.7	60	55	91.7	60	49	81.7
Promedio	15	11.5	76.7	15	13.75	91.7	15	12.25	81.7

n: número de individuos evaluados

Anexo 5. Número y porcentaje promedios de supervivencia de reinas, hasta los 10 días después de la emergencia como adulto, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima,

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	7 (70)	10 (76.9)	6 (54.5)
2	8 (80)	13 (86.7)	9 (69.2)
3	9 (75)	13 (92.9)	14 (100)
4	12 (85.7)	12 (92.3)	8 (72.7)
Total	36	48	37
Promedio	9 (78.3)	12 (87.3)	9.25 (75.5)

Nota: Valores en paréntesis son porcentajes

Anexo 6. Periodo (en días) de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	4.5	4.4	4.3
2	4.4	4.2	4
3	4	4	4
4	3.9	3.3	3.3
Promedio	4.2	4	3.9

Anexo 7. Periodo (en días) de Post – Operculación, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima, 2015

N° Repetición	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
1	7.6	7.3	7.3
2	7.1	7.2	7.1
3	7	7.1	7
4	7.2	6.8	7.2
Promedio	7.2	7.1	7.1

Anexo 8. Desarrollo completo (en días) de reinas en crianza artificial, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

	Colmena portanúcleo	Colmena de un cuerpo	Colmena de dos cuerpos
Pre - Operculación	4.2	4.0	3.9
Post - Operculación	7.2	7.1	7.1
Desarrollo promedio	11.4	11.1	11

Anexo 9. Data para el análisis estadístico (Sistema SAS)

1

		N	P	N	P	N	P	S	S	T	T	N	P	
		u	u	e	e	r	r	r	r	e	e	R	R	
		p	p	l	l	a	a	i	i	p	p	O	O	
		u	u	d	d	s	s	n	n	e	e	T	T	
O	T	l	l	a	a	E	E	a	a	r	r	N	P	
b	R	a	a	s	s	m	m	s	s	c	g	R	R	
s	A	s	s	s	s							O	O	
1	A	14	93.3	14	100.0	13	92.9	10	76.9	4.4	7.3	15	13	86.7
2	A	15	100.0	15	100.0	15	100.0	13	86.7	4.2	7.2	15	15	100.0
3	A	15	100.0	14	93.3	14	100.0	13	92.9	4.0	7.1	15	14	93.3
4	A	14	93.3	14	100.0	13	92.9	12	92.3	3.3	6.8	15	13	86.7
5	B	15	100.0	15	100.0	11	73.3	6	54.5	4.3	7.3	15	11	73.3
6	B	13	86.7	13	100.0	13	100.0	9	69.2	4.0	7.1	15	13	86.7
7	B	15	100.0	14	93.3	14	100.0	14	100.0	4.0	7.0	15	14	93.3
8	B	13	86.7	12	92.3	11	91.7	8	72.7	3.3	7.2	15	11	73.3
9	C	14	93.3	14	100.0	10	71.4	7	70.0	4.5	7.6	15	10	66.7
10	C	11	73.3	11	100.0	10	90.9	8	80.0	4.4	7.1	15	10	66.7
11	C	15	100.0	15	100.0	12	80.0	9	75.0	4.0	7.0	15	12	80.0
12	C	15	100.0	15	100.0	14	93.3	12	85.7	3.9	7.2	15	14	93.3

Sistema SAS

2

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase Niveles Valores

TRA 3 A B C

Número de observaciones leídas 12

Número de observaciones usadas 12

Anexo 10. Análisis estadístico para número de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.

La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS

3

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Ncupulas

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
Modelo	2	1.16666667	0.58333333	0.33	0.7250
Error	9	15.75000000	1.75000000		
Total corregido	11	16.91666667			

R-cuadrado 0.068966 Coef Var 9.393200 Raíz MSE 1.322876 Ncupulas Media 14.08333

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	1.16666667	0.58333333	0.33	0.7250

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	1.16666667	0.58333333	0.33	0.7250

Anexo 11. Análisis estadístico para porcentaje de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 4

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Pcupulas

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
Modelo	2	51.7066667	25.8533333	0.33	0.7259
Error	9	700.6700000	77.8522222		
Total corregido	11	752.3766667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Pcupulas Media	
	0.068724	9.398250	8.823391	93.88333	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	51.7066667	25.8533333	0.33	0.7259

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	51.7066667	25.8533333	0.33	0.7259

Anexo 12. Análisis estadístico para número de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición. La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 5

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Nceldas

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
Modelo	2	1.1666667	0.5833333	0.32	0.7353
Error	9	16.5000000	1.8333333		
Total corregido	11	17.6666667			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Nceldas Media	
	0.066038	9.787998	1.354006	13.83333	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	1.1666667	0.5833333	0.32	0.7353

