UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Agronomía

Evaluación de panales zanganeros, como método biotécnico, para el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, en colonias de *Apis mellifera* L

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.
Profesor Patrocinante: Sr. Miguel Neira C. - Ing. Agr.

Christian Marcelo Méndez Reitz

Valdivia Chile 2004

Contenido

Profesores Informantes . . 1

RESUMEN . 3

SUMMARY . 4

1. INTRODUCCION . 5

2. REVISION BIBLIOGRAFICA . . 7

2.1. Importancia de la especie *Apis mellifera* L . 7

2.2. Enfermedades que afectan a las abejas . 8

2.3. Enfermedad provocada por *V. destructor* . . 9

2.4. Diagnóstico y nivel de infestación . . 12

2.5. Métodos de control . 13

3. MATERIAL Y METODO . . 19

3.1. Ubicación del ensayo . 19

3.2. Materiales . 19

3.3. Método . 20

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS . 25

4.1. Proporción entre huevos y larvas de zángano observados durante el período experimental, en los tratamientos dos y tres . . 25

4.2. Parámetros evaluados y efectos encontrados durante el período experimental, en los tratamientos cuatro y cinco . 29

4.3. Nivel de infestación en las colmenas . . 34

5. CONCLUSIONES . . 41

BIBLIOGRAFIA . 43

ANEXOS . 49

ANEXO 1. Número de huevos y larvas presentes en los panales zanganeros, para el tratamiento 2, en las diferentes fechas de muestreo. . . 49

ANEXO 2. Número de huevos y larvas presentes en los panales zanganeros, para el tratamiento 3, en las diferentes fechas de muestreo. . . 50

ANEXO 3. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 51

ANEXO 4. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 52

ANEXO 5. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 52

ANEXO 6. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5. . 52

ANEXO 7. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 53

ANEXO 8. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 53

ANEXO 9. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 53

ANEXO 10. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5. . 54

ANEXO 11. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 54

ANEXO 12. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 54

ANEXO 13. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . . 55

ANEXO 14. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5. . 55

ANEXO 15. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . 55

ANEXO 16. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . 56

ANEXO 17. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5. . 56

ANEXO 18. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5. . . 57

ANEXO 19. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5. . 57

ANEXO 20. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5. . 57

ANEXO 21. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5. . . 58

ANEXO 22. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5. . . 58

ANEXO 23. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre la altura máxima de panal estirado y el número de celdillas zanganeras, para ambos tratamientos. . 58

ANEXO 24. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre la altura máxima de panal estirado y el número de huevos, para ambos tratamientos. . 59

ANEXO 25. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre el ancho máximo de panal estirado y el número de celdillas zanganeras, para ambos tratamientos. . 59

ANEXO 26. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre el ancho máximo de panal estirado y el número de huevos, para ambos tratamientos. . 59

ANEXO 27. Tabla de datos de los parámetros recopilados durante la investigación, para el tratamiento 4. . 60

ANEXO 28. Tabla de datos de los parámetros recopilados durante la investigación, para el tratamiento 5. . 60

ANEXO 29. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre los distintos tratamientos, previo a la aplicación del experimento. . . 61

ANEXO 30. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento. . . 62

ANEXO 31. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre los distintos tratamientos, previo a la aplicación del experimento. . . 62

ANEXO 32. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento. . . 63

ANEXO 33. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en los panales zanganeros, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento. . . 63

ANEXO 34. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento uno. . 64

ANEXO 35. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento dos. . 64

ANEXO 36. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento tres. . 65

ANEXO 37. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cuatro. . 65

ANEXO 38. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cinco. . . 65

ANEXO 39. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento uno. . 66

ANEXO 40. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento dos. . 66

ANEXO 41. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento tres. . 66

ANEXO 42. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cuatro. . 67

ANEXO 43. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cinco. . . 67

ANEXO 44. Porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas, previo al inicio del experimento. . 67

ANEXO 45. Porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas, al término del experimento. . 68

ANEXO 46. Porcentaje de infestación de varroa en crías de abejas, previo al inicio del experimento. . 69

ANEXO 47. Porcentaje de infestación de varroa en crías de abejas, al término del experimento. . 69

ANEXO 48. Porcentaje de infestación de varroa, en los marcos zanganeros, al término del experimento. . 70

ANEXO 49. Datos climatológicos del mes de febrero del 2002. . . 72

Profesores Informantes

Sr. Roberto Carrillo Ll. - Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Sr. Juan Fuentealba A. - Prof. Biol. y Quím., M. Sc.

RESUMEN

V. destructor es un ectoparásito que provoca la enfermedad denominada varroasis, la cual ha provocado cuantiosos daños en la apicultura nacional, destruyendo miles de colonias con un consiguiente perjuicio económico. Además es considerada una enfermedad no erradicable, por tal motivo se han buscado una serie de métodos que permitan mantener al parásito a un bajo nivel de infestación, permitiendo la producción de miel en el tiempo.

En este contexto y en la búsqueda de nuevas alternativas de control sanitario que permitan obtener productos libres de residuos tóxicos, tal como lo exigen hoy los mercados de importación, surgen a la vista estos nuevos métodos denominados biotécnicos. Estos han sido ampliamente probados en Europa, y constituyen alternativas altamente deseables para el control de esta plaga en la apicultura nacional.

El propósito de este estudio consistió en evaluar el efecto que pudiera lograr el uso de panales zanganeros, en la disminución del nivel de infestación de las colmenas. En consecuencia, se analizaron una serie de variables con la intención de verificar la efectividad del método. Se determinó que no hubo diferencias significativas en la variación del nivel de infestación de varroa, tanto para las abejas adultas, como para las crías de abejas. La postura en los tratamientos dos y tres (panales zanganeros) indicaría una mínima respuesta por parte de las reinas. En los tratamientos cuatro y cinco (marcos con lámina de cera), hubo estiramiento de la cera por parte de las obreras, pero con una pequeña cantidad de celdillas zanganeras contruidas, sumado a una postura conformada casi en su totalidad por huevos de obreras. Estos resultados indican que la aplicación de

esta metodología depende de factores internos y externos a la colonia, que deberán ser estudiados y comprendidos antes de intentar su aplicación.

SUMMARY

V. destructor is an ectoparasite that causes the disease called varroasis which has provoked great damage in the national apiculture by destroying thousands of colonies with the consequent economic loss. It is also considered a non eradicable disease, therefore different methods have been sought to keep low the infestation level, and in this way, maintain the national production throughout the time.

In this context, and when seeking for new alternatives of sanitary control that may allow us to get products free of toxic remanents, as they are demanded by the foreign markets, the so called bio-technical methods come out. Widely used in Europe, they are considered an highly preciated alternatives in the control of this disease at national apical sector.

The purpose of this study consisted on assessing the effect that the use of drone combs could have in the decreasing of the infestation level in the hives. Therefore, a series of variables were analyzed with the aim of verifying the effectiveness of this method. It was determined that there were no meaningful differences in the variation of the infestation level of varroa neither in adult bees nor its offspring. The laying in the treatments two and three (drone combs) would show a minimal response from the queens. In treatments four and five (frames with wax sheet) there was some stretching of the wax coming from the workers, but with a small number of drone cells built, plus a laying consisting mainly of workers` eggs. The results show that the methology applied is affected by colonies internal and external factors. Is necessary to do more studies of these factors before this methology could be used.

1. INTRODUCCION

Una enfermedad introducida recientemente en Chile, es la denominada varroasis, cuyo agente causal es el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman. Este ectoparásito afecta a todos los miembros de una colonia, tanto a adultos como a crías, y puede provocar la muerte completa de una colonia si no es controlado a tiempo, produciendo devastadores resultados económicos.

En la actualidad, la varroasis está siendo controlada, pero no es posible su erradicación, lo que hace necesario un replanteamiento en la forma de abordar dicho problema, generando condiciones y tecnologías óptimas que permitan contrarrestar los efectos que provoca. Esto ha llevado a investigadores de diferentes instituciones a trabajar en el tema, realizando estudios que permitan generar mecanismos de control para mejorar la situación sanitaria de las abejas y así poder aumentar los niveles productivos de las explotaciones.

Al mismo tiempo, es necesario que estos mecanismos de control, partan de una base diferente a las tradicionales, permitiendo así obtener una producción limpia y amigable con el medio ambiente como única posibilidad de reducir, limitar y por qué no, suprimir la administración de productos acaricidas en la colmena, tal como lo exigen actualmente los mercados internacionales de destino de la miel y productos apícolas en general.

Con motivo del real daño económico que esta enfermedad ha logrado provocar en explotaciones apícolas, tanto a nivel nacional como mundial y, por otro lado, en la búsqueda de nuevas alternativas de control sanitario, que permitan obtener productos libres de residuos tóxicos, se plantea la siguiente hipótesis en la presente investigación:

La utilización de panales zanganeros, durante el período de recolección de néctar, como método de control biotécnico, reduce el nivel de infestación de *Varroa destructor* Anderson & Trueman en las colmenas.

El objetivo general del presente estudio es evaluar el efecto de los panales zanganeros, en los niveles de infestación del parásito *Varroa destructor* Anderson & Trueman en las colmenas.

Los objetivos específicos son:

Evaluar la construcción de panales zanganeros a través del estirado de la cera y la construcción de celdillas de zángano por parte de las abejas.

Determinar y cuantificar la oviposición por parte de las reinas en los panales zanganeros y en los marcos con lámina de cera, puesta en la parte superior.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Importancia de la especie *Apis mellifera* L

La apicultura es el arte y la ciencia de la cría y mantenimiento de las abejas con vistas a obtener de su trabajo dirigido, miel, cera, polen y jalea real como principales productos del colmenar (JEAN-PROST, 1981).

DEL POZO y SCHOPFLOCHER (2000), señalan, por su parte, que aunque la cría de abejas permite a los apicultores ganar el sustento gracias a la venta de la miel y la cera que producen, el aporte más destacado de la abeja es la polinización de los frutales, siembras y pastizales, otorgándole un inmenso valor como factor de equilibrio ecológico (PELDOZA, 1994; FLORES *et al*., 2003).

En Chile, atendiendo a la importancia de la fruticultura y la producción de semillas y hortalizas, se prevé un aumento sostenido de la demanda de adecuados servicios de polinización. Además, esta actividad, bien llevada desde el punto de vista económico, puede ser más interesante para el apicultor que la misma producción de miel (PELDOZA, 1994).

El mismo autor señala que además del servicio de polinización, todos los productos de la colmena tienen hoy demanda asegurada, tanto en el mercado nacional como en el de exportación. Lo anterior era ya una realidad, antes del cambio, en el mundo, hacia el

consumo y uso de los productos naturales, en desmedro de los fabricados en laboratorios o industrias.

2.1.1. Características de la especie *A. mellifera* L. Las abejas son insectos sociales que presentan como característica principal la división y especialización del trabajo (NEIRA, 1999).

Uno de los mecanismos que mantiene unida a la familia de las abejas es la acción de una serie de feromonas que, en el fondo, son mandatos entre los diferentes miembros de la familia, de naturaleza química y de compleja composición (ROBINSON, 1991).

Una de las características notorias de este comportamiento social es que todo su afán está puesto en procurar condiciones ciertas de vida para la generación que viene. Debido a esta cualidad, la especie ha podido permanecer, como lo demuestra el hecho de que existen sobre la faz de la tierra a lo menos desde hace 60 millones años, sobreviviendo a todos los cambios que ha experimentado el planeta, sin necesidad de nuevas especializaciones evolutivas (PELDOZA, 1994).

2.1.2. Biología de la especie *A. mellifera* L. Las abejas presentan una metamorfosis completa, con estados de: huevo, larva, pupa y adulto, la cual da lugar al ciclo biológico que tiene una duración en días, diferente según la casta de la cual se trate (NEIRA, 1999).

El mismo autor señala que en una familia de abejas, existen tres castas, o clases de individuos; reina, obreras y zánganos.

La reina es la única hembra fértil de la comunidad y, por tanto, la madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas. Puede además, determinar el sexo de su descendencia. Cuando un huevo pasa por el tracto genital, puede o no ser fecundado con el esperma que contiene en 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 (VANDAME, 2000).

Las abejas obreras son los individuos más abundantes en una familia de abejas. Son las responsables del bienestar de toda la colonia; son los insectos que visitan las flores, recolectan desde allí el néctar y el polen. En la colmena construyen los panales con cera que ellas producen en glándulas cereras localizadas en la parte inferior del abdomen; ventilan y asean el interior de la colmena, alimentan y atienden a las crías y a la reina entre otras labores (NEIRA, 1999).

NEIRA (1999), afirma igualmente, que los zánganos son los machos y su origen está en huevos no fertilizados. La principal actividad de los zánganos es volar detrás de la reina en el vuelo “nupcial”, durante el cual la reina copula con varios de ellos para cargar la espermateca y así poder más tarde poner los huevos en la colmena.

2.2. Enfermedades que afectan a las abejas

Las poblaciones de abejas se ven repetidamente afectadas por enfermedades y parásitos

que con frecuencia se difunden y actúan con carácter epidémico (LAMPEITL, 1988).

Las enfermedades producen pérdidas en la familia de abejas al disminuir la capacidad de trabajo de sus integrantes y la eficiencia de utilización de los alimentos. Al estar restringidos los alimentos, las abejas procederán a limitar la postura de su reina, con lo que disminuirá más aún el número de integrantes, debilitándose su capacidad de trabajo (PELDOZA, 1994).

Además, los antagonistas de las abejas causan a los adultos, a las larvas, a la miel o a la cera daños variables en frecuencia e intensidad (JEAN-PROST, 1981).

MOLINA *et al*. (1990), indican que las enfermedades pueden clasificarse como de la cría y de las abejas adultas, las que se subdividen de acuerdo al tipo de agente etiológico. Para las crías, se presentan enfermedades parasitarias, bacterianas, fungosas y virales. En cambio, para las abejas adultas, estas enfermedades son de tipo parasitaria, bacteriana, fungosa, viral y riquetsiosa.

2.2.1. Enfermedades provocadas por ácaros en abejas. Los ácaros que afectan a las abejas pueden dividirse en tres grupos: parásitos, foréticos y domésticos (CASTILLO, 1994).

Los ácaros foréticos son aquellos que usan a la abeja como medio de transporte para llegar a su alimento final, llegando accidentalmente a las colmenas. Acaros domésticos hay varios y entre ellos hay especies que se alimentan del polen almacenado en las colonias, aunque también se pueden encontrar gran cantidad en los panales almacenados (CASTILLO, 1994).

El mismo autor señala también que ácaros parásitos dañinos para las abejas son *Varroa jacobsoni* Oud., *Acarapis woodi* Rennie y *Tropilaelaps clareae* Delfinado & Baker. Dentro de éstos, el ácaro varroa representa en este momento la amenaza más grave para la apicultura moderna a nivel mundial. Recientemente, ANDERSON y TRUEMAN (2000), demostraron que la especie responsable de la destrucción de colonias de la abeja melífera europea, durante los últimos años, correspondió a *V. destructor*. Asimismo, es necesario tener presente que el ácaro no es erradicable, por lo tanto, habrá que convivir con él y mantener la infestación en los niveles mínimos tolerables (LESSER, 2001).

2.3. Enfermedad provocada por *V. destructor*

SegúnLAMPEITL (1988), la varroasis es el resultado de una infestación parasitaria, que se evidencia tanto en las crías de abeja, como en las abejas adultas. El ácaro se alimenta de la hemolinfa de las abejas adultas, crías operculadas y larvas grandes, a través de heridas producidas con su aparato bucal (CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. SAG. DEPARTAMENTO DE PROTECCION PECUARIA, 1994).

Según NEIRA (1999), el parásito puede ocasionar daños por acción directa, tales como la disminución de las proteínas presentes en la hemolinfa, disminución en la longevidad de las abejas y el nacimiento de abejas debilitadas. Los daños por acción

indirecta y, como consecuencia de las pérdidas de proteínas, las abejas presentan menor resistencia a la acción de plaguicidas y al ataque de algunas micosis. Al mismo tiempo, el ácaro puede servir de vector de otros agentes patógenos como virus y bacterias.

MOLINA *et al*. (1990), señalan, por su parte, que en términos generales, una abeja infestada vive la mitad del tiempo que una sana, por ello, cuando el número de abejas infestadas en una colonia es alto, los daños ocasionados por la enfermedad son dramáticos. Además, para que los niveles de infestación de la enfermedad dentro de una colonia de abeja alcancen altos porcentajes, se requiere de varios meses o años a partir de la infestación inicial y que los factores medioambientales, el manejo y la "raza" de las abejas afectadas juegan un papel muy importante en la progresión, estabilización o erradicación de la parasitosis (KORPELA *et al*., 1992).

