

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EFECTO DEL AZÚCAR IMPALPABLE SOBRE EL ÁCARO (*Varroa destructor* Anderson & Trueman) EN EL COLMENAR DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA”**

**Tesis para optar el título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

JHEFFRZON JOSBET LÓPEZ TRUJILLO

LIMA-PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente
investigación (Art.24. Reglamento de propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“EFECTO DEL AZÚCAR IMPALPABLE SOBRE EL ÁCARO (*Varroa
destructor* Anderson & Trueman) EN EL COLMENAR DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA”**

Tesis para optar el grado de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

JHEFFRZON JOSBET LÓPEZ TRUJILLO

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

M.S. Daniel Zárate Rendón

Presidente

Ing. Clorinda Vergara Cobián

Miembro

Mg.Sc. Jorge Vargas Morán

Miembro

Mg.Sc. Alejandrina Sotelo Méndez

Asesora

Ing. Agustín Martos Tupés

Co Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres Pelagia y Celedonio; a mis hermanos: Engels, Merlín, Milton, Jorge y Ronaldo. A ellos por la paciencia, comprensión y ayuda en cada proceso de mi formación académica y vida, les quedo totalmente agradecido.

Jhefrzon Josbet

AGRADECIMIENTO

- Al Dr. Agustín Martos Tupes, por la enseñanza sobre la apicultura y las virtudes de la vida, en cada una de ellas mostrando sin límites alguno de su conocimiento. Co-patrocinador del presente trabajo de investigación, así como su valioso asesoramiento brindado en cada momento.
- A la Ing. Alejandrina Sotelo Méndez, patrocinadora del presente trabajo de investigación, por sus importantes sugerencias, consejos y conocimientos brindados durante mis estudios en la universidad.
- Al Ing. Julián Chura Chuquiya, por el asesoramiento en el análisis estadístico de este trabajo.
- Al amigo José Carlos Francisco Caillahua Cenzano por su apoyo importante en cada etapa del ensayo.
- A la OFICINA DE GESTION DE LA INVESTIGACION, por la valiosa contribución como organizadores del concurso de subvención, cuyo aporte económico proviene de los fondos del tesoro de la UNALM, el cual permitió la ejecución de este trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. La varroa	4
2.2. Control de la varroa	4
2.3. Uso del azúcar impalpable para el control de la varroa	5
2.4. Método de diagnóstico de la tasa de infestación de varroasis	7
III. MATERIALES Y METODOLOGIA	9
3.1. Lugar del experimento	9
3.2. Material del ensayo	9
3.2.1. Material biológico.....	9
3.2.2. Otros Materiales	10
3.3. Diseño experimental	13
3.4. Periodo experimental	15
3.4.1. Determinaciones realizadas	15
3.5. Análisis estadístico de los datos	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Número de varroas capturadas en trampa	25
4.2. Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).....	28
4.3. Número de abejas por colmena	31
4.4. Número de panales de cría	33
4.5. Número de panales de reserva alimenticia.....	35
V. CONCLUSIONES	37

VI.	RECOMENDACIONES	38
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	39
VIII.	ANEXO.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de varroas capturadas en trampa en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, aplicados en espolvoreo con una dosis de cien (100) gramos por colmena, en tres oportunidades.....	25
Tabla 2: Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.	28
Tabla 3: Número de abejas en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.	31
Tabla 4: Número de panales de cría en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.	33
Tabla 5: Número de panales de reserva alimenticia en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Apiario del Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola la Molina (PIPSA-La Molina).....	10
Figura 2: Trampas para la captura de varroa	11
Figura 3: Cartulina plastificada de color blanco divididas en cuadrículas	12
Figura 4: Trampa de varroa: marco de madera, cartulina y malla plástica	12
Figura 5: Distribución de las colmenas en el colmenar durante el ensayo	14
Figura 6: Acondicionamiento de la trampa de varroa.....	16
Figura 7: Aplicación del azúcar impalpable en forma de espolvoreo.....	17
Figura 8: Retiro y conteo de varroas caídas	18
Figura 9: Toma de muestra de abejas.....	19
Figura 10: Muestra de abejas.....	19
Figura 11: Muestra de abejas en colador.....	20
Figura 12: Tamizado de varroas (izquierda); varroas (derecha).....	20
Figura 13: Número de abejas por panal	22
Figura 14: Panales de cría cerrada	22
Figura 15: Panal de reserva alimenticia	23
Figura 16: Número de varroas capturadas en trampa, retiradas a las 24 horas luego de la aplicación en espolvoreo del azúcar impalpable.	26
Figura 17: Número promedio total de varroas capturadas en trampa	27
Figura 18: Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), calculados del número de varroas caídas entre la cantidad de abejas muertas y multiplicada por cien, en el método del tamizado.	29
Figura 19: Promedio total de la tasa de infestación	30
Figura 20: Número de abejas por colmena, siendo un estimado de la cantidad de abejas por panal (2000-2500 por panal lleno).....	31
Figura 21: Número promedio total de abejas por colmena	32
Figura 22: Número de panales de cría, en base a la observado de todos los marcos de la colmena.	33
Figura 23: Número promedio total de panales de cría.....	34