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
TRA	2	1.1666667	0.5833333	0.32	0.7353

**Anexo 13. Análisis estadístico para porcentaje de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

Sistema SAS						6
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: Pceldas						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	25.9616667	12.9808333	1.36	0.3051	
Error	9	86.0075000	9.5563889			
Total corregido	11	111.9691667				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Pceldas Media		
	0.231864	3.146670	3.091341	98.24167		
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	25.9616667	12.9808333	1.36	0.3051	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	25.9616667	12.9808333	1.36	0.3051	

**Anexo 14. Análisis estadístico para número de reinas emergidas respecto a las Celdas Reales Operculadas, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

Sistema SAS						7
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: NreinasEm						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	
Error	9	20.5000000	2.2777778			
Total corregido	11	31.0000000				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	NreinasEm Media		
	0.338710	12.07385	1.509231	12.50000		
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	

**Anexo 15. Análisis estadístico para porcentaje de reinas emergidas respecto a las Celdas Reales Operculadas, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

Sistema SAS						8
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: PreinasEm						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	318.086667	159.043333	1.71	0.2339	
Error	9	834.760000	92.751111			
Total corregido	11	1152.846667				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PreinasEm Media		
	0.275914	10.63778	9.630738	90.53333		
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	318.086667	159.043333	1.71	0.2339	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	318.086667	159.043333	1.71	0.2339	

**Anexo 16. Análisis estadístico para número de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

Sistema SAS						9
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: NRO						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	
Error	9	20.5000000	2.2777777			
Total corregido	11	31.0000000				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	NRO Media		
	0.338710	12.07385	1.509231	12.50000		
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	10.5000000	5.2500000	2.30	0.1555	

**Anexo 17. Análisis estadístico para porcentaje de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

	Sistema SAS					10
	Procedimiento GLM					
Variable dependiente: PRO						
		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	467.001667	233.500833	2.31	0.1547	
Error	9	908.565000	100.951667			
Total corregido	11	1375.566667				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PRO Media		
	0.339498	12.05696	10.04747	83.33333		
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	467.0016667	233.5008333	2.31	0.1547	
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	467.0016667	233.5008333	2.31	0.1547	

**Anexo 18. Análisis estadístico para número de supervivencia de reinas, por un periodo de tiempo de 10 días, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015**

	Sistema SAS					11
	Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Sreinas						
		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	22.16666667	11.08333333	1.82	0.2166	
Error	9	54.75000000	6.08333333			
Total corregido	11	76.91666667				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Sreinas Media		
	0.288191	24.46058	2.466441	10.08333		
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	22.16666667	11.08333333	1.82	0.2166	
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	22.16666667	11.08333333	1.82	0.2166	

Anexo 19. Análisis estadístico para porcentaje de supervivencia de reinas, por un periodo de tiempo de 10 días, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS						12
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: Psreinas						
		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	366.821667	183.410833	1.19	0.3466	
Error	9	1381.647500	153.516389			
Total corregido	11	1748.469167				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Psreinas	Media	
	0.209796	15.55415	12.39017	79.65833		
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	366.8216667	183.4108333	1.19	0.3466	
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	366.8216667	183.4108333	1.19	0.3466	

Anexo 20. Análisis estadístico para periodo (en días) de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS						13
Procedimiento GLM						
Variable dependiente: Toperc						
		Suma de	Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	0.19500000	0.09750000	0.59	0.5745	
Error	9	1.48750000	0.16527778			
Total corregido	11	1.68250000				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Toperc	Media	
	0.115899	10.10046	0.406544	4.025000		
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	0.19500000	0.09750000	0.59	0.5745	
			Cuadrado de			
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	0.19500000	0.09750000	0.59	0.5745	

Anexo 21. Análisis estadístico para periodo (en días) de Post - Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.

La Molina – Lima, 2015

	Sistema SAS					14
	Procedimiento GLM					
Variable dependiente: Temerg						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
Modelo	2	0.03166667	0.01583333	0.36	0.7083	
Error	9	0.39750000	0.04416667			
Total corregido	11	0.42916667				
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Temerg Media		
	0.073786	2.935860	0.210159	7.158333		
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	0.03166667	0.01583333	0.36	0.7083	
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	
TRA	2	0.03166667	0.01583333	0.36	0.7083	

Anexo 22. Test de Bartlett para cada una de las variables en estudio

Sistema SAS

15

Procedimiento GLM

Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Ncupulas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	3.1707	0.2049
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Pcupulas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	3.1592	0.2061
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Nceldas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	3.7040	0.1569
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Pceldas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	1	0.1242	0.7246
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza NreinasEm			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	1.1664	0.5581
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza PreinasEm			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	2.7911	0.2477
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Sreinas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	1.9166	0.3836
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Psreinas			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	3.6450	0.1616
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Toperc			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	0.6099	0.7372
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza Temerg			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	1.2305	0.5405
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza NT			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	0	0	.
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza NRO			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	1.1664	0.5581
Test de Bartlett para la homogeneidad de la varianza PRO			
Fuente	DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
TRA	2	1.1683	0.5576