2.3.1. Características morfológicas del ácaro. *V. jacobsoni* es un parásito oval, de gran tamaño (1.3 por 1.6 mm), que se advierte claramente a simple vista por su color cambiante entre castaño claro y oscuro (LAMPEITL, 1988).

Según MONTIEL y PIOLA (1975), en el dorso de su cuerpo posee un escudo quitinoso, en parte oscuro y en parte claro, cubierto por vellos de color oscuro, gruesos y con apariencia de espinas. Presenta cuatro pares de patas, dispuestas en posición ventral, relativamente cortas y de aspecto curvado. Las dos anteriores tienen funciones táctiles y olfativas, mientras que el resto de ellas sirve para la locomoción del ácaro (MOLINA *et al*., 1990). A su vez, el aparato bucal (gnatosoma) posee un par de pedipalpos con cerdas táctiles y quimiorreceptores (PELDOZA, 1994).

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA, INTA-PROAPI (2002), describe que el macho es translúcido, piriforme con un largo aproximado entre 750 y 900 micrones y un ancho de 700-900 micrones en su parte posterior. Es muy poco esclerotizado con excepción de sus patas que resultan más oscuras. Se localiza solamente en el interior de las celdas de cría, no se alimenta y sólo viven unos pocos días. Sus quelíceros tienen forma de tubo y están adaptados para transferir los espermatozoides dentro de las hembras.

2.3.2. Biología y reproducción del ácaro. El ciclo de vida de varroa comienza cuando una hembra madre deja a la abeja adulta y penetra en una celdilla ocupada por una cría de obrera o zángano, próxima a ser operculada (RITTER, 1981). Una vez dentro de la celdilla, la hembra (o fundadora) permanece adormecida entre el alimento de la larva, probablemente debido a la baja concentración de oxígeno o a la alta concentración de dióxido de carbono existente en el alimento (VANDAME, 2000).

Por su parte, Rehm y Ritter (1988), citados por CASTILLO (1994), señalan que cuando la prepupa consume el alimento larval depositado por las abejas nodrizas, libera al ácaro o a los ácaros. El parásito aprovecha esta oportunidad para trepar sobre la larva y alimentarse de ella de vez en cuando mientras comienza el proceso de metamorfosis (RAMIREZ y OTIS, 1986). Luego de 60-70 h después de haber sido operculada la celdilla, el ácaro comienza a buscar un sitio donde oviponer el primer huevo, que dará origen al primer macho. Este sitio se ubica usualmente en la parte anterior de la celdilla, en el cual se ovipondrán los siguientes 4-5 huevos hembras restantes dejados a intervalos regulares de 30 h (IFANTIDIS, 1983; DONZE *et al.*, 1998 a). El macho estará

sexualmente maduro cuando la primera hembra sea adulta, por lo tanto, podrá aparearse con ella tan frecuentemente como sea posible, solo hasta que la segunda hembra esté madura y llegue al sitio de acumulación fecal donde se produce el apareamiento. Sin embargo, si las hembras jóvenes no llegan a tiempo al sitio de agregación, el macho optará por aparearse nuevamente con las anteriores, para así incrementar su potencial reproductivo (DONZE *et al*., 1998 b).

Este período de tiempo es crítico para el ácaro ya que la cantidad y viabilidad de la descendencia va a depender de la duración de la fase operculada durante la metamorfosis de la abeja (PELDOZA, 1994). Esta etapa está influenciada por efectos estacionales y de temperatura, donde unas pocas horas de diferencia provoca un alto impacto en el desarrollo final de los ácaros, antes que las abejas jóvenes emerjan (BUCHLER y DRESCHER, 1990). Además, existen diferencias en el período de operculado entre las crías de abeja, siendo 12 y 14 días para las crías de obrera y zángano respectivamente (DONZE *et al*., 1998 a). Por lo mismo, el parásito prefiere las celdillas de zánganos para reproducirse, ya que en las celdillas de obreras, la fundadora pone seis huevos, en comparación a los siete que pone en la celdilla de los zánganos (VANDAME, 2000).

SAG (1994), especifica, que al nacer las obreras, salen con ellas una o dos varroas hembras fecundadas, junto con la hembra original. Las hijas fecundadas, tan pronto como salen de la celda, tratan de subir sobre las abejas y así se vuelven foréticas, mientras que la hembra original, comienza a invadir una celdilla, inmediatamente después de emerger (BOOT *et al*., 1993). A su vez, las hijas inmaduras y el macho, privados de un aparato bucal que les permita alimentarse de las abejas, no sobrevivirán (VANDAME *et al*., 1996).

Finalmente, Böttcher (1973) citado por LAMPEITL (1988), postula que la duración de la vida de los ácaros hembras de varroa es de 2 a 3 meses en verano, y de 5 a 8 meses en invierno. Fuera de la colmena solo sobreviven 5 días.

2.3.3. La preferencia de varroa por crías zanganeras. El ácaro *V. jacobsoni* es encontrado con mayor frecuencia en las crías de zángano que en las crías de obreras durante su reproducción (VAN DUNG *et al.*, 1995; CHARRIERE *et al.*, 1998 a y CALIS *et al.*, 1999).

ELLIS y BAXENDALE (1994), en estudios realizados con relación a la distribución de los ácaros en una colonia, indican que detectaron 7.2 y 4 veces más ácaros en crías de zángano que en abejas adultas y crías de obrera respectivamente. CALIS *et al.* (2002), señalan, por su parte, que es 12 veces más probable que el ácaro entre en celdillas de zángano vs. celdillas de obreras. Estimaciones sobre la preferencia de varroa por crías zanganeras, se dan en el Cuadro 1.

Esta preferencia está influida, en primer lugar, por una mayor atracción que ejercen las crías de zángano en comparación a las crías de obreras (RAMIREZ y OTIS, 1986). Según ISSA (1985), debe existir un factor inherente en las larvas de zángano que provoca esta preferencia. LE CONTE *et al.,* (1989), indican, al respecto, que son señales químicas ínterespecíficas llamadas cairomonas las responsables de atraer al parásito. Estos autores aislaron e identificaron tres esteres alifáticos responsables de tal atracción, los cuales son metil palmitato, etil palmitato y metil linolenato. Sin embargo, este hecho

ocurrirá solamente a temperaturas cercanas a los 32 ^{0}C ± 1 ^{0}C, de acuerdo con la temperatura óptima de interacción biológica (LE CONTE *et al.*, 1989; LE CONTE *et al.*, 1991). Otra razón que explicaría este fenómeno, sería el mayor tamaño que presentan las celdillas zanganeras en comparación con las celdillas de obreras, con lo cual se incrementan las posibilidades de que un ácaro ingrese al interior de alguna celdilla zanganera (PICCIRILLO y DE JONG, 2003).

CUADRO 1. Porcentaje de ácaros encontrados en celdillas de zángano vs. celdillas de obreras y factor de preferencia del ácaro por celdillas zanganeras calculado para varios estudios.

Autor	% de ácaros en celdillas zanganeras	Factor de preferencia	Subespecies
Fuchs	92.3	12.1	A. m. carnica
Issa & Goncalves	84.5	5.47	Africanizadas
Rozenkranz	85.9	6.1	A. m. carnica
Schulz	89.6	8.6	*A. m. carnica*
Sulimanovic	87.8	7.2	*A. m. carnica*
Takeuchi & Sakai	87.8	7.2	No especificada

FUENTE: FRIES *et al.* (1994).

Por otro lado, los mayores niveles de reproducción que muestra el ácaro en celdillas zanganeras estarían influenciados por una mayor concentración de hormona juvenil III, la que actúa como un estimulador de la oviposición (CAMAZINE, 1986.; VANDAME, 2000). Asimismo, el coeficiente de reproducción está influenciado por la duración del período de operculado del hospedero (BUCHLER y DRESCHER, 1990).

Sin embargo, la preferencia por celdillas de zángano no es afectada por el nivel de infestación, siendo mayor a inicios de la temporada apícola, disminuyendo hacia el final de la temporada de cría de zánganos (ELLIS y BAXENDALE, 1994). Esto es probablemente influido en parte por los ciclos de producción de crías zanganeras y, en parte, por el ciclo natural de infestación de celdillas por varroa (CHARRIERE *et al.*, 1998 a).

2.4. Diagnóstico y nivel de infestación

Se requiere de un enorme tiempo y energía para detectar y monitorear al parásito en las colonias de abejas, por lo cual es importante que los métodos de detección sean rápidos, eficientes y de un costo efectivo (ELLIS y BAXENDALE, 1994). En el caso de encontrar dichos ácaros en un apiario, será necesario cuantificar el nivel de infestación para así determinar la fecha más oportuna de tratamiento (SAG, 1994).

Para las áreas contaminadas se trabaja con un muestreo representativo del apiario, tomando un número de muestras que considere a lo menos un 10% de sus colmenas, con un mínimo no inferior a cinco, cada una de ellas con no menos de 200 abejas adultas

tomadas desde los marcos poblados (SAG, 1994).

Para determinar el nivel de infestación por varroasis, VANDAME (2000), explica que hay que tomar una muestra de aproximadamente 100 abejas en un frasco con agua jabonosa, sacudir bien, vaciar en un recipiente, contar el número de abejas y de varroa. Si la tasa de infestación es superior al 5%, la colonia requiere de tratamiento. Para las crías, en cambio, hay que tomar un panal de cría, del cual se abren 100 celdas de cría, para sacar con cuidado las larvas y contar el número de larvas infestadas por varroa. Si la tasa de infestación es superior al 10%, la colonia necesita tratamiento.

SAG (1994) indica, por otro lado, que la mejor época para tratar la colmena es cuando hay poca cría o no las hay (desde inicio de otoño en adelante). Deben evitarse los tratamientos en épocas de flujo de cosecha, pese a ello, niveles de infestación por sobre el 5% deben ser tratados en la época que se detecten. Además, en la práctica, la evaluación y la decisión de aplicar un tratamiento deben de hacerse a la escala de un apiario y no de una colonia (VANDAME, 2000).

El objetivo debe ser mantener las infestaciones siempre bajo el 3%. Esto deberá ser vigilado periódicamente, ojalá cada dos meses, dada la velocidad del parásito en el crecimiento de sus poblaciones y la alta posibilidad de reinfestación que se registrará en nuestro medio, producto de la existencia de colmenas sin manejo y familias en vida silvestre (SAG, 1994).

2.5. Métodos de control

Una de las causas más importantes relacionadas con el mantenimiento y desarrollo de las colonias de abejas, es el que se refiere al conocimiento de las enfermedades y al manejo de la sanidad apícola (ROSSI, 1990). Para lo cual, se deben diseñar medidas que en forma preventiva y curativa ayuden a disminuir el daño o los efectos del agente que provoca la enfermedad (NEIRA, 1999).

INTA-PROAPI (2002), por su parte, afirma que actualmente las líneas de trabajo para su control, apuntan a: resistencia natural de la abeja al parásito, control químico y técnicas de manejo.

2.5.1. Resistencia natural. Muchos han sido los esfuerzos para encontrar un método terapéutico eficiente que controle al parásito. Para numerosos autores, la solución estaría en la cría de razas de abejas resistentes a la varroasis por medio del mejoramiento genético (WOYKE, 1989; THRYBOM y FRIES, 1991; HARBO y HARRIS, 2001).

Esta línea de investigación se basa en la resistencia que posee la abeja asiática *Apis cerana* Fab., la cual mantiene bajo los índices de prevalencia del ácaro debido fundamentalmente a la presencia de ciertos mecanismos de resistencia (INTA-PROAPI, 2002). Más aún si estos mecanismos han sido encontrados en *A. mellifera,* manifestándoseen distintos grados entre diferentes subespecies, ecotipos e incluso en colonias de la misma raza de abejas (WOYKE, 1989).

Dentro de estos mecanismos estaría la incapacidad del parásito de reproducirse en celdillas de obreras de *A. cerana*. Ruttner *et al.,* (1984), citado por ROSENKRANZ *et al.,* (2000), en estudios realizados en Uruguay, encontró una muy baja fertilidad del ácaro en celdillas de obreras, especialmente en el tercer año de estudio, cuyos valores fueron inferiores al 20%. Los resultados de esta investigación aún no están claros, pero lo cierto es que existe un marcado balance entre el parásito y el hospedero.

De igual forma, algunos autores han demostrado que las abejas son capaces de detectar y remover pupas infestadas con el parásito (BOECKING, 1999). En *A. mellifera*, se han realizado estudios que comprueban dicho mecanismo denominándose comportamiento de remoción (BOECKING y RITTER, 1993; PALACIO *et al.*, 2000).

Conjuntamente existe otro mecanismo de resistencia, el cual consiste en un comportamiento de limpieza en abejas adultas. Este tipo de comportamiento encontrado primeramente en *A. cerana* involucra no solo a las abejas parasitadas, sino también a sus compañeras de enjambre. Durante el proceso de aseo, unas a otras, remueven de sus cuerpos los ácaros presentes (DIETZ y HERMANN, 1988). Cuando el ácaro se encuentra sobre segmentos del cuerpo de la abeja a los cuales ella misma no puede alcanzar, los movimientos antes mencionados atraen otras abejas que colaboran en la tarea desprendiendo el ácaro, o bien haciéndolo correr a lugares accesibles para la abeja parasitada (CASANOVA, 2000).

2.5.2. Control químico. Según CASTILLO (1994), a lo largo de estos últimos años muchos han sido los tratamientos experimentados para el control de esta plaga mortal, siendo los quimioterápicos los más usados en todo el mundo.

El mismo autor señala que el control del ácaro por estos medios no es tan fácil. Los parásitos están asociados con sus huéspedes en forma tal que solo se pueden usar agentes químicos específicos contra ácaros y que sean inofensivos para las abejas que son insectos. La base de los tratamientos son acaricidas, productos específicamente tóxicos para ácaros, de baja toxicidad para la abeja y que, usados en dosis adecuadas, pueden controlar los ácaros sin dañar la colonia (SAG, 1994).

MOLINA *et al*. (1990), afirman, por su parte, que se han ensayado alrededor de 150 remedios para tratar la enfermedad, pero ninguno es 100% efectivo. Muchos productos químicos que se han empleado muestran efectos colaterales, algunos son muy tóxicos, mientras que otros desarrollan rápidamente resistencia por parte del parásito. Además, los acaricidas químicos contaminan los productos apícolas, cuya residualidad, aumenta mientras mayor sea la duración del tratamiento (BOGDANOV *et al.*, 1998).

2.5.2.1. Control alternativo. Según ROSAS (1997), esta aproximación propone el uso de sustancias activas como ácidos orgánicos o aceites esenciales. Sus componentes se hallan presentes en la naturaleza y algunos de ellos se encuentran naturalmente en la miel. Además, no dejan residuos, no crean resistencia y tienen la ventaja de ser de un bajo costo (IMDORF y CHARRIERE, 1999; VANDAME, 2000).

En ensayos efectuados por diversos autores, utilizando al ácido fórmico como control alternativo, se pudo comprobar su alta efectividad acaricida en el control del parásito, presente dentro de celdillas operculadas (FRIES, 1991; CALDERON *et al*., 2000). Asimismo, la ventaja de utilizar al ácido fórmico es que, por ser muy volátil, se evapora en

tan solo tres semanas, y en consecuencia, no contamina los productos de la colonia (VANDAME, 2000). El ácido oxálico es otro compuesto químico orgánico, que se encuentra presente en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta en la miel (VANDAME, 2000). Se han realizado múltiples estudios para aplicarlo como tratamiento acaricida, encontrando una alta efectividad en la época de otoño, donde las crías están ausentes (CHARRIERE e IMDORF, 2002; GREGORC y PLANINC, 2002).