Figura 24: Número de panales de reserva alimenticia, en base a la observado de todos los marcos de la colmena.	35
Figura 25: Número promedio total de panales de reserva alimenticia.....	36

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina- octubre 2017.	43
Anexo 2: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.	44
Anexo 3: Prueba t de Student para el número de varroas capturadas en trampa.	44
Anexo 4: Prueba de Mann Whitney para la población de abejas por colmena	45
Anexo 5: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría	45
Anexo 6: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia	46
Anexo 7: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina, octubre 2017.	46
Anexo 8: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.	47
Anexo 9: Prueba de Mann Whitney para el número de varroas capturadas en trampa	47
Anexo 10: Prueba de Mann Whitney para la población de abejas por colmena	48
Anexo 11: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría	48
Anexo 12: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia	48
Anexo 13: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina diciembre 2017	49
Anexo 14: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.	50
Anexo 15: Prueba t de Student para el número de varroas capturadas en trampa.	50
Anexo 16: Prueba t de Student para la población de abejas por colmena	51
Anexo 17: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría	51

Anexo 18: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia. 52

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo sobre *Apis mellifera* en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) con el objetivo de determinar el efecto del azúcar impalpable sobre el número de varroas capturadas en trampa de piso y el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), en el periodo de octubre a diciembre del 2017. Se empleó 20 colmenas en cámara de cría provistas de trampa de varroa: 10 colmenas con tratamiento experimental a base de 100 g de azúcar impalpable por colmena y 10 colmenas control, sin tratamiento. El azúcar impalpable fue aplicado en espolvoreo en tres oportunidades por colmena, una por mes. Antes de la aplicación del azúcar se tomaron muestras de abejas adultas de cada colmena para determinar la TIVA. El conteo de varroas capturadas en trampa se realizó 24 horas después de cada aplicación del azúcar. También se determinó el número de abejas adultas, el número de panales de cría y el número de panales de reserva alimenticia, por colmena. Los datos fueron analizados mediante las pruebas t de Student y de Mann Whitney. El número de varroas capturadas por colmena como promedio total fue de 174,4 y 96,5 varroas en colmenas tratadas y no tratadas, respectivamente, con diferencias significativas entre tratamientos. La TIVA fue de 6,108% y 4,972% en colmenas tratadas y no tratadas, sin diferencias significativas. Los resultados demuestran que el azúcar impalpable, aplicado en espolvoreo en las colmenas, tuvo efecto en el desprendimiento de los ácaros del cuerpo de las abejas adultas, su posterior caída y captura en trampas; sin embargo, no influyó en la TIVA. El azúcar impalpable no tuvo efecto en el número de abejas adultas, número de panales de cría y número de panales de reserva alimenticia por colmena, no habiéndose observado en dichas variables diferencias significativas entre colmenas tratadas y sin tratamiento. Los resultados sugieren el uso del azúcar impalpable dentro de un programa de manejo integrado de colmenas.

Palabras claves: *Varroa destructor*, azúcar impalpable, *Apis mellifera*, tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA)