Anexo 23. Prueba del rango múltiple de Duncan para número de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 16
 Procedimiento GLM
 Prueba del rango múltiple de Duncan para Ncupulas
 NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		1.75	
Número de medias	2		3
Rango crítico	2.116		2.209

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	14.5000	4	A
A	14.0000	4	B
A	13.7500	4	C

Anexo 24. Prueba del rango múltiple de Duncan para porcentaje de cúpulas con larvas aceptadas después de 48 horas del traslarve, según tipo de colmena ensayada. La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 17
 Procedimiento GLM
 Prueba del rango múltiple de Duncan para Pcupulas
 NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		77.85222	
Número de medias	2		3
Rango crítico	14.11		14.73

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	96.650	4	A
A	93.350	4	B
A	91.650	4	C

Anexo 25. Prueba del rango múltiple de Duncan para número de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 18
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para Nceldas

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		1.833333	
Número de medias	2		3
Rango crítico	2.166		2.261

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	14.2500	4	A
A	13.7500	4	C
A	13.5000	4	B

Anexo 26. Prueba del rango múltiple de Duncan para porcentaje de celdas reales operculadas a los nueve días del traslarve, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 19
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para Pceldas

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		9.556389	
Número de medias	2		3
Rango crítico	4.945		5.161

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	100.000	4	C
A	98.325	4	A
A	96.400	4	B

Anexo 27. Prueba del rango múltiple de Duncan para número de reinas emergidas respecto a las Celdas Reales Operculadas, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 20
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para NreinasEm
NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		2.277778	
Número de medias	2		3
Rango crítico	2.414		2.520

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	13.750	4	A
A	12.250	4	B
A	11.500	4	C

Anexo 28. Prueba del rango múltiple de Duncan para porcentaje de reinas emergidas respecto a las Celdas Reales Operculadas, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 21
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para PreinasEm
NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		92.75111	
Número de medias	2		3
Rango crítico	15.41		16.08

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	96.450	4	A
A	91.250	4	B
A	83.900	4	C

Anexo 29. Prueba del rango múltiple de Duncan para número de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 22
Procedimiento GLM
Prueba del rango múltiple de Duncan para NRO

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		2.277778	
Número de medias	2		3
Rango crítico	2.414		2.520

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	13.750	4	A
A	12.250	4	B
A	11.500	4	C

Anexo 30. Prueba del rango múltiple de Duncan para porcentaje de reinas emergidas respecto al número de traslarves realizados, según tipo de colmena ensayada.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 23
Procedimiento GLM
Prueba del rango múltiple de Duncan para PRO

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		100.9517	
Número de medias	2		3
Rango crítico	16.07		16.77

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	91.675	4	A
A	81.650	4	B
A	76.675	4	C

Anexo 31. Prueba del rango múltiple de Duncan para número de supervivencia de reinas,
 por un periodo de tiempo de 10 días, según tipo de colmena ensayada.
 La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 24

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para Sreinas

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		6.083333	
Número de medias	2		3
Rango crítico	3.945		4.118

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	12.000	4	A
A	9.250	4	B
A	9.000	4	C

Anexo 32. Prueba del rango múltiple de Duncan para porcentaje de supervivencia de reinas,
 por un periodo de tiempo de 10 días, según tipo de colmena ensayada.
 La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS 25

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para Psreinas

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		153.5164	
Número de medias	2		3
Rango crítico	19.82		20.69

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	87.200	4	A
A	77.675	4	C
A	74.100	4	B

Anexo 33. Prueba del rango múltiple de Duncan para periodo de Pre – Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS
Procedimiento GLM

26

Prueba del rango múltiple de Duncan para Toperc
NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		0.165278	
Número de medias	2		3
Rango crítico	.6503		.6788

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	4.2000	4	C
A	3.9750	4	A
A	3.9000	4	B

Anexo 34. Prueba del rango múltiple de Duncan para periodo de Post - Operculación de celdas reales posterior al traslarve, según tipo de colmena ensayada y repetición.
La Molina – Lima, 2015

Sistema SAS
Procedimiento GLM

27

Prueba del rango múltiple de Duncan para Temerg
NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha		0.05	
Error Degrees of Freedom		9	
Error de cuadrado medio		0.044167	
Número de medias	2		3
Rango crítico	.3362		.3509

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRA
A	7.2250	4	C
A	7.1500	4	B
A	7.1000	4	A