Por otro lado, el uso de aceites esenciales y sus componentes (monoterpenos) exhiben una alta actividad acaricida. Muchos de estos compuestos han sido extraídos de plantas aromáticas como lavanda, eucalipto, orégano, menta etc., con distintos grados de efectividad acaricida, los cuales varían entre un 55% y un 90% de mortalidad del parásito (GAL *et al.,* 1992). También estos compuestos acumulan residuos en la cera, que después de un corto período, se evapora la mayor parte, disminuyendo su importancia desde el punto de vista toxicológico (IMDORF y CHARRIERE, 1999). Sin embargo, los aceites esenciales, como único tratamiento, no son recomendados como un método efectivo y confiable que permita mantener la población del ácaro, bajo el nivel de daño económico. Por tal razón, se deben incorporar otros métodos, como los biotécnicos, que permitan limitar la población del parásito, dentro de una estrategia de manejo integrado (HIGES *et al*., 1997; CALIS *et al*., 1998; IMDORF y BOGDANOV, 2003).

2.5.3. Técnicas de manejo. Básicamente contribuyen a limitar el crecimiento de la población del ácaro dentro de la colmena.

2.5.3.1. Control biotécnico.INTA-PROAPI (2002), señala que se conocen como métodos biotécnicos aquellos relacionados con el control de alguna parasitosis sin la utilización de agentes químicos. Estos métodos complementan y a veces sustituyen a los tratamientos químicos, al mismo tiempo que limitan los riesgos de resistencia que puede presentar *V. jacobsoni* a ciertas moléculas químicas (CLEMENTE, 1990).

CHARRIERE *et al.* (1998 b), indican que las medidas biotécnicas suplementarias, se recomiendan para disminuir el crecimiento de la población en primavera y así reducir la presión por infestación. Para esto es necesario un conocimiento preciso tanto del ciclo biológico de *V. jacobsoni* como de las abejas y requiere un manejo adecuado, que debe acomodarse a un calendario de manipulaciones (CLEMENTE, 1990; FRIES *et al*., 1994).

IMDORF y BOGDANOV (2003) señalan, por último, que existen diversos métodos de control biotécnico, tales como tratamientos térmicos, panales trampas, formación de núcleos mediante un sistema rotatorio, introducción de panales zanganeros y extracción de los mismos cuando han sido operculados y otros.

2.5.3.1.1. Método del panal zanganero. Según FREE y WILLIAMS (1975), el término ”panal zanganero”, consiste en un panal construido enteramente por celdillas de zángano, con alrededor de 3400 celdillas por marco. Este método se basa en la marcada preferencia que existe de varroa por las crías de zángano (CALIS *et al.*, 1999). Tal como lo confirma RUIJTER (2003), quien señala que desde los añossesenta se vienen desarrollando diversos tipos de métodos utilizando crías de zángano para controlar al parásito.

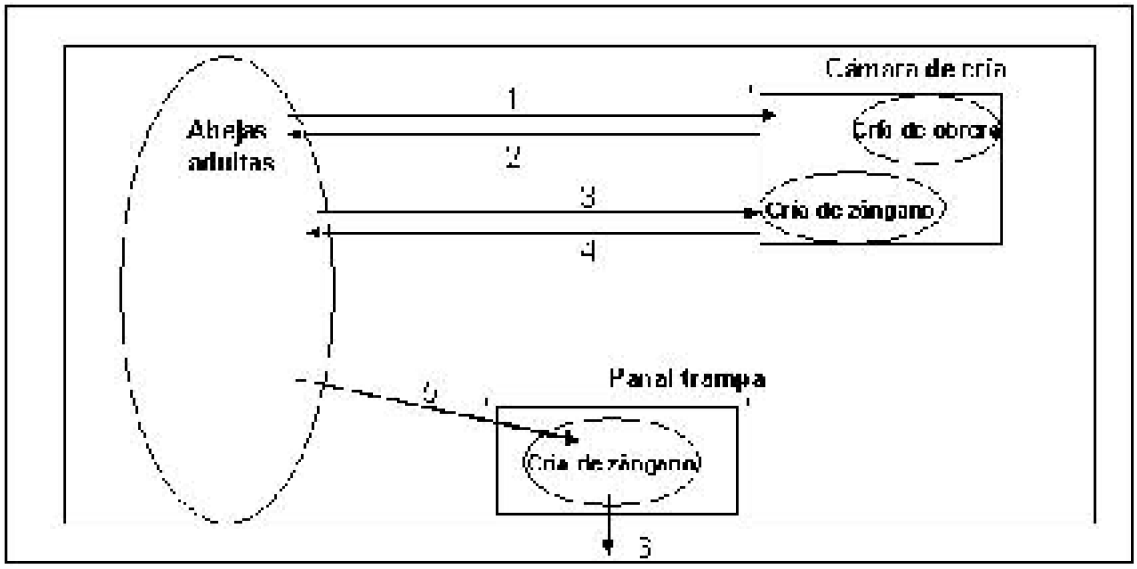

FIGURA 1. Parasitismo del ácaro entre crías y abejas; y la remoción de los ácaros atrapados por un panal zanganero.

FUENTE: Adaptado de CALIS *et al.* (1999).

LAMPEITL (1988), postula que los panales zanganeros ejercen el papel de imán dentro de la colmena atrayendo a los ácaros. Luego son atrapados dentro de las celdillas y pueden, por lo tanto, ser fácilmente removidos de una colonia de abejas tan pronto como las crías hayan sido operculadas, lo cual se aprecia en la Figura 1 (CALIS *et al.*, 2002).

Existen diferentes métodos para la construcción de dichos panales. Una forma de construirlos es cortando la mitad inferior de un panal, e introducirlo en una colmena (CHARRIERE *et al*., 1998 a; FLORES *et al*., 2003). Otra manera, sería la de introducir un marco con una lámina de 2.5 cm de alto, proveniente de una fundación de obrera, puesta en la parte superior del marco (JOHANSSON y JOHANSSON, 1971 a, LEVIN y COLLISON, 1991; HORR, 1998). En Vietnam, los apicultores locales tienen dos formas artesanales para construir estos tipos de panales. La primera forma consiste en cortar los rincones inferiores de los panales antes de introducirlo en una colmena, luego de lo cual, las abejas construirán celdillas de zángano en estos rincones. El segundo método, consiste en introducir un marco vacío en una colonia vigorosa, ya que las abejas construirán panales zanganeros a partir de los mismos (VAN DUNG *et al*., 1995).

En cuanto a la efectividad del método, CALIS *et al.*(1999) y WILKINSON y SMITH (2002), señalan que éste variará dependiendo si en el momento de la introducción de los panales zanganeros, existen o no crías presentes, como ocurre en la época de la prevención del enjambre. La efectividad observada en el caso de no existir crías de abejas en la colmena, fue de un 93.4%. En cambio la efectividad varió entre un 67% y un 96%, al encontrarse las crías en las colmenas. CHARRIERE *et al.,* (1998 a), en estudios comparativos realizados para evaluar el impacto de la remoción de panales zanganeros en colonias de *A. mellifera* durante dos temporadas distintas, encontró al final del período de ensayo un promedio de 3.5 y 2.1 veces menos varroa en el grupo de prueba que en el testigo. Sin embargo, este método por sí solo no es capaz de mantener bajas las

infestaciones a través de los años, por lo tanto será necesario integrarlo en un programa de control alternativo (HIGES *et al*., 1997; RUIJTER, 2003; MARCANGELI, 2003).

LAMPEITL (1988), señala, por otro lado, que una reducción demasiado acentuada de la cría de zángano provocará a la larga una carencia de éstos, lo cual puede causar problemas en la fecundación de la reina. Por lo tanto, este método es únicamente posible durante períodos de alta corriente de néctar, cuando las abejas crían activamente zánganos (DIETZ y HERMANN, 1988).

Se indica también que estos métodos presentan cierta efectividad, pero sólo pueden ser usados por apicultores con un número reducido de colonias, ya que implica manejo y un gran gasto de tiempo (FRIES y HANSEN, 1993; CASTILLO, 1994; RUIJTER, 2003).

Por último y en contraposición con lo anteriormente dicho, HORR (1998), señala que las ventajas de utilizar dicho método serían las de obtener una buena calidad, pureza y producción de miel y cera, una disminución en la compra de insumos y colonias saludables libres de químicos.

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicada entre los paralelos 39º45`30`` y 39º47`30`` latitud sur y los meridianos 73º14`55`` y 73º13`15`` longitud oeste, a 5 km de la ciudad de Valdivia.

3.2. Materiales

En el presente estudio, se utilizaron materiales tanto biológicos, de terreno como de laboratorio, los que se detallan a continuación.

3.2.1. Material biológico. El material biológico con el que se trabajó correspondió a abejas adultas, así como también trozos de panal que contienen crías de abeja operculadas en distintos estados de desarrollo y *V. destructor*.

3.2.2. Material utilizado en terreno. Se trabajó con 15 colmenas del tipo Langstroth, las cuales fueron elegidas de un total de 50, previo análisis del nivel de infestación, tanto

para las crías de abeja como para las abejas adultas. El nivel de infestación de las colmenas elegidas superó el 5% en abejas adultas y un 10% para las crías; niveles considerados críticos para decidir la aplicación de medidas de control del parásito.

Para la toma de muestra en terreno, así como también para desarrollar el experimento, se utilizaron los siguientes materiales: panales zanganeros, marcos con lámina de cera, ahumador, traje apícola, papel absorbente, cinta adhesiva, frascos (200cc), palanca apicultor, lápiz, planilla de registro, contador manual, cinta de medir y una transparencia dividida en áreas de 100 celdillas c/u para contar.

3.2.3. Material utilizado en laboratorio. Para realizar el análisis de muestra en laboratorio se utilizaron los siguientes materiales: pinza entomológica, placas Petri, contador manual Compass, lupa estereoscópica Zeiss (20x), luz fría KL1500LCD Zeiss, lápiz, planilla de registro, papel absorbente, colador doble para diagnóstico cuantificado de varroa.

3.3. Método

A continuación, se describe la metodología empleada en el ensayo:

3.3.1. Período experimental. La experimentación se realizó entre los meses de enero y marzo del 2002, coincidente con el período de recolección de néctar, época donde no es posible aplicar productos químicos como método de control de varroa, debido a la residualidad que tales productos pueden dejar en la miel.

3.3.2. Diseño experimental. *El diseño empleado fue un experimento completamente al azar, compuesto por cinco tratamientos y tres repeticiones, conformando un total de quince colmenas, estructurándose de la siguiente forma:*

TRATAMIENTOS

T1- Testigo

T2- Un panal zanganero

T3- Dos panales zanganeros

T4- Un marco con lámina de cera, puesta en la parte superior

T5- Dos marcos con lámina de cera, puesta en la parte superior

3.3.2.1. Descripción de los tratamientos.

Testigo (T1): No recibió ningún manejo para el control de varroa.

Un panal zanganero (T2): Este tratamiento consiste en colocar un panal zanganero, en el marco cuarto (Figura 2), donde se crían las abejas, con la finalidad de obtener crías de zángano, según lo propuesto por SEELY (2002).

Dos panales zanganeros (T3): Este tratamiento consiste en colocar dos panales, en los marcos tres y ocho, con la finalidad de obtener crías de zánganos.

Un marco con lámina de cera, puesta en la parte superior (T4): Este tratamiento

consiste en colocar el marco, con una lámina de cera de 2.5 cm de alto (Figura 4), entre los marcos tres y ocho, con la finalidad de conseguir que las abejas estiren la lámina en un principio y posteriormente produzcan celdillas de zángano.

Dos marcos con lámina de cera, puesta en la parte superior (T5): Este tratamiento consiste en colocar los dos marcos, con una lámina de cera de 2.5 cm de alto, entre los marcos tres y ocho, con la finalidad de conseguir que las abejas estiren las láminas en un principio y posteriormente produzcan celdillas de zánganos.

3.3.3. Análisis y toma de muestra de las colmenas, previo a la aplicación de los tratamientos. Este análisis se realizó a mediados de enero, para determinar el nivel de infestación de 50 colmenas y posterior elección de las colmenas a utilizar. Para esto hubo que tomar muestras de abejas adultas y trozos de panal que contenían crías de abejas, las cuales se analizaron posteriormente en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Austral de Chile.

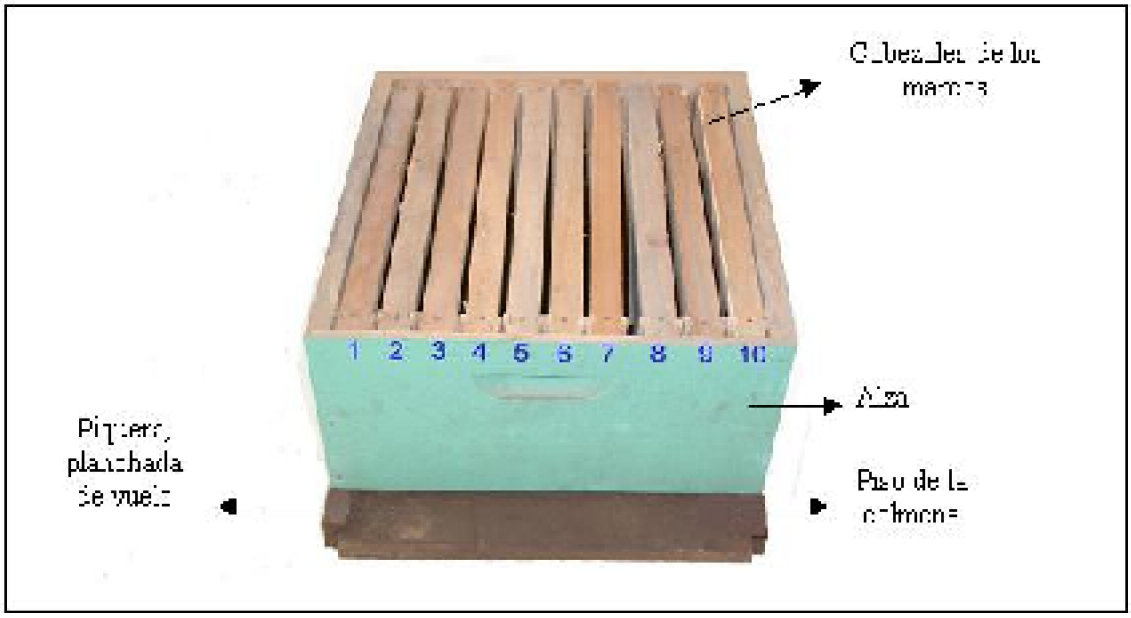

FIGURA 2. Enumeración de los marcos, en una colmena tipo Langstroth.

FUENTE: SEELY (2002).

3.3.4. Mediciones realizadas durante el experimento. El experimento se evaluó cada seis días, después de haber comenzado el 3 de febrero, hasta que las celdillas operculadas superaron el 60%. Estos días fueron el 9, 15 y 22 de febrero y el día 1 de marzo del 2002.

3.3.4.1. Parámetros evaluados en los tratamientos dos y tres. Esta evaluación consistió en registrar la proporción entre huevos y larvas de zánganos observadas durante el avance del período experimental. Se realizó a través de un conteo manual con la ayuda de una transparencia dividida en áreas sobre la base de 100 celdillas (FREE y WILLIAMS, 1975; CALIS *et al.*, 1999).

3.3.4.2. Parámetros evaluados en los tratamientos cuatro y cinco. Se midió y registró la altura y el largo del estirado de las láminas de cera puestas en la parte superior de los

marcos. Además se registró la oviposición por parte de las reinas en las celdillas y la proporción de celdillas de zánganos construidas a través del tiempo.

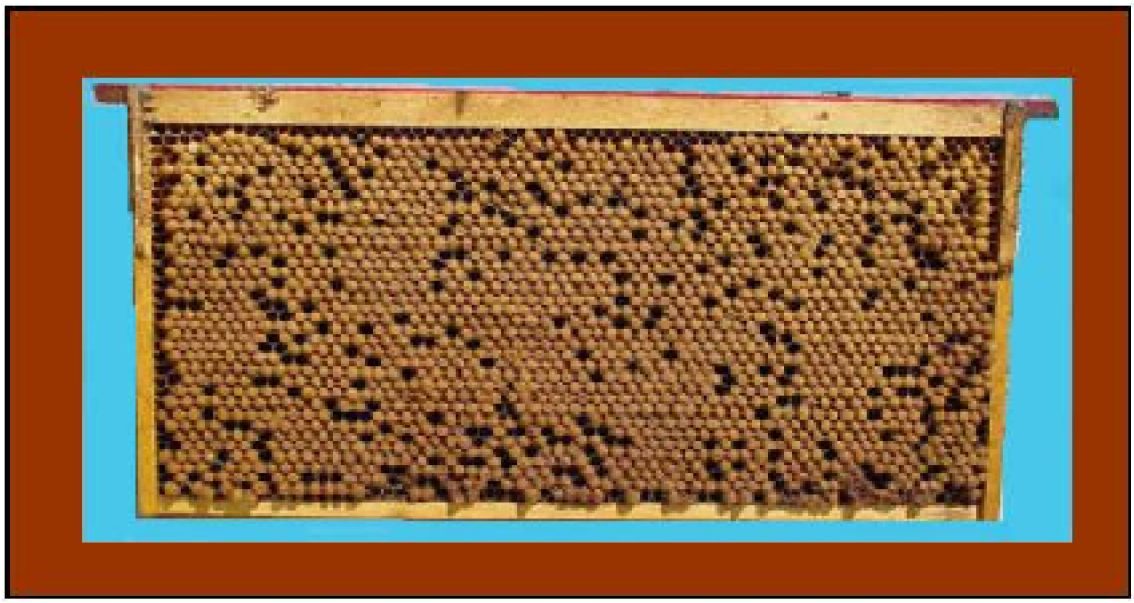

FIGURA 3. Panal zanganero, para colmena Langstroth.