ABSTRACT

The present study was carried out on *Apis mellifera* in the apiary of the Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) with the objective of determining the effect of powdered sugar on the number of varroa captured in a floor trap and the percentage or rate of infestation of varroa in adult bees (VIRAB) in the period from October to December 2017. Twenty hives were used in the brood chamber equipped with a varroa trap: 10 bee hives under experimental treatment with 100 g powdered sugar per bee hive and 10 control bee hives, without treatment. The powdered sugar was applied as dust in three opportunities on each hive, one per month. Before sugar treatment, samples of adult bees were taken from each hive to estimate the VIRAB. Varroa captured in the trap was counted 24 hours after each treatment. The number of adult bees, the number of brood combs and the number of food reserve combs per hive were also determined. Data were analyzed using Student's t-tests and Mann Whitney's. The number of varroa captured per hive as a total average was 174.4 and 96.5 varroa in treated and untreated hives, respectively, with significant differences between treatments. The VIRAB was 6.108% and 4.972% in treated and untreated hives, without significant differences. The results show that the powdered sugar, applied by dusting in the hives, influenced the detachment of the mites from the body of adult bees, their subsequent fall and capture in traps; however, it did not influence on VIRAB. Powdered sugar had no effect on the number of adult bees, number of brood combs and number of food reserve combs per hive, and no significant differences were observed between treated and untreated hives in these variables. The results suggest the use of powdered sugar within an integrated beehive management program.

Keywords: *Varroa destructor*, powdered sugar, *Apis mellifera*, varroa infestation rate in adult bees (VIRAB)

I. INTRODUCCION

La abeja melífera tiene una serie de problemas sanitarios entre los que destaca la varroasis cuyo agente causal es *Varroa destructor* Anderson y Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae). Se trata de un ácaro ectoparásito que ataca prepupas, pupas y adultos de la abeja melífera, causando serios daños consistentes en debilitamiento, deformación y muerte de pupas y adultos, disminuyendo fuertemente las poblaciones de abejas en la colmena y afectando los rendimientos. Esta plaga puede llegar a colapsar la colmena con su correspondiente desaparición cuando las colonias son susceptibles y el ácaro alcanza altas poblaciones. Su presencia abarca todo el país, afectando en mayor o menor grado a todas las colmenas existentes.

Los apicultores en su gran mayoría deben aplicar sustancias acaricidas diversas para controlar los daños que ocasiona la varroa todos los años, lo cual evidentemente genera gastos económicos importantes en productos para el control y las acciones operativas relativas al tratamiento. Los acaricidas, aparte de no tener un efecto importante en el control de la varroa, generar resistencia y tener altos costos, dejan residuos contaminantes en la miel y otros productos de la colmena, afectando su calidad sanitaria y valor comercial.

Por tratarse de una plaga de mucha importancia, constantemente se está buscando métodos y técnicas para el control de varroa o modalidades de control y manejo que permitan disminuir las densidades poblacionales de este ácaro, sin que se generen contaminaciones en la colmena ni gastos onerosos en productos para el control, a fin de hacer de la apicultura una actividad rentable y sostenible, buscándose paralelamente la selección de colmenas tolerantes a esta plaga, en el marco del mejoramiento genético de las abejas.

Entre las sustancias con alto potencial en el control de la varroa se tiene el azúcar impalpable, sustancia que tiene una importante acción en el desprendimiento de la varroa del cuerpo de las abejas y su posterior caída sobre el piso de la colmena, razón por la que se hace necesario evaluar el comportamiento de esta sustancia en lo referente a su efecto en la caída de la varroa del cuerpo de las abejas. El azúcar impalpable es de bajo costo, no deja residuos en la colmena y perfectamente puede incluirse dentro de un manejo integrado de varroa y de colmenas.

Macedo *et al.* (2002) reportaron el uso del azúcar en polvo como un método de determinación del porcentaje de infestación por ácaros varroa de la colmena, para ello recolectaron aproximadamente 300 abejas adultas en un frasco transparente con la tapa modificado con una malla metálica por donde podían caer los ácaros del cuerpo de las abejas luego de la aplicación del azúcar en polvo. Macedo *et al.* (2002) obtuvieron una caída de (92.9±5.5%) de varroas en 318±7 abejas adultas, sin daños secundarios a abejas ni varroas foréticas.

Pecho (comunicación personal, 2018), con aplicaciones de 150 g de azúcar impalpable en núcleos de abejas, logró caídas considerables de varroa forética, bajando los porcentajes de infestación entre 1 y 3%.

También se ha ensayado con relativo éxito el azúcar impalpable en espolvoreo dentro de las colmenas para lograr la caída de varroa del cuerpo de las abejas y su respectiva captura en trampas de piso. En el Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola La Molina (PIPSA – La Molina) en colmenas de abejas melíferas con 6.2 % (0.5-16.6) de infestación por varroa, se logró la captura de 86 (19-214) varroas por colmena en trampas de piso, 72 horas después de la aplicación de azúcar impalpable en espolvoreo (Martos A. 2017: comunicación personal).