FUENTE: FREE y WILLIAMS (1975).

3.3.5. Toma de muestra. El proceso de toma de muestra se realizó al final del experimento cuando el porcentaje de celdillas operculadas superó el 60%. Estas muestras se registraron y posteriormente se analizaron en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

3.3.5.1. Muestras de abejas adultas. La toma de muestra de abejas adultas consistió en recolectar una cantidad aproximada de 200 abejas, entre obreras y zánganos, por colmena. Estas abejas fueron depositadas en un frasco, que se identificó para su posterior análisis en laboratorio, con el objetivo de determinar el porcentaje de infestación de varroa.

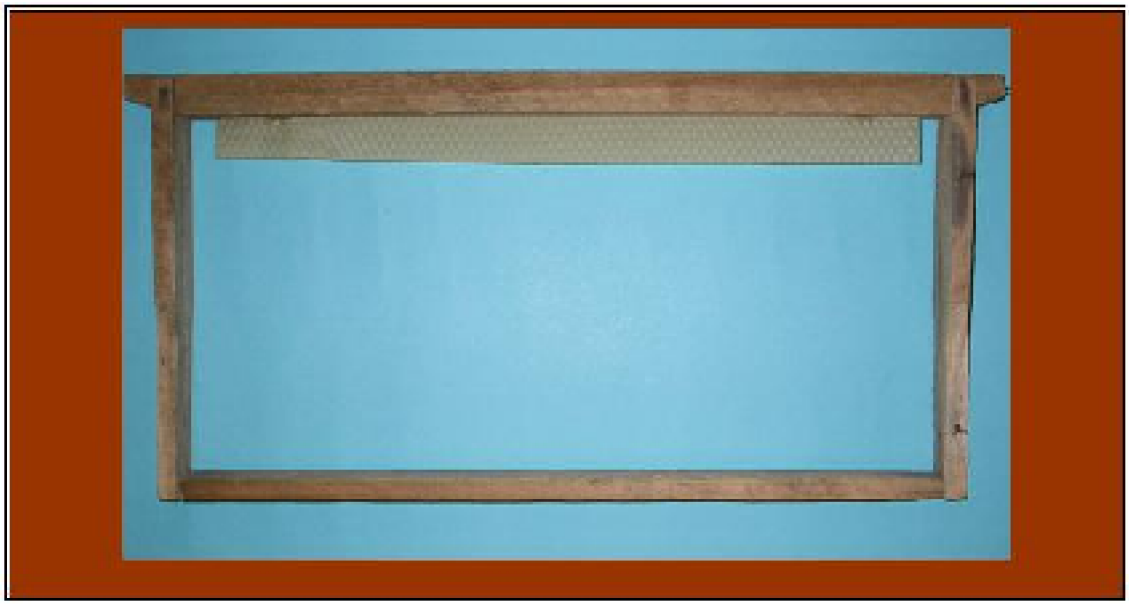

FIGURA 4. Marco con lámina de cera, puesta en la parte superior.

FUENTE: HORR (1998).

3.3.5.2. Muestras de crías. Esta muestra consistió en sacar tres trozos de 200 celdillas c/u distribuidas en la parte superior, media e inferior de cada panal utilizado como tratamiento en su respectiva colmena. Luego fueron igualmente registradas como su posterior análisis en laboratorio, con el objetivo de determinar el porcentaje de infestación de varroa.

3.3.6. Análisis de muestras en laboratorio. El análisis de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal correspondiente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

El análisis consistió en realizar un conteo y registro de la cantidad de varroa que presentaron las muestras obtenidas en terreno, tanto para las muestras de adultos como de crías, de las diferentes colmenas.

3.3.6.1. Análisis de muestras de abejas adultas.De cada colmena que participó en el experimento, se obtuvo una muestra de abeja adulta, la cual se depositó en un frasco. La cantidad de cada muestra, varió entre 150 y 300 abejas por frasco.

Una vez obtenidas dichas muestras se efectuó el análisis correspondiente, el cual consistió en un principio en aplicar detergente con agua a cada una de las muestras. Luego se agitaron dichos frascos, permitiendo así que los ácaros se desprendan del cuerpo de la abeja. Posteriormente cada muestra pasó por un colador de doble malla para el recuento de las varroas, donde la primera malla es más gruesa y retiene a las abejas, en cambio la segunda es más fina y permite retener a los ácaros (SAG, 1994).

Finalmente, y debido a que los ácaros se pueden distinguir a simple vista, se procedió a contarlos y a registrarlos en una planilla.

3.3.6.2. Análisis de muestras de crías de abejas.El análisis de las crías de abejas consistió en poner los trozos de panal de cada una de las colmenas bajo la lupa, procediendo a desopercular las celdillas y sacar las crías con una pinza entomológica.

Luego se observó y contó la cantidad de ácaros de cada una de las muestras.

3.3.7. Procesamiento de la información. En este punto, se procedió a determinar el porcentaje de infestación de varroa, para cada una de las muestras. Luego estos datos fueron analizados estadísticamente para realizar distintas comparaciones entre resultados de las diferentes muestras.

3.3.7.1. Porcentaje de infestación.El porcentaje de infestación del ácaro *V. destructor* para las distintas muestras, tanto de adultas como de crías, se obtuvo de la siguiente manera:

Porcentaje de infestación para las muestras de abejas adultas:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{Nº de ácaros presentes} \times 100}{\text{Nº de abejas de la muestra}} \qquad (3.1)$$

Porcentaje de infestación para las muestras de crías:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{Nº de ácaros presentes} \times 100}{\text{Nº de celdillas analizadas}} \qquad (3.2)$$

3.3.7.2. Análisis estadístico. Los antecedentes recopilados durante el proceso de ensayo, fueron sometidos a un test de homogeneidad; debido al incumplimiento de dicho principio, y por presentar datos no paramétricos, éstos fueron analizados mediante la prueba *Kruskall Wallis*.

A su vez, se realizaron análisis de correlación *R de Spearman* para algunas variables con el objetivo de corroborar la influencia que presentan unas sobre otras.

Para realizar estos análisis, se utilizó el programa estadístico *Stat Graphics plus 5.0* y el texto de estadística STEEL y TORRIE (1988).

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Para evaluar la efectividad del método empleado, se analizaron por separado los parámetros medidos durante el experimento, con lo cual se podrá visualizar de mejor manera el efecto alcanzado por dichos tratamientos, en la población de *V. destructor*.

4.1. Proporción entre huevos y larvas de zángano observados durante el período experimental, en los tratamientos dos y tres

La proporción entre huevos y larvas de zángano medidas en los panales zanganeros, se realizó con la ayuda de una transparencia graduada, sobre la base de 100 celdillas c/u dividida en rectángulos iguales. Esta lámina se ubicaba sobre el panal y se comenzaba a realizar el conteo de huevos y larvas con la ayuda de un contador manual; similar técnica a la empleada para mediciones de crías y alimento almacenado por FREE y WILLIAMS (1975) y CALIS *et al.,* (1999).

CUADRO 2. Número promedio de huevos y larvas presentes en los panales zanganeros, para los tratamientos dos y tres en las diferentes fechas de muestreo.

Fecha de Muestreo	T2 (Un panal zanganero)		T3 (Dos panales zanganeros)	
	Huevo	Larva	Huevo	Larva
9 de febrero	0	0	0	0
15 de febrero	3.3	0	0	0
22 de febrero	0	6.7	8.3	4.3
1 de marzo	0	0	0	1.7

Como se aprecia en el Cuadro 2, la cantidad de huevos observados en las diferentes fechas de muestreo, fue sumamente baja para los dos tratamientos. Esto indicaría una mínima oviposición por parte de las reinas, en los panales zanganeros puestos dentro de las distintas colmenas utilizadas. Se puede observar además, que la primera postura se produjo dos semanas después de haber puesto los panales zanganeros, el día 15 de febrero para el tratamiento dos. A su vez, la mayor cantidad promedio de huevos observados, se encontró el día 22 de febrero para el tratamiento tres, con solo 8.3 unidades. Estas situaciones se observan en las Figuras 5 y 6.

Los resultados del presente ensayo no concuerdan con lo señalado por MARCANGELI (2003), quien señala que luego de ocho días, la reina cubrió totalmente el panal zanganero con huevos de zángano.

En cuanto a las larvas, estas se observaron la tercera semana después de haber puesto los marcos, lo que viene a confirmar el ciclo natural de desarrollo del insecto. Sin embargo, tal como era de esperar, debido a la escasa postura, la cantidad fue sumamente baja en relación a lo presupuestado, siendo un factor decisivo en el resultado final del ensayo.

Entre los factores que pueden haber afectado negativamente en el reconocimiento y posterior postura por parte de la reina, se encuentra el tamaño de la colonia. Según RHODES (2002), las colonias fuertes con una gran cantidad de obreras, crían y mantienen más crías y adultos de zánganos que las colonias débiles. Esto concuerda con lo señalado por FREE y WILLIAMS (1975), quienes encontraron una alta correlación ($P < 0.001$) entre el tamaño de la colonia y la cantidad total de crías de zánganos presentes. Lo cual, cobra relevancia, si se considera que el criterio de selección de las colmenas, correspondió solamente al nivel de infestación, generando cierta heterogeneidad entre las colonias, en cuanto al vigor y tamaño de las poblaciones.

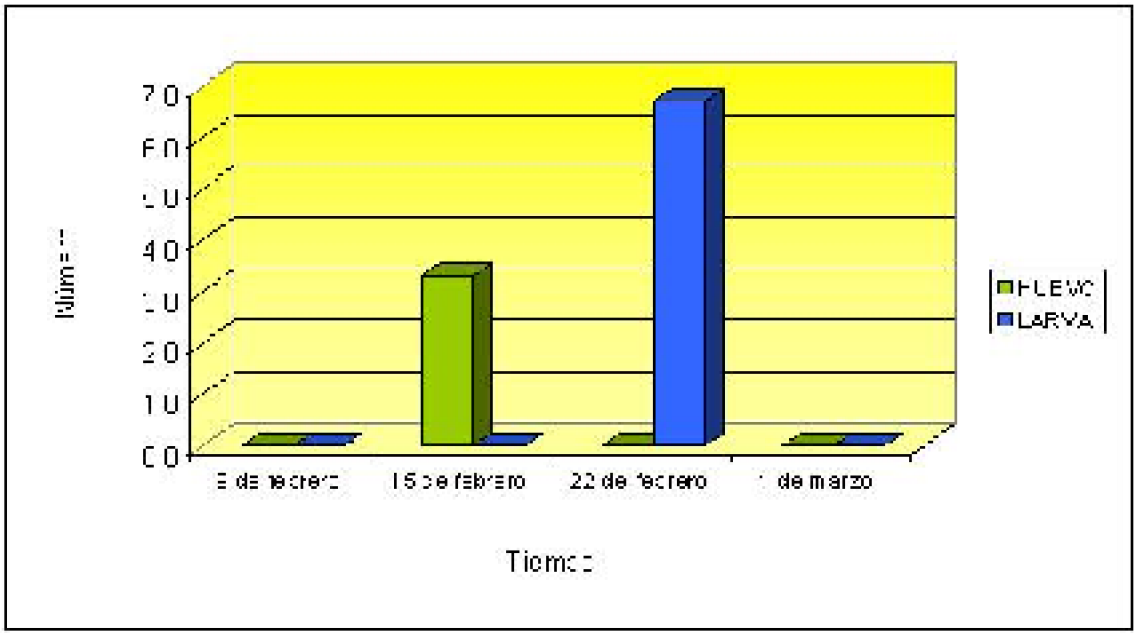

FIGURA 5. Proporción de huevos y larvas observados en el tratamiento Un panal zanganero, a través del tiempo.

Por otro lado, el período en que se realizó el ensayo, también pudo haber influido negativamente sobre el comportamiento oviposicional de las reinas, suponiendo que las condiciones para Valdivia, en la época escogida, no fueron las apropiadas para aplicar este método biotécnico. Estas apreciaciones se basan, en lo señalado por FLORES *et al*., (2003), quien indica que esta técnica sólo podrá aplicarse en la estación primaveral, cuando las abejas, por motivos reproductivos, están dispuestas a criar gran número de zánganos, y a lo señalado por SASAKI y OBARA (2001), quienes afirman, que la abeja reina ajusta la proporción sexual de los huevos, en función a los recursos nutricionales y a factores estacionales intrínsecos. Por lo tanto, solo estudios locales permitirán realmente afirmar el período óptimo, en que los zánganos son criados en mayor cantidad, aumentando así el éxito de la técnica, ya que, este período es limitado y está condicionado por el clima y la flora (LLORENTE *et al*., 1994). Al respecto,HIGES *et al*., (1997), señalan que el profundo conocimiento de la dinámica de la colonia y de *V. jacobsoni* en cada zona geográfica, permitirían la aplicación de esta técnica en el momento más oportuno. En este sentido, sería necesario realizar un estudio, por zona agroecológica, en cada lugar donde se pretenda implementar este método de control, con la finalidad de conocer el efecto que producen los factores climáticos y la oferta floral, en el incremento de la producción de crías de zángano, para asegurar así, la efectividad del control biotécnico.

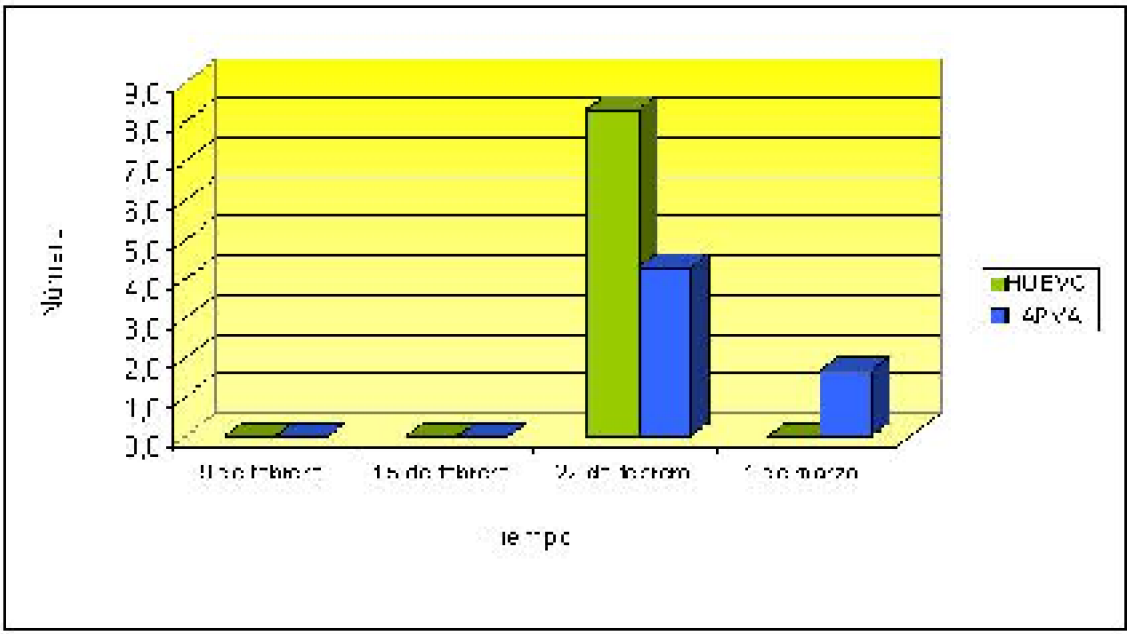

FIGURA 6. Proporción de huevos y larvas observados en el tratamiento Dos panales zanganeros, a través del tiempo.

Sumado a lo anterior, las causas nutricionales, serían fundamentales en el desarrollo de una colonia, y determinante en la pr oducción de zánganos, tal cual lo afirman TABER y POOLE (1974) y RHODES (2002), donde la habilidad de una colonia para mantener una gran población de zánganos depende de un continuo flujo de polen que entra en la colonia y no del polen almacenado. Esto concuerda con lo expresado por TABER (1973) y CONNOR (2003), quienes señalan que la inexistencia de crías de zángano, se debe a una escasez en la disponibilidad de polen de por lo menos 7 días, donde solo los zánganos adultos estarán presentes. Al respecto, en el Anexo 49, se puede constatar que las precipitaciones ocurridas durante el período de ensayo, sobrepasaron la media de los últimos 42 años, y dado su frecuencia, pudieron ser obstáculo en la recolección de polen por parte de las obreras, lo cual pudo traducirse en una mínima cantidad de crías de zángano, por parte de las reinas.

Por otro lado, CONNOR (2003), agrega que los estados inmaduros de zánganos, frecuentemente desaparecen durante períodos de baja recolección de polen o durante épocas de fríos prolongados y clima lluvioso, donde los huevos y larvas son consumidos por abejas normalmente “vegetarianas”, probablemente para conservar su nivel proteico. Al respecto, como se aprecia en el Anexo 2, la cantidad de larvas encontradas fue menor a la cantidad de huevos observados anteriormente en el tratamiento tres, lo cual podría explicarse por este motivo (Figura 6).SASAKI y OBARA (2001), afirman que durante la estación reproductiva, la proporción de huevos de zángano ovipuestos bajo condiciones de escasez de alimento, fue menor, al compararlo con un medio de suficiencia alimentaria, no obstante aquello, esta menor cantidad no pudo ser atribuida por una ‘’canibalización’’ de huevos de zángano por parte de las obreras.De igual forma, FREE y WILLIAMS (1975), descubrieron que la postura de huevos de zángano, medida en un principio, raramente fuereflejada en los números posteriores que alcanzaron los estados

de larvas y pupas. Sin embargo, como se aprecia en el Anexo 49, al contrario de lo ocurrido con las precipitaciones, donde probablemente hubo problemas nutricionales asociados, las temperaturas no presentaron grandes variaciones con respecto a la media, por lo tanto, no hubo períodos de frío adversos. En el tratamiento dos, en cambio, la cantidad de larvas localizadas fue mayor al número de huevos hallados en un principio, lo que puede ser atribuido al método de conteo propuesto anteriormente (Anexo 1, Figura 5).

4.2. Parámetros evaluados y efectos encontrados durante el período experimental, en los tratamientos cuatro y cinco

Conforme a lo establecido en el capítulo material y método, se evaluaron una serie de parámetros con el fin de determinar la respuesta que generaron las obreras y reinas hacia dichos tratamientos (marcos con lámina de cera).

4.2.1. Altura y largo máximo de panal, estirado por las obreras en los tratamientos cuatro y cinco. Estas variables se midieron con una huincha, en una de las caras del panal, con el objetivo de ver la respuesta por parte de las obreras en la producción de panales, bajo un régimen de libre construcción.

Al observar los Cuadros 3 y 4, se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas tanto para la altura como para el largo máximo de panal estirado, entre los dos tratamientos, en los días evaluados (Anexos 3 al 10).

Estos resultados indicarían que la respuesta sería la misma independiente si se colocaran uno o dos marcos en una colmena. Sin embargo, se puede apreciar, que el promedio del estirado para el tratamiento cinco es menor en comparación al tratamiento cuatro, para cada variable y fecha estimada, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esta desigualdad, estaría relacionada con la nula respuesta de estirado que experimentó el tratamiento cinco, en ciertos marcos, además de considerar la disparidad en la construcción para las distintas colmenas (Anexo 28).

CUADRO 3. Promedio de la altura máxima (cm) de panal estirado, para los tratamientos cuatro y cinco, medido en las fechas indicadas.

Fecha	Tratamientos	
	T4	T5
9 de febrero	0a	0a
15 de febrero	15.1a	9.6a
22 de febrero	18.0a	10.25a
1 de marzo	18.2a	10.95a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis

(P< 0.05), en cada fecha

CUADRO 4. Promedio del largo máximo (cm) de panal estirado, para los tratamientos cuatro y cinco, medido en las fechas indicadas.

Fecha	Tratamientos	
	T4	T5
9 de febrero	0a	0a
15 de febrero	32.7a	14.2a
22 de febrero	37.5a	17.2a
1 de marzo	42.4a	17.4a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05), en cada fecha.

Esto concuerda con lo señalado por LEVIN y COLLISON (1991), quienes comparando tres métodos distintos, observaron que el crecimiento tanto en altura como en el largo fue altamente variable para aquellos panales construidos a través de una lámina de cera estampada, puesta en la parte superior del marco.

En este sentido es preciso señalar también, que solo el tratamiento cuatro logró cubrir casi por completo los marcos, al final del experimento (Cuadros 3 y 4), ya que un panal tipo Langstrothmide 43 x 20 cm según DEL POZO y SCHOPFLOCHER (2000).

Una de las posibles causas, por las cuales las abejas no lograron estirar completamente los panales, estaría relacionado con lo dicho por SEELY (2003), quien agrega, que el momento en que una colonia construye nuevos panales, se produce cuando ésta experimenta una alta ingesta de néctar, y los demás panales están casi llenos de alimento y crías, por sobre un nivel mínimo. Este umbral se incrementa con el tiempo, hasta el final de la temporada, siendo crítico en períodos de escasez de néctar. Lo cual confirma, que la construcción de panales, nunca tiene un funcionamiento óptimo. Por lo tanto, sólo cuando este umbral haya sido sobrepasado y el néctar esté siendo recolectado, la colonia comenzará a construirlos nuevamente (PRATT, 1999).

Estas apreciaciones podrían explicarnos en parte los motivos por los cuales el tratamiento cinco no logró completar los marcos en ciertas colmenas, ya que, una colonia necesitará de mayor energía al tratar de construir más panales, la cual necesariamente se suministrará a través de la alimentación, en la época correcta. Al mismo tiempo requerirá de un mayor contingente de trabajo, tal como lo afirma VAN DUNG *et al.* (1995), quienes indican que este tipo de construcción, necesariamente debiera realizarse dentro de una colonia fuerte. Lo anterior, es confirmado por TABER y OWENS (1970, 1973), donde en un estudio, encontraron una relación directa entre el tamaño de la colonia y el volumen de panal construido. Al respecto, hay que consignar, tal como se indicó en el punto 4.1, que hubo cierta disparidad en las poblaciones de las colonias, donde no pocas colmenas presentaban cierto indicio de debilidad, lo cual posiblemente afectó negativamente en la construcción de panales, especialmente en el tratamiento cinco, donde el gasto energético sería mayor.

No obstante lo anterior, del Cuadro 5 se puede apreciar finalmente que no hubo

diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos, para las variables altura y largo máximo (Anexos 19 y 20). Pero, debido a que sería más lógico esperar un mayor estiramiento al colocar uno, y no dos marcos a similares niveles de población, estos resultados podrían explicarse también, por el método estadístico utilizado.

CUADRO 5. Promedio de la altura y largo máximo (cm) de panal estirado, medidos para los tratamientos cuatro y cinco.

Variables	Tratamientos	
	T4	T5
Altura máxima	12,73a	7,56a
Largo máximo	28,10a	12,21a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

4.2.2. Número de celdillas zanganeras. La metodología ocupada para efectuar estas mediciones, fue la misma a la realizada en el punto 4.1.

Los resultados presentes en el Cuadro 6, demuestran que no existieron diferencias estadísticamente significativas en el número de celdillas de zángano entre los tratamientos, en los distintos períodos de evaluación (Anexos 11 al 14).

CUADRO 6. Número promedio de celdillas zanganeras, presentes en los tratamientos cuatro y cinco, en las fechas indicadas.

Fecha	Tratamientos	
	T4	T5
9 de febrero	0a	0a
15 de febrero	4.3a	0a
22 de febrero	2.0a	0a
1 de marzo	0a	0a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05), en cada fecha

Los niveles encontrados, fueron muy bajos e indicarían que esta biotécnica no sería la adecuada para la época y condición de las colonias en Valdivia, ya que, uno de los factores que influyen en la efectividad de la técnica del panal zanganero, está relacionado con el número de celdillas de zángano usados para atrapar ácaros (CALIS *et al.*, 1999; MARCANGELI, 2003). Es necesario resaltar a propósito, la nula respuesta que obtuvo el tratamiento cinco en la construcción de dichas celdillas, bajo un régimen de libre construcción de panales, a través del tiempo (Anexo 28).

Lo anteriormente expuesto, no concuerda con los resultados obtenidos por LEVIN y COLLISON (1991), quienes indican, que a medida que se les dió una mayor libertad en la construcción a las abejas, la cantidad de celdillas zanganeras en los panales, tendió a incrementarse. Similares resultados obtuvieron JOHANSSON y JOHANSSON (1971a, 1971b), los cuales señalan que la mayoría de las colonias a las cuales se les proveyó de

marcos con análogas características a las ocupadas en este experimento, construyeron celdillas de zángano. Estos resultados son apoyados por numerosos expertos, todos los cuales alcanzaron producciones exitosas de celdillas zanganeras, al estimular a las abejas, mediante un proceso de libre construcción de panales (MAUL, 1994; HORR, 1998; CHARRIERE *et al.*, 1998 a).

Al mismo tiempo, no existió correlación entre la altura máxima de panal estirado y el número de celdillas de zángano medidos para los dos tratamientos (P □ 0.05), como tampoco existió correlación entre el largo máximo de panal estirado y el número de celdillas de zángano medidos para ambos tratamientos (P □ 0.05), lo cual refuerza la escasa construcción de celdillas de zángano por parte de las abejas obreras (Anexos 23 y 25). Esto sugiere en definitiva, que las celdillas construidas por las abejas durante el desarrollo del experimento fueron casi en su totalidad de obreras.

En relación a la formación de celdillas de zánganos, HORR (1998), sostiene que cuando las abejas construyen mayormente celdillas de obrera, la colonia tiene una reina joven, la cual está adquiriendo experiencia. Esto no vendría siendo nuestro caso, ya que, la mayoría de las reinas utilizadas en el presente experimento, estaban en su segundo o tercer año de producción, lo cual sugiere que los motivos por los cuales las obreras no construyeron celdillas de zángano, hayan sido otros.

La escasa o nula producción de celdillas de zánganos, podría deberse a lo señalado por FREE y WILLIAMS (1975), quienes indican, que la cantidad de panal zanganero construido en una colonia depende del tamaño de la población, la época del año y de la cantidad de celdillas de zángano previamente existentes, donde cambios en estos factores podrían ayudar a explicarnos diferencias en la proporción de celdillas zanganeras. PRATT (1998), confirma que la cantidad de panales zanganeros que se construyen en una colmena, está gobernado por un proceso de retroalimentación negativa, provocado por panales de zángano anteriormente construidos. Esto podría explicar en parte las razones por las cuales no se hayan generado dichos panales, ya que en el experimento no se contempló el hecho de quitar aquellas porciones de celdillas de zángano que se encontraban en los panales. Al respecto, FREE y WILLIAMS (1975), indican que en general las colonias sin porciones de panales zanganeros, construyen en mayor proporción celdillas de zángano, y más celdillas de zángano por abeja. Además, sostiene que esta retroalimentación negativa, depende del contacto que hayan tenido las obreras con dichos panales, donde las crías también contribuyen a tal efecto, aunque en menor grado. Lo cual es confirmado por MORSE (1998) y SEELY (2003), quienes indican que el proceso de toma de decisiones en la regulación de la construcción del panal zanganero, se distribuye entre la población de abejas obreras y no es un control centralizado por parte de la reina.

Sumado a lo anterior, TABER y OWENS (1970), agregan que a medida que la población de abejas aumentaba, la cantidad de panal de zángano tendió a incrementarse. Asimismo, todas las reinas utilizadas en el experimento fueron jóvenes, fertilizadas y prolíficas, pero la tendencia a construir celdillas de zángano dependió también de otros factores como la disponibilidad de néctar y polen. Por el contrario SASAKI y OBARA (2001), señalan que durante su investigación, la construcción de celdillas de zángano no varió al comparar entre condiciones de alta y baja disponibilidad de alimento.

CUADRO 7. Número promedio de celdillas zanganeras, presentes en los tratamientos cuatro y cinco.

Variable	Tratamientos	
	T4	T5
№ celdillas Zanganeras	1,58a	0b

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Del Cuadro 7, se desprende por último, que hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos cuatro y cinco, para el número de celdillas zanganeras. Sin embargo, en ambos casos, el número fue exiguo como para iniciar un proceso de control de varroa, mediante la utilización de dichos panales.

4.2.3. Número de huevos. Al igual que en el punto anterior, el método ocupado para contabilizar la cantidad de huevos ovipuestos por las reinas, fue el mismo propuesto por FREE y WILLIAMS (1975) y CALIS *et al.* (1999).

Al apreciar el Cuadro 8, se concluye que el día 15 de febrero existió una diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos para el número de huevos ovipuestos, lo que no sucedió en las fechas restantes (Anexos 15 al 18). Esto implica una postura más temprana para el tratamiento cuatro, la cual fue disminuyendo a medida que transcurrieron los días. Para el tratamiento cinco, en cambio, se puede apreciar que la primera oviposición se produjo el día 22 de febrero, además de una bajísima postura general durante todo el período de evaluación. Dichas observaciones pueden ser explicadas en parte debido a que las celdillas estuvieron destinadas principalmente a almacenar miel y polen por la colonia, en el tratamiento cinco.

CUADRO 8. Número promedio de huevos, presentes para los tratamientos cuatro y cinco, en las fechas indicadas.

Fecha	Tratamientos	
	T4	T5
9 de febrero	0a	0a
15 de febrero	55.7a	0b
22 de febrero	46.7a	5.0a
1 de marzo	0a	0a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05), en cada fecha.

Según LEVIN y COLLISON (1991), la producción de zánganos depende de una serie de factores interrelacionados como: el tamaño de la población de abejas; la disponibilidad de panal zanganero; el comportamiento oviposicional de la reina; época del año y nutrición. Esto concuerda con lo señalado por CONNOR (2003), donde el número de zánganos está regulado dinámicamente dentro de una colmena, cuya reina vigorosa raramente producirá zánganos durante períodos adversos o durante el invierno.

A su vez, existió correlación entre los valores de altura máxima de panal estirado y el número de huevos para los dos tratamientos (P □ 0.05), como asimismo hubo correlación entre los valores largo máximo de panal estirado y número de huevos para ambos tratamientos (P □ 0.05). Estos resultados permiten deducir que, efectivamente, el estirado de los panales en ambos tratamientos, produjo un efecto positivo en la postura de las reinas (Anexos 24 y 26). Sin embargo, es preciso señalar también, que el punto anterior (4.2.2), confirma el hecho de que la construcción de celdillas zanganeras fue mínima, lo cual indicaría que la postura se produjo principalmente con huevos de obreras.

CUADRO 9. Número promedio de huevos, presentes en los tratamientos cuatro y cinco.

Variable	Tratamientos	
	T4	T5
№ huevos	25,58a	1,25b

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Como se aprecia en el Cuadro 9, hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos cuatro y cinco para el número de huevos ovipuestos (Anexo 22). Se denota un mayor número promedio de huevos para el tratamiento cuatro que para el tratamiento cinco. Esto sugiere una menor oviposición por parte de las reinas, debido a la diferencia de estiramiento de panal, avalados por los resultados obtenidos en el Cuadro 5, producto del marco extra que posee el tratamiento cinco y de las razones expuestas en el punto 4.2.1. Al respecto, CONNOR (2003), señala que la colocación de dos marcos sería el límite, ya que con cantidades mayores, la reina dejará de oviponer en celdillas de zángano o las obreras se encargarán de comerse los huevos restantes que fueron depositados.

4.3. Nivel de infestación en las colmenas

Con el propósito de conocer si hubo alguna modificación en la población de *Varroa destructor Anderson & Trueman*, se procedió a evaluar el porcentaje de infestación inicial y final, tanto para las abejas adultas como para las crías de abejas, en cada tratamiento. De igual forma, se evaluó el porcentaje de infestación en los panales zanganeros, con la intención de observar, si se produjo el efecto de atracción de ácaros, por parte de los panales-trampa.