Por lo antes referido, en la presente investigación, se plantea la utilización del azúcar impalpable en colmenas de abejas melíferas para determinar el efecto sobre la varroa, tal como se indica en los objetivos que a continuación se presentan.

El objetivo general de esta investigación fue:

- Determinar el efecto del azúcar impalpable, aplicado en espolvoreo, en la captura de *Varroa destructor* en trampas de piso y el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas de *Apis mellifera*, en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los objetivos específicos de esta investigación en colmenas experimentales y colmenas control fueron:

- Determinar poblaciones de *Varroa destructor* capturadas en trampas de piso
- Determinar porcentajes de infestación de *Varroa destructor* en abejas adultas
- Determinar valores cuantitativos de panales con crías, panales con reserva alimenticia y población de adultos de *Apis mellifera*.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. La varroa

Varroa destructor es la plaga más importante de las abejas melíferas en el mundo y dentro de nuestro país. Sus daños afectan tremendamente la vida y los rendimientos de las colmenas, siendo importante conocer la biología y patología de la varroa para evitar su reproducción e interrumpir su aumento poblacional, dado que hay una estrecha relación entre el ciclo de vida del huésped y hospedero y constituye un punto crucial para su adecuado control (Rosenkranz *et al.*, 2010).

El individuo clave de la propagación constante es la varroa hembra, quien alterna su vida entre la fase reproductiva y la fase forética. En la fase forética el ácaro se encuentra sobre el cuerpo de la abeja parasitando y en la fase reproductiva los ácaros se introducen a las celdas justo antes que estas sean operculadas (Vandame, 2000). El ciclo inicia cuando una varroa hembra abandona la abeja adulta y se introduce a una celda de cría de obrera o zángano.

2.2. Control de la varroa

Para el control de varroa se han ensayado una serie de sustancias químicas entre orgánicas de síntesis y orgánicas, con resultados variables en su eficacia entre los cuales aparecen algunos promisorios.

Se han realizado ensayos en colmenas con varroicidas tradicionales con relativa eficacia como coumafós, amitráz, ácido oxálico y timol realizados por Reyes (2016); y con aceites de lavanda y laurel en laboratorio (Neira *et al.*, 2004). Pero el uso de los acaricidas sintéticos

contaminan los productos de la colmena, además los ácaros han desarrollado resistencia a muchos de estos acaricidas utilizados, por ello es de vital importancia encontrar nuevas alternativas de tratamiento que no generen estos problemas.

2.3. Uso del azúcar impalpable para el control de la varroa

Con relación al efecto del azúcar impalpable sobre la varroa se tiene muy poca información en términos de investigación científica, aunque existe gran difusión de su uso práctico para el manejo de la varroasis en colmenas dada su gran capacidad para generar el desprendimiento de la varroa del cuerpo de las abejas y su caída correspondiente.

Diferentes investigadores han encontrado las bondades del azúcar impalpable en el campo del tratamiento orgánico de la varroa, tales como Fakhimzadeh (2000), Macedo *et al.* (2002), Ellis, A., *et al.* (2008) y Berry, J., *et al.* (2012), entre otros.

El azúcar en polvo o azúcar impalpable, químicamente constituida por sacarosa, es una sustancia que en apicultura se emplea para elaborar dietas para abejas o para hacer diagnóstico de varroasis en colmenas, aunque también se ha esbozado la posibilidad de su empleo en el control de varroa cuando se usa en combinación con el denominado piso ecológico (piso con malla) o el piso provisto con una cartulina untada con una sustancia oleosa. Sobre esta última posibilidad hay poco o casi nada en la literatura, aunque, numerosos videos en Youtube

El azúcar impalpable o lustre se consigue por un molido del azúcar normal, hasta conseguir partículas muy finas, casi polvo (Escuela de cocina Pepekitchen, 2009).

Diversos videos en Youtube muestran el uso de azúcar impalpable por parte de muchos apicultores y técnicos apícolas en ensayos de monitoreo y control de varroa en diversos países, teniéndose como resultados, caídas importantes del ácaro, aunque no se mencionan valores

numéricos ni conclusiones sobre el particular; sin embargo, se evidencia efecto del azúcar en la caída de varroa (Arenas, 2009; Nash, 2011; Denver, 2012 y Davitt s.f.).