4.3.1. Nivel de infestación en los panales zanganeros. Este análisis se realizó con muestras de crías, sacadas de cada uno de los panales zanganeros utilizados en el ensayo, según la metodología propuesta por SAG (1994), después de aplicar los tratamientos.

El Cuadro 10, muestra una diferencia estadística significativa entre los distintos tratamientos (Anexo 33), en el período final de la evaluación del experimento, lo que

gráficamente puede observarse en la Figura 7. Lo anterior estaría relacionado a la variedad de respuestas originadas por los ácaros, hacia las condiciones generadas tanto por las obreras, como por las reinas en dichos panales.

CUADRO 10. Nivel promedio de infestación final, en los panales zanganeros, para cada tratamiento.

Tratamientos	Nivel infestación final
	(%)
T1	16.39b
T2	0c
T3	2.58c
T4	33.63a
T5	5.4bc

*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Al analizar el Cuadro 10 y el Anexo 48, pareciera no haber una dependencia entre la cantidad de marcos puestos en el ensayo, como es el caso del tratamiento dos con respecto al tres o el cuatro con el cinco, con relación a la carga parasitaria encontrada posteriormente. Se aprecia también, que tres de los cuatro tratamientos definidos como panales zanganeros (T2-T5), presentan niveles de infestación menores al del testigo. Esto, se debe a que prácticamente la mayoría de las celdillas parasitadas, del total de celdillas evaluadas, correspondieron a las de obreras (Anexo 48), lo cual produjo, que la carga parasitaria haya incidido casi en su totalidad sobre las crías de obreras. Por lo tanto, no se logró el efecto de atracción que tendría que haber ocurrido, incrementándose la infestación de varroa en estos panales, para posteriormente retirarlos, disminuyendo así el grado de parasitismo general de la colmena.

Lo anterior contrasta con lo obtenido por LLORENTE *et al*. (1994), quienes lograron alcanzar niveles de infestación promedio en crías de zángano cercanos al 60%. Al respecto, se observa el tratamiento cuatro con el mayor porcentaje de varroa, lo cual se explicaría por la mayor cantidad de celdillas producidas y huevos ovipuestos. Sin embargo, como se señaló anteriormente, estos huevos fueron depositados en celdillas de obreras, lo cual estaría limitando la efectividad de esta metodología.

En relación con la efectividad de esta técnica, Boot *et al*. (1995) citados por WILKINSON y SMITH (2002), señalan que este método depende de la proporción de ácaros que invaden crías de zánganos, en los panales trampas. Ya que, la tasa de invasión de ácaros dentro de las celdillas es proporcional a la relación entre el número de celdillas con crías atractivas y el número de abejas en la colonia (FRIES *et al*., 1994). Lo cual, es confirmado por CALIS *et al*., (1999), quienes indican, que la efectividad de la técnica del panal-trampa está relacionada con el número de celdillas de crías usadas para atrapar ácaros, donde teóricamente con solo alrededor de 500 celdillas de zángano por kg de abeja es necesaria para atrapar más del 95% de los ácaros en una colonia sin crías. En el Anexo 48, se puede apreciar, que el número de celdillas de zángano infestadas por varroa, del total de celdillas observadas, fue prácticamente nulo, lo que claramente influyó en el resultado final del ensayo. Por su parte, CHARRIERE *et al*. (1998

a), sugiere que la extracción mínima de 1 dm^2 de panal zanganero, cuantas veces sea posible durante la temporada, reducirá notoriamente el incremento en la población del parásito.

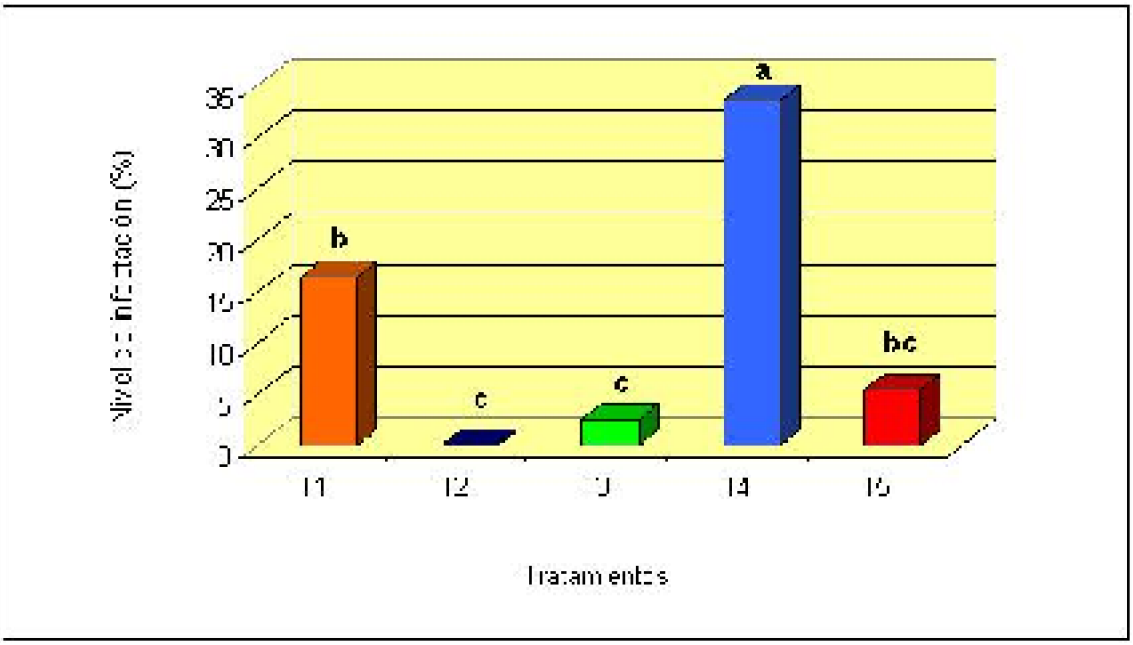

FIGURA 7. Nivel de infestación final, en los panales zanganeros, entre los distintos tratamientos.

*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

CALIS *et al*., (1999) y MARCANGELI (2003), agregan por último que el control en la producción de crías de zángano pareció ser crucial en el éxito del método, mediante el confinamiento de la reina, sobre panales zanganeros puestos entre excluidores de reinas. Sin embargo, debido a que en los tratamientos cuatro y cinco, las celdillas construidas fueron mayoritariamente de obreras, esta técnica igualmente hubiera sido ineficaz.

4.3.2. Nivel de infestación en crías de abejas. Este análisis se realizó con muestras de crías sacadas de la cámara de cría de cada una de las colmenas, según la metodología propuesta por SAG (1994), antes y después de aplicar los tratamientos.

CUADRO 11. Nivel promedio de infestación inicial y final, en crías de abejas, para cada tratamiento.

Tratamientos	Nivel infestación (%)	
	Inicial	Final
T1	11.26a	12.61a
T2	14.38a	14.19a
T3	16.45a	16.53a
T4	13.75a	18.03a
T5	22.69a	22.48a

*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P<

0.05), en cada tratamiento.

En el Cuadro 11 se demuestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar los períodos de evaluación antes y después de aplicar el experimento (Anexos 39 al 43), lo que se aprecia de mejor manera en la Figura 8. Estos antecedentes nos demuestran que no hubo una disminución en la tasa reproductiva del parásito, manteniéndose los niveles de infestación, incluso hasta finales del verano, para cada uno de los tratamientos. Esto se explicaría, debido al exiguo efecto logrado por los panales zanganeros, en la reducción parasitaria de la cámara de cría, ratificando la ineficacia del método, bajo las condiciones del estudio.

Es preciso señalar también, que una reducción parasitaria en la cámara de cría, implica que al final del ciclo reproductivo del parásito, los descendientes del ácaro "madre", deben pasar a través de la fase forética, antes de ser atrapados por el panal zanganero. Por lo tanto el proceso de control de dicho parásito en crías de abeja, toma más tiempo, comparado al controlar el ácaro directamente de las abejas adultas. Lo anterior, ha provocado que diversos investigadores realicen este método, en períodos donde la cría esté ausente, tal cual lo afirman WILKINSON y SMITH (2002), quienes señalan, que el número de pupas de zángano requeridas para demorar significativamente el crecimiento de la población del ácaro, podría reducirse considerablemente, efectuando este método en períodos donde las colonias no presenten crías, como es el caso de la prevención del enjambre en primavera.

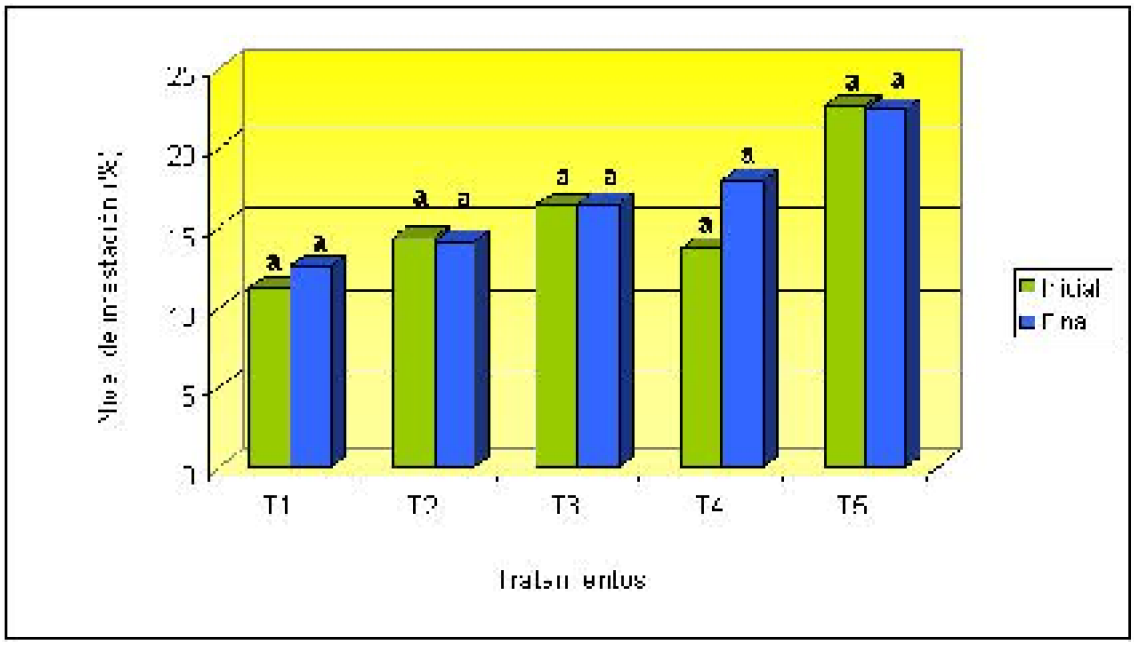

FIGURA 8. Nivel de infestación inicial y final, en crías de abejas, para cada tratamiento.

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Del Cuadro 12, se desprende por último, que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, para el nivel de infestación final, en crías de abejas (Anexo 32).

CUADRO 12. Nivel promedio de infestación final, en crías de abejas, para cada tratamiento.

Tratamientos	Nivel infestación final
	(%)
T1	12.61a
T2	14.19a
T3	16.53a
T4	18.02a
T5	22.48a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Al mismo tiempo, se desprende que los panales zanganeros no provocaron ningún efecto medible, sobre el nivel de infestación en la cámara de cría, de las distintas colmenas utilizadas durante el ensayo, al final del período de evaluación. Por lo tanto, y ya que la mayoría de las colmenas (Anexo 47) superan el nivel crítico, como para decidir la aplicación de medidas de control del parásito, al final del ensayo, éstas se verán gravemente perjudicadas durante la próxima temporada. Finalmente, el hecho de que los distintos tratamientos no se diferencien del testigo, demuestra la ineficacia de este tipo de métodos, para el control del nivel de infestación sobre crías de abejas, en las condiciones y período realizado.

4.3.3. Nivel de infestación en abejas adultas. Este análisis se realizó con abejas adultas sacadas de cada una de las colmenas, según la metodología propuesta por CHILE, SAG (1994), antes y después de aplicar los tratamientos.

Los resultados presentes en el Cuadro 13, indican que no existieron diferencias estadísticas significativas para los niveles de infestación, al comparar los períodos de evaluación antes y después de aplicar el experimento (Anexos 34 al 38), lo cual se observa de mejor manera en la Figura 9.

CUADRO 13. Nivel promedio de infestación inicial y final, en abejas adultas, para cada tratamiento.

Tratamientos	Nivel infestación (%)	
	Inicial	Final
T1	8.5a	8.52a
T2	10.34a	10.45a
T3	6.85a	9.08a
T4	21.78a	15.2a
T5	9.56a	17.81a

*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05), en cada tratamiento.

Se puede apreciar que todos los niveles de infestación promedio, se mantuvieron por sobre el umbral de infestación (5%), el cual es considerado crítico, ya que, en un corto período de tiempo pueden alcanzar niveles superiores al 20%, totalmente perjudiciales

para una colonia que entrará en un período de invernación.

Estos resultados se deben, a las conclusiones anteriormente descritas en el punto 4.3.1, en las cuales, no hubo un aumento en el nivel de infestación de crías en los panales zanganeros, que en consecuencia, no logró reducir el grado de parasitismo en la población de abejas adultas, para los distintos tratamientos propuestos, y a la baja o casi inexistente cantidad de celdillas zanganeras producidas por parte de las obreras, como también, a la igualmente baja postura de huevos de zángano.

Por tal motivo, los resultados presentes no concuerdan con los obtenidos por CHARRIERE *et al*., (1998 a) y CALIS *et al*., (1999), quienes lograron reducir ampliamente el nivel de infestación en las colmenas, frenando así el incremento de la población de varroa. MARCANGELI (2003), por su parte obtuvo un nivel de eficacia del orden del 87,4%, con un valor mínimo de 82.32% y un máximo de 92.51%. Niveles promedios muy cercanos a los logrados por los acaricidas de mejor resultado.

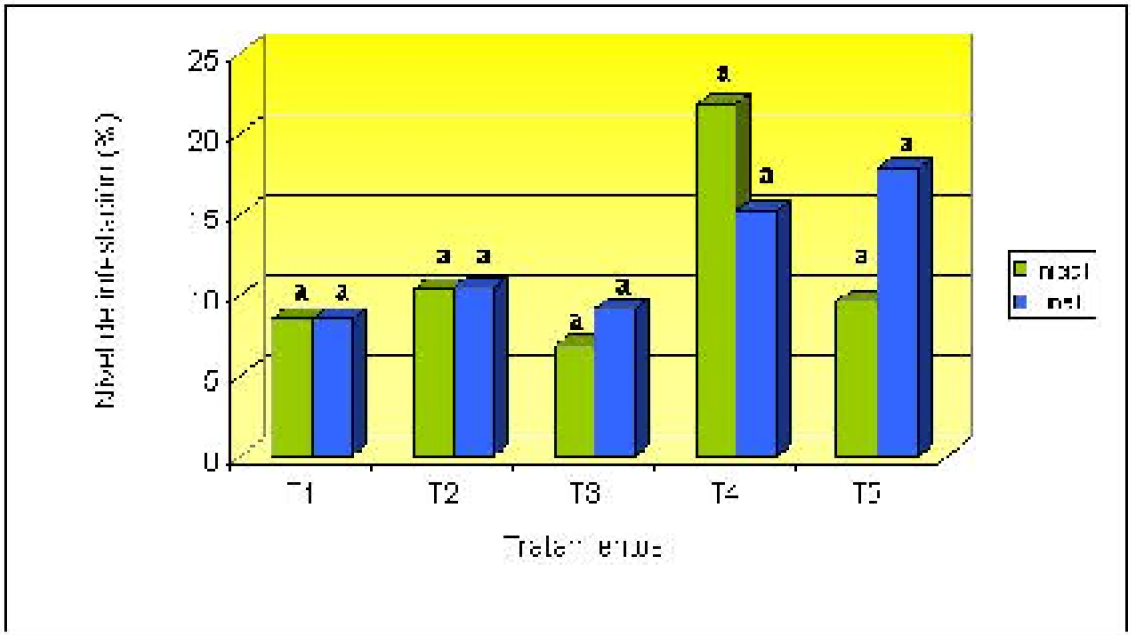

FIGURA 9. Nivel de infestación inicial y final, en abejas adultas, para cada tratamiento.

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis (P< 0.05)

Como se puede apreciar en el Anexo 29, los niveles de infestación obtenidos de los diferentes tratamientos, previo a la aplicación del experimento, no presentaron diferencias estadísticas significativas, lo cual fue positivo para poder analizar el efecto de los tratamientos.

Además, al igual que los niveles de infestación inicial, los distintos tratamientos propuestos no reflejaron una diferencia estadística entre ellos (Anexo 30), posterior a la aplicación del experimento, tal como se aprecia en el Cuadro 14. Y, debido a que ninguno de los tratamientos logró diferenciarse del testigo, a través de menores niveles de infestación, se confirmaría el hecho de que los motivos por los cuales el método fue ineficaz, estarían relacionado con factores ajenos a los tratamientos propuestos.

CUADRO 14. Nivel promedio de infestación final, en abejas adultas, para cada tratamiento.

Tratamientos	Nivel infestación final (%)
T1	8.52a
T2	10.45a
T3	9.08a
T4	15.2a
T5	17.81a

* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para Kruskal Wallis ($P< 0.05$)

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establecería que los métodos empleados, como otros métodos biológicos, dependen de factores bióticos y abióticos, los cuales no siempre se dan, y explicarían los resultados obtenidos, bajo las condiciones del ensayo. Para continuar este tipo de investigaciones, deberá considerarse las distintas variables que pueden incidir sobre los resultados (tamaño de la colonia, época del año, flujo de néctar, etc.), los cuales han sido señalados por diversos autores como determinantes, para la aplicación de métodos biotécnicos.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó el ensayo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El uso de esta metodología, no redujo el grado de infestación por *V. destructor*, tanto para las abejas adultas, como para las crías de abejas, al comparar los dos períodos de evaluación, en cada tratamiento.

Las colonias, mostraron una mínima respuesta a la presencia de panales zanganeros, lo que se tradujo en una baja postura de huevos de zánganos y en la ineficacia de esta metodología para controlar *V. destructor*.

Las abejas, no mostraron diferencias en el grado de cubrimiento del marco, al usar uno o dos marcos con cera, y debido a la baja producción de celdillas zanganeras, la postura de huevos de zángano fue muy reducida.

En las condiciones en que se realizó el ensayo, no se obtuvieron los resultados esperados, por lo que es necesario investigar el rol de factores bióticos (edad de la reina, flujo de alimento etc.) y abióticos (época, temperatura, precipitación) en la aplicación de esta tecnología.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, D. y TRUEMAN, J. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. Experimental and Applied Acarology 24: 165-168.

BOECKING, O. y RITTER, W. 1993. Grooming and removal behaviour of *Apis mellifera intermissa* in Tunisia against *Varroa jacobsoni*. Journal of Apicultural Research 32(3/4): 127-134.

_____, O. 1999. Sealing up and non-removal of diseased and *Varroa jacobsoni* infested drone brood cells is part of the hygienic behaviour in Apis cerana. Journal of Apicultural Research 38(3-4): 159-168.

BOGDANOV, S.; KILCHENMANN, V. e IMDORF, A. 1998. Acaricide residues in some bee products. Journal of Apicultural Research 37(2): 57-67.

BOOT, W.; CALIS, J. y BEETSMA, J. 1993. Invasion of *Varroa jacobsoni* into honey bee brood cells: a matter of chance or choice?. Journal of Apicultural Research 32(3/4): 167-174.

BUCHLER, R. y DRESCHER, W. 1990. Variance and heritability of the capped developmental stage in european *Apis mellifera* L. and its correlation with increased *Varroa jacobsoni* Oud. Infestation. Journal of Apicultural Research 29(3): 172-176.

CALDERON, R.; ORTIZ, R.; ARCE, H.; VEEN, J. y QUAN, J. 2000. Effectiveness of formic acid on varroa mortality in capped brood cells of africanized honey bees. Journal of Apicultural Research 39(3/4): 177-179.

CALIS, J.; BOOT, W.; BEETSMA, J.; EIJNDE, J.; RUITJER, A. y STEEN, S. 1998. Control of varroa by combining trapping in honey bee worker brood with formic acid treatment of the capped brood outside the colony: putting knowledge on brood cell invasion into practice. Journal of Apicultural Research 37(3): 205-215.

_____, J.; BOOT, W.; BEETSMA, J.; EIJNDE, J.; RUIJTER, A. y STEEN, S. 1999. Effective biotechnical control of varroa: applying knowledge on brood cell invasion to trap honey bee parasites in drone brood. Journal of Apicultural Research 38(1-2): 49-61.

_____, J.; BEETSMA, J.; BOOT, W.; EIJNDE, J.; RUIJTER, A. y STEEN, S. 2002. Varroa mites and how to catch them. (On line). < http://www.xs4all.nl/~stemp/dronemethod.html> (14 jun. 2002).

CAMAZINE, S. 1986. Diferential reproduction of the mite, *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae), of africanized and european honey bees (Hymenoptera: Apidae). Annals of Entomological Society of America 79(5): 801-803.

CASANOVA, R.A. 2000. Daños causados a *Varroa jacobsoni* (Acari: Dermanicidae) por comportamiento “grooming” de abejas africanizadas (Hymenoptera: Apidae). In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas. Ribeirao Preto. Sao Pablo, Brasil. 328p.

CASTILLO, R. 1994. Varroasis. In: Undurraga, P; Fuenzalida, N y Kehr, M (eds). IV congreso de ciencia y tecnología apícola. Universidad Católica de Valparaíso. Olmué, Chile. pp. I 1-9.

CHARRIERE, D.; IMDORF, A.; BACHOFEN, B. y TSCHAN, A. 1998 a. The removal of capped drone brood: an effective means of reducing the infestation of Varroa in colonies. (On line). Swiss Bee Research Centre. <http://www.apis.admin.ch/english/pdf/varroa/Drohnenbrut_e.pdf> (12 mar. 2002).

_____, D.; MAQUELIN, C.; IMDORF, A. y BACHOFEN, B. 1998 b. What part of the varroa population is removed by creating a nucleus? (On line). SwissBee Research Centre.<http:// www.apis.admin.ch/english/pdf/varroa/ Ableger_e.pdf. > (15 abr. 2003)

_____, D. e IMDORF, A. 2002. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. Bee World 83(2): 51-60.

CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, SAG. DEPARTAMENTO DE DIVULGACION TECNICA. 1994. Control de la varroasis en abejas. Santiago, Chile. 20 p.

CLEMENTE, I. 1990. Varroasis: diversas experiencias para su control. In: II Encuentro nacional de ciencia y tecnología apícola. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. pp: 198-212.

CONNOR, L. 2003. The Drone. Bee Culture 131(5): 19-22.

DEL POZO, E. y SCHOPFLOCHER, R. 2000. Apicultura lucrativa; métodos prácticos para instalar y atender colmenares. Buenos Aires, Argentina, Albatros. 184 p.

DIETZ, A. y HERMANN, H. 1988. Biology, detection and control of *Varroa jacobsoni*: A parasitic mite on honey bees. Lei-Act Publishers. Georgia, U.S.A. 82 p.

DONZE, A.; FLURI, P. e IMDORF, A. 1998 a. A look under the cap: The reproductive

behavior of varroa in the capped brood of the honey bee. American Bee Journal 138 (7): 528-533.

_____, A.; FLURI, P.; IMDORF, A. 1998 b. Remating in varroa: for what purpose?. American Bee Journal 138 (8): 607-609.

ELLIS, M. y BAXENDALE, F. 1994. Comparison of formic acid sampling with other methods used to detect varroa mites (*Varroa jacobsoni* Oud.) and mite distribution within colonies in Nebraska. Bee Science 3(3): 139-143.

FLORES, J.; RUIZ, J.; RUZ, J.; PUERTA, F. y BUSTOS, M. 2003. Apicultura: situación actual de la parasitosis por varroa. (On line). Centro Andaluz de Apicultura Ecológica. <www.eumedia.es/ articulos/mg/120apicultura.html> (26 nov. 2003)

FREE, J. y WILLIAMS, I. 1975. Factors determining the rearing and rejection of drones by the honeybee colony. Animal Behaviour 23: 650- 675.

FRIES, I. 1991. Treatment of sealed honey bee brood with formic acid for control of *Varroa jacobsoni*. American Bee Journal 131: 313-314.

_____, I.; CAMAZINE, S. y SNEYD, J. 1994. Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and a review. Bee World 75(1): 5-26.

_____, I. y HANSEN, H. 1993. Biotechnical control of varroa mites in cold climate. American Bee Journal 133: 435-438.

GAL, H.; SLABEZKI, Y. y LENSKY, Y. 1992. A preliminary report on the effect of origanum oil and thymol applications in honey bee (Apis mellifera L.) colonies in a subtropical climate on population levels of *Varroa jacobsoni*. Bee Science 2(4): 175-180.

GREGORC, A. y PLANINC, I. 2002. The control of *Varroa destructor* using oxalic acid. The Veterinary Journal 163(3): 306-310.

HARBO, J. y HARRIS, J. 2001. Resistance to *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) when mite-resistan queen honey bees (Hymenoptera:Apidae) were free-mated with unselected drones. Journal of Economic Entomology 94(6): 1319-1323.

HIGES, M.; SUAREZ, M. y LLORENTE, J. 1997. Acido láctico y cría dirigida de zánganos. Vida Apícola 84: 50-53.

HORR, B. 1998. Biological control of varroa mites without chemicals. American Bee Journal 138(11): 801-804.

IFANTIDIS, M. 1983. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. Journal of Apicultural Research 22(3): 200-206.

IMDORF, A. y BOGDANOV, S. 2003. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni.* (On line). Swiss Bee Research Centre. < www.apis.admin.ch/english/pdf/essential_oil.pdf > (15 abr. 2003)

_____, A. y CHARRIERE, J. 1999. Alternative varroa control. (On line). Swiss BeeResearchCentre.< www.apis.admin.ch/english/pdf/BeeProducts/Acaricides_e.pdf > (15 abr. 2003)

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AROPECUARIA (INTA-PROAPI). 2002.Varroasis.In:SanidadApícola.< http://www.inta.gov.ar/apinet/la/index.htm > (10 abr. 2002).

ISSA, M.R.C. 1985. A study of preference of the mite Varroa jacobsoni for drones of honey bees, Apis mellifera. In: De jong, D y Egea, A. E.; (eds). Pesquisas com abelhas no Brazil. Brazilian Bee Researsh. p. 211-212.

JEAN-PROST.1981. Apicultura. Traducido por De Linan y Vicente, C. 4ª ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 552 p.

JOHANSSON, T. y JOHANSSON, M. 1971a. Effects of drone comb on brood and honey production in honey bee colonies. Annals of the Entomological Society of America 64(4): 954-956.

_____, T. y JOHANSSON, M. 1971b. Influence of comb foundation on comb, drone and honey production in honey bee colonies. Journal of Economic Entomology 64(2): 556-557.

KORPELA, S.; AARHUS, A.; FRIES, I. y HANSEN, H. 1992. *Varroa jacobsoni* Oud. in cold climates: population growth, winter mortality, and influence on the survival of honey bee colonies. Journal of Apicultural Research 31(3/4): 157-164.

LAMPEITL.1988. Agricultura rentable. Traducido por Escobar, J. Zaragoza, España. Acribia. 197 p.

LE CONTE, Y.; ARNOLD, G.; TROUILLER, J.; MASSON, C.; CHAPPE, B. y OURISSON, G. 1989. Attraction of the parasitic mite *Varroa* to the drone larvae of honey bees by simple aliphatic esters. Science 245: 638-639.

_____, Y.; ARNOLD, G.; TROUILLER, J.; HERVET, H.; MASSON, C.; CHAPPE, B. y OURISSON, G. 1991. Semiochemicals involved in the honeybee-varroa mite relationships: kairomones and brood pheromones. In: Goodman, L. Y Fisher, R.; (eds). The bahaviour and physiology of bees. C.A.B. International. London, U.K. pp: 69-76.

LESSER, R. 2001. Manual de apicultura moderna. 3ª ed. Santiago, Chile. Universitaria. 213 p.

LEVIN, C.; COLLISON, C. 1991. The production and distribution of drone comb and brood in honey bee (*Apis mellifera)* colonies as affected by freedom in comb construction. Bee Science 4(1): 203-211.

LLORENTE, J.; SUAREZ, M.; HIGES, M. 1994. Control de varroosis con la cría de zánganos dirigida. (On line). Centro Regional Apícola de Castilla-La Mancha.<> (15 abr. 2003)

MARCANGELI, J. 2003. Control de *Varroa destructor* en colmenas de la abeja *Apis mellifera* con cría dirigida a zánganos. Vida Apícola. 117: 28-31.

MAUL, V.1994. Studies of comb production by bee colonies without foundation. Apidologie 25(5): 488-489.

MOLINA, A.; GUZMAN, E.; MESSAGE, D.; DE JONG, D.; PESANTE, D.; MANTILLA, C.; ZOZAYA, A.; JAYCOX, E.; ALVARADO, F.; HANDAL, S. y MENESES, G. 1990. Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. San Salvador, El Salvador. 139 p.

MONTIEL, J. y PIOLA, G. 1975. Manual de enfermedades de las abejas. Buenos Aires, Argentina. Industria Gráfica Argentina. 94 p.

MORSE, R. 1998. Research Review. Bee Culture. 126(7): 16.

NEIRA, M. 1999. Apicultura. In: Pequeña agricultura en la Región de los Lagos, Chile. Amtmann, C.; Mujica, F.; Vera, B. (eds). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 299 p.

PALACIO, M.; FIGINI, E.; RUFFINENGO, S.; RODRIGUEZ, E.; DEL HOYO, M. y BEDASCARRABURE, E. 2000. Resultados de la selección para comportamiento higiénico en poblaciones de abejas (*Apis mellifera* L) sin control de fecundación. In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas. Ribeirao Preto. Sao Pablo, Brasil. pp: 52-57.

PELDOZA, J. 1994. Apicultura y control de varroasis. Fundación de Comunicaciones del Agro, Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 146 p.

PICCIRILLO, G. y DE JONG, D. 2003. The influence of brood comb cell size on the reproductive behavior of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* in africanized honey bee colonies. Genetic and Molecular Research 2(1): 36-42.

PRATT, S. 1999. Optimal timing of comb construction by honeybee (*Apis mellifera*) colonies: a dynamic programming model and experimental tests. Behavioral Ecology and Sociobiology 46: 30-42.

_____, S. 1998. Decentralized control of drone comb construction in honey bee colonies. Behavioral Ecology and Sociobiology 42(3): 193-205.

RAMIREZ, W. y OTIS, G. 1986. Developmental phases in the life cycle of *Varroa jacobsoni*, an ectoparasitic mite on honeybees. Bee World 67(3): 92-97.

RHODES, J. 2002. Drone honey bee- rearing and maintenance. (On line). NSW Agriculture<www.agric.nsw.gov.au/reader/1141> (21 jun. 2003).

RITTER, W. 1981. Varroa disease of the honeybee *Apis mellifera*. Bee World 62: 141-153.

ROBINSON, G. 1991. Hormonal and Genetic Control of Honeybee Division of Labour. In: The behaviour and physiology of bees. Goodman, L.J.; Fisher, R.C. (eds). C.A.B. International. pp: 14-27.

ROSAS, L. 1997. Aplicación otoñal de aceites esenciales y ácido fórmico para el control de *Varroa jacobsoni* Oud. en *Apis mellifera* L. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 85 p.

ROSENKRANZ, P.; RÜDIGER, K. y STÜRMER, M. 2000. Population dynamics and varroatosis tolerance factors in Uruguay honey bees. In: Anais do IV Encontro sobre Abelhas. Ribeirao Preto. Sao Pablo, Brasil. pp: 152-156.

ROSSI, 1990. Consecuencias de los problemas sanitarios en la actividad apícola. In: II Encuentro nacional de ciencia y tecnología apícola. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. Pp: 141-148.

RUIJTER, A. 2003. Coordination in Europe of research on integrated control of varroa mites in honey bee colonies. Comission of the European communities. Biotechnical control of varroa mites. < http://www.entom.slu.se/res/bi/Proccedings.html#Biotechnicalcontrolof varroamites > (15 abr. 2003).

SASAKI, K. y OBARA, Y. 2001. Nutritional factors affecting the egg sex ratio adjustment by a honeybee queen. Insectes Sociaux 48(4): 355-359.