Pettis *et al.* (2004), evaluaron el efecto de varios polvos y antibióticos utilizados por apicultores para el control de la varroa, y enfermedades bacterianas en las crías, empleados en combinación con el azúcar en polvo. Los tratamientos consistieron en la aplicación directa de 1 gramo de los distintos polvos, algunos con antibiótico, sobre 100 crías no selladas, en 10 colonias y evaluadas luego de 7 días. Demostrándose una mortandad significativa de larvas para los tratamientos con antibióticos o estas combinado con otros polvos, más no con el azúcar en polvo aplicado por sí sola, pues no era toxica.

Murakami (2011), recomienda el empleo de azúcar impalpable en colmenas que no cuentan con reservas de miel, al comienzo de la temporada, evitando así casos de pillaje. Además, puede emplearse en mezcla con miel y leche en polvo para preparar una pasta alimenticia para suplir las deficiencias de polen.

En algunos países se usa el azúcar glas el cual además de sacarosa contiene pequeñas cantidades de almidón un 2 a 3% de almidón que evitará el apelmazamiento debido a su elevada higroscopicidad. Es utilizado en la repostería para facilitar la elaboración de postres o dulces y su decoración final (Gastronomía Vasca, 2015)

Para el diagnóstico y detección de varroa se emplea azúcar impalpable o azúcar glas, sustancia que causa el desprendimiento de las varroas del cuerpo de las abejas. Además, indica que los fondos sanitarios o pisos con malla y bandeja extraíble con vaselina permite capturar las varroas que se desprenden de las abejas (La tienda del apicultor, s.f.).

El azúcar glas también ha sido empleada en la Universidad de Minnesota en el 2009 para la determinación del porcentaje de infestación de abejas por varroa, destacando la ventaja de que las abejas utilizadas para la evaluación no mueren. En dicha investigación nos describe lo realizado con un aproximado de 200 abejas recogidas en un recipiente, y con la parte superior

modificada para que vaya una tela mosquitera, agregando dos cucharas colmadas de azúcar procedieron a sacudir con la boca hacia abajo sobre un plato blanco que facilitará el conteo de las varroas caídas (Apicultors Gironins Associats, 2014).

2.4. Método de diagnóstico de la tasa de infestación de varroasis

Para determinar niveles de infestación de varroa puede emplearse el método del frasco con alcohol o el frasco con azúcar impalpable. En un frasco con alcohol se recoge abejas de los panales, las cuales luego se pasan a un recipiente con 400 ml de agua jabonosa, para posteriormente ser filtrado en un frasco de doble tamiz en el que el primer tamiz deja pasar el agua, pero retiene las abejas y el segundo tamiz deja pasar el agua y retiene las varroas; el conteo de las abejas y varroas permiten por regla de tres simples obtener el porcentaje de infestación. En tanto que cuando se emplea el método del azúcar impalpable se colectan como mínimo 100 abejas de los tres panales centrales en un frasco vacío con tapa de malla y con una marca a 200 ml al cual se agrega una cucharada sopera de azúcar, se gira por 20 segundos y, luego de un minuto, se voltea el frasco sobre una cartulina blanca para que caiga el azúcar con las varroas cuyo número es registrado; el porcentaje de infestación se obtiene siguiendo el procedimiento ya referido (FAO, 2016).

Reyes (2016) diseñó una trampa de piso para la captura de varroas, con las siguientes características: Ancho 37 cm, largo 48 cm y altura 0.8 cm; cada trampa con una malla plástica de 3 mm de abertura en la parte superior, mientras en la parte inferior una lámina blanca de cartulina el cual fue marcado con un plumón indeleble en 9 cuadrículas para facilitar el conteo de todas las varroas caídas.

Araneda y Calzadilla (2011), encontraron que las trampas antivarroa modelo de tubos y las de modelo de malla, para su uso en la parte inferior de la colmena, son igualmente eficaces en la captura y recuento diario de ácaros de la varroa, por lo que ambas trampas constituyen una alternativa de control físico para el ácaro varroa y pueden ser parte de una estrategia de control integrado del ácaro.

Flores *et al.* (2015) evaluaron diferentes métodos de diagnóstico y cuantificación de varroa, encontrando que el número de ácaros recogidos de los fondos de las colonias presenta una correlación positiva con el número total de ácaros presentes en las colonias, en tanto que la cuantificación del número de ácaros presentes en las abejas adultas o en la cría de obrera solo puede ser utilizada de forma indicativa para el diagnóstico, habiéndose hallado que el uso del azúcar en polvo solo desprende un tercio