SEELY, T. 2003. The control of the type of comb constructed -worker comb or drone

comb- is decentralized. (On Line). Cornell University. <www.nbb.cornell.edu/neurobio/seely/seely_res_rets.html> (5 sept. 2003).

_____, T. 2002. Drone comb. Bee Culture 130(5): 23-25.

STELL, R. y TORRIE, J. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Mc Graw – Hill, Mexico. 622p.

TABER, S. 1998. Drones. American Bee Journal 138(12): 891-892.

_____, S. 1973. Drones- they value to you. American Bee Journal 113: 302-304.

_____, S; POOLE, K. 1974. Rearing and mating of queen and drone honey bees in winter. American Bee Journal 114: 18-19.

_____, S.; OWENS, C. 1973. Size and shape of comb constructed by honey bees in a 1.2 m^3 box during one season. Journal of Economic Entomology 66(5): 1234-1236.

_____, S.; OWENS, C. 1970. Colony founding and inicial nest design of honey bees, *Apis mellifera* L. Animal Behaviour 18: 625-632.

THRYBOM, B. y FRIES, I. 1991. Development of infestations by *Varroa jacobsoni* in hybrid colonies of *Apis mellifera monticola* and *Apis mellifera ligustica*. Journal of Apicultural Research 30(3/4): 151-155.

VANDAME, R. 2000. Curso de capacitación sobre control alternativo de varroa en la apicultura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 22 p.

_____, R.; COLIN, M. y OTERO, G. 1996. Biología de la varroa. In: Abejas europeas y abejas africanizadas en México: La tolerancia a *Varroa jacobsoni*.< http://www.Beekeeping.com/articles/Vandame/Vandam_sp.htm> (10 abr. 2002).

VAN DUNG, N.; QUANG TAN, N.; VAN HUAN, L. y BOOT, W. 1995. Bio-technical manipulations used in Vietnam to control *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae* in colonies of *Apis mellifera*. Bee Science 4(1): 11-13.

WILLKINSON, D. y SMITH, G. 2002. Modeling the efficiency of sampling and trapping *Varroa destructor* in the drone brood of honey bees (Apis mellifera).<http://www.csl.gov.uk/science/organ/environ/bee/varroa/ModellingVarroaTrapping> (20 nov. 2003).

WOYKE, J. 1989. Breeding of honey bees resistant to *Varroa jacobsoni*. American Bee Journal 129(1): 21-23.

ANEXOS

ANEXO 1. Número de huevos y larvas presentes en los panales zanganeros, para el tratamiento 2, en las diferentes fechas de muestreo.

Fecha	Tratamiento 2	
	№ Huevos	№ Larvas
09 de febrero	0	0
	0	0
	0	0
15 de febrero	0	0
	0	0
	10	0
22 de febrero	0	0
	0	0
	0	20
01 de marzo	0	0
	0	0
	0	0

ANEXO 2. Número de huevos y larvas presentes en los panales zanganeros, para el tratamiento 3, en las diferentes fechas de muestreo.

Fecha	Tratamiento 3	
	№ Huevo	№ Larva
09 de febrero	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
15 de febrero	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
22 de febrero	0	0
	0	0
	0	1
	50	25
	0	0
	0	0
01 de marzo	0	0
	0	0
	0	0
	0	10
	0	0
	0	0

ANEXO 3. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 4. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6
T5	6	4.5
Prueba estadística = 0.605		P-valor = 0.437

ANEXO 5. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6.67
T5	6	4.17
Prueba estadística = 1.68		P-valor = 0.195

ANEXO 6. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6
T5	6	4.5
Prueba estadística = 0.605		P-valor = 0.437

ANEXO 7. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 8. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6.67
T5	6	4.17
Prueba estadística = 1.68		P-valor = 0.195

ANEXO 9. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6
T5	6	4.5
Prueba estadística = 0.605		P-valor = 0.437

ANEXO 10. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6.67
T5	6	4.17
Prueba estadística = 1.68		P-valor = 0.195

ANEXO 11. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 12. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6
T5	6	4.5
Prueba estadística = 2.0		P-valor = 0.157

ANEXO 13. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	6
T5	6	4.5
Prueba estadística = 2.0		P-valor = 0.157

ANEXO 14. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 15. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 9 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 16. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 15 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	8
T5	6	3.5
Prueba estadística = 7.623		P-valor = 0.006**

(*). Indica diferencia estadísticamente significativa al 1%.

ANEXO 17. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 22 de febrero entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	7.83
T5	6	3.58
Prueba estadística = 5.84		P-valor = 0.157

ANEXO 18. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, del día 1 de marzo entre los tratamientos 4 y

5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	3	5
T5	6	5
Prueba estadística = 0.00		P-valor = 1.0

ANEXO 19. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de altura máxima, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	12	22.33
T5	24	16.58
Prueba estadística = 2.569		P-valor = 0.109

ANEXO 20. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del largo máximo, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	12	22.83
T5	24	16.33
Prueba estadística = 3.283		P-valor = 0.07

ANEXO 21. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de celdillas zanganeras, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	12	20.5
T5	24	17.5
Prueba estadística = 4.1143		P-valor = 0.043*

(*). Indica diferencia estadísticamente significativa al 5%.

ANEXO 22. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación del número de huevos, considerando el total de fechas entre los tratamientos 4 y 5.

Tratamiento	Tamaño-muestra	Rango promedio
T4	12	24.13
T5	24	15.69
Prueba estadística = 10.749		P-valor = 0.001**

(**). Indica diferencia estadísticamente significativa al 1%.

ANEXO 23. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre la altura máxima de panal estirado y el número de celdillas zanganeras, para ambos tratamientos.

Tamaño muestra	r	P-valor
36	0.1585	0.356

ANEXO 24. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre la altura máxima de panal estirado y el número de huevos, para ambos tratamientos.

Tamaño muestra	r	P-valor
36	0.3747	0.024*

(*). Indica diferencia estadísticamente significativa al 5%.

ANEXO 25. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre el ancho máximo de panal estirado y el número de celdillas zanganeras, para ambos tratamientos.

Tamaño muestra	r	P-valor
36	0.2649	0.118

ANEXO 26. Análisis de correlación (Prueba R de Spearman) entre el ancho máximo de panal estirado y el número de huevos, para ambos tratamientos.

Tamaño muestra	r	P-valor
36	0.3739	0.025*

(*). Indica diferencia estadísticamente significativa al 5%.

ANEXO 27. Tabla de datos de los parámetros recopilados durante la investigación, para el tratamiento 4.

Fecha	Altura máxima (cm)	Largo máximo (cm)	№ celdillas Zanganeras	№ huevos
9 de febrero	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
15 de febrero	14.4	39	13	2
	15	29	0	80
	15.9	30	0	85
22 de febrero	16,5	39.8	6	50
	19	39	0	60
	18.5	33.7	0	30
01 de marzo	16.6	40.3	0	0
	19.3	48	0	0
	18.8	38.8	0	0

ANEXO 28. Tabla de datos de los parámetros recopilados durante la investigación, para el tratamiento 5.

Fecha	Altura máxima (cm)	Largo máximo (cm)	№ celdillas Zanganeras	№ huevos
09 de febrero	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
15 de febrero	17.9	37	0	0
	18.5	38.6	0	0
	0	0	0	0
	12	5.7	0	0
	9	4	0	0
	0	0	0	0
22 de febrero	18.3	42.4	0	30
	19.7	42.5	0	0
	0	0	0	0
	12	12.5	0	0
	11.5	5.7	0	0
	0	0	0	0
01 de marzo	20.3	43.2	0	0
	19.7	42.5	0	0
	0	0	0	0
	12.7	13	0	0
	13	5.8	0	0
	0	0	0	0

ANEXO 29. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre los distintos tratamientos, previo a la aplicación del experimento.

Tratamiento	Tamaño de muestra	Rango promedio
T1	3	7
T2	3	9.33
T3	3	4.67
T4	3	11
T5	3	8
Prueba estadística = 3.433		P-valor = 0.49

ANEXO 30. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento.

Tratamiento	Tamaño de muestra	Rango promedio
T1	3	5.67
T2	3	7
T3	3	6.67
T4	3	9.67
T5	3	11
Prueba estadística = 3		P-valor = 0.56

ANEXO 31. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre los distintos tratamientos, previo a la aplicación del experimento.

Tratamiento	Tamaño de muestra	Rango promedio
T1	3	5.33
T2	3	7.33
T3	3	8.33
T4	3	7
T5	3	12
Prueba estadística = 3.7		P-valor = 0.45

ANEXO 32. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento.

Tratamiento	Tamaño de muestra	Rango promedio
T1	3	6.33
T2	3	7.66
T3	3	7.66
T4	3	7.33
T5	3	11.0
Prueba estadística = 1.866		P-valor = 0.76

ANEXO 33. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en los panales zanganeros, entre los distintos tratamientos, posterior a la aplicación del experimento.

Tratamiento	Tamaño de muestra	Rango promedio
T1	3	10.33
T2	3	4
T3	3	5.67
T4	3	13.67
T5	3	6.33
Prueba estadística = 10.3		P-valor = 0.036*

(*). Indica diferencia estadísticamente significativa al 5%.

ANEXO 34. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento uno.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T1	Inicial	3.67
T1	Final	3.33
Prueba estadística = 0.048		P-valor = 0.83

ANEXO 35. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento dos.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T2	Inicial	4.00
T2	Final	3.00
Prueba estadística = 0.43		P-valor = 0.51

ANEXO 36. Análisis no paramétrico (Prueba de

Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento tres.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T3	Inicial	2.67
T3	Final	4.33
Prueba estadística = 1.19		P-valor = 0.28

ANEXO 37. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cuatro.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T4	Inicial	3.67
T4	Final	3.33
Prueba estadística = 0.048		P-valor = 0.83

ANEXO 38. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en abejas adultas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cinco.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T5	Inicial	2.33
T5	Final	4.67
Prueba estadística = 2.33		P-valor = 0.13

ANEXO 39. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento uno.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T1	Inicial	3.0
T1	Final	4.0
Prueba estadística = 0.428		P-valor = 0.513

ANEXO 40. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento dos.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T2	Inicial	3.66
T2	Final	3.33
Prueba estadística = 0.0476		P-valor = 0.827

ANEXO 41. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento tres.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T3	Inicial	3.33
T3	Final	3.66
Prueba estadística = 0.047		P-valor = 0.827

ANEXO 42. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cuatro.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T4	Inicial	3.0
T4	Final	4.0
Prueba estadística = 0.428		P-valor = 0.512

ANEXO 43. Análisis no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), para comparación de porcentajes de infestación de varroa en crías de abejas, entre cada período de evaluación, en el tratamiento cinco.

Tratamiento	Período de evaluación	Rango promedio
T5	Inicial	3.33
T5	Final	3.66
Prueba estadística = 0.0476		P-valor = 0.827

ANEXO 44. Porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas, previo al inicio del experimento.

Tratamiento	№ de abejas muestreadas	№ total de varroa	Porcentaje infestación adultos
T1	250	20	8
T1	189	9	4.76
T1	157	20	12.73
T2	200	19	9.5
T2	211	21	9.95
T2	190	22	11
T3	203	9	4.4
T3	96	5	5.2
T3	229	25	10.9
T4	252	15	5.9
T4	201	44	21.88
T4	184	69	37.5
T5	183	21	11.47
T5	154	15	9.74
T5	134	10	7.46

ANEXO 45. Porcentaje de infestación de varroa en abejas adultas, al término del experimento.

Tratamiento	№ de abejas muestreadas	№ total de varroa	Porcentaje infestación adultos
T1	204	31	15.19
T1	226	13	5.75
T1	260	12	4.61
T2	181	36	19.88
T2	261	19	7.3
T2	215	9	4.18
T3	292	16	5.47
T3	219	14	6.39
T3	254	39	15.35
T4	155	45	29
T4	231	15	6.49
T4	238	24	10.08
T5	257	28	10.89
T5	171	47	27.48
T5	113	17	15

ANEXO 46. Porcentaje de infestación de varroa en crías de abejas, previo al inicio del experimento.

Tratamiento	№ de celdillas observadas	№ de celdillas de obrera infestada por varroa	№ de celdillas de zángano infestadas por varroa	№ total de varroa	Porcentaje infestación crías
T1	159	159	0	24	15.09
T1	94	94	0	8	8.51
T1	157	157	0	16	10.19
T2	120	120	0	24	20
T2	74	74	0	9	12.16
T2	173	173	0	19	10.98
T3	127	127	0	16	12.6
T3	136	136	0	5	3.68
T3	130	130	0	43	33.08
T4	132	132	0	34	25.76
T4	121	121	0	4	3.31
T4	156	156	0	19	12.18
T5	158	158	0	42	26.58
T5	92	92	0	17	18.48
T5	126	126	0	29	23.02

ANEXO 47. Porcentaje de infestación de varroa en crías de abejas, al término del experimento.

Tratamiento	№ de celdillas observadas	№ de celdillas de obrera infestada por varroa	№ de celdillas de zángano infestadas por varroa	№ total de varroa	Porcentaje infestación crías
T1	136	136	0	22	16.18
T1	102	102	0	12	11.76
T1	141	141	0	14	9.9
T2	132	132	0	21	15.9
T2	86	86	0	7	8.1
T2	113	113	0	21	18.58
T3	103	103	0	14	13.6
T3	148	148	0	9	6.1
T3	127	127	0	38	29.9
T4	99	99	0	36	36.4
T4	132	132	0	6	4.5
T4	129	129	0	17	13.18
T5	144	144	0	38	26.39
T5	101	101	0	14	13.86
T5	114	114	0	31	27.2

ANEXO 48. Porcentaje de infestación de varroa, en los marcos zanganeros, al término del experimento.

Tratamiento	№ de celdillas totales observadas	№ de celdillas de obrera infestada por varroa	№ de celdillas de zángano infestadas por varroa	№ total de varroa	Porcentaje infestación crías
T1	112	112	0	112	5.36
T1	200	200	0	200	3
T1	125	125	0	125	8.8
T1	19	0	19	19	57.89
T1	70	70	0	70	10
T1	174	174	0	174	26.44
T1	135	135	0	135	7.4
T1	152	152	0	152	19.07
T1	126	126	0	126	9.52
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	165	165	0	165	15.76
T3	158	158	0	158	13.92
T3	149	149	0	149	16.78
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0

(Continúa)

(Continuación Anexo 48)

Tratamiento	№ de celdillas totales observadas	№ de celdillas de obrera infestada por varroa	№ de celdillas de zángano infestadas por varroa	№ total de varroa	Porcentaje infestación crías
T4	113	113	0	62	54.87
T4	194	194	0	107	55.15
T4	146	133	13	71	48.63
T4	138	138	0	27	19.56
T4	157	157	0	19	12.1
T4	144	144	0	25	17.36
T4	223	223	0	33	14.79
T4	74	74	0	46	62.16
T4	200	200	0	36	18
T5	85	85	0	26	30.59
T5	186	186	0	64	34.4
T5	53	53	0	17	32
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0

ANEXO 49. Datos climatológicos del mes de febrero del 2002.

Día	Precipitación mm	Temperatura media c°	Temperatura máxima c°	Temperatura mínima c°
1	3,3	20,7	29,3	10,5
2	0	20,2	28,4	11,2
3	0	17,7	24,1	10
4	0,3	18,8	27,6	10,2
5	0	23,1	35,7	11,4
6	0	15,8	21	11,3
7	0	17,2	26,6	12,6
8	0	16,9	21,7	13,3
9	0	16,6	21,3	13,1
10	0,2	15,8	21,8	10,9
11	0	14,5	21,4	8,7
12	0	14,8	22,9	7,8
13	0	15,3	22,6	11,7
14	0	15,9	24	7,6
15	0	17,6	26,6	10,4
16	0	15,3	24,1	9,3
17	4,1	15,5	20,6	12,6
18	0	20	28,2	12,4
19	0	22,8	31,9	15,3
20	0	24,7	32,5	18,3
21	0	23,9	31,7	18,5
22	0	20,7	28,5	11,5
23	0	18,1	28,5	9,5
24	0	14,5	23,8	5,5
25	3,4	15	15,7	14,1
26	55,6	15,4	19,4	12,1
27	0,5	14,7	17,8	13,7
28	22,8	12,4	17,9	8,5
29	0	_	_	_
30	0	_	_	_
31	0	_	_	_
Total	**90,2**	**17,6**	**24,8**	**11,5**
Media*	**59,3**	**16,7**	**22,7**	**11**

***** media de los últimos 42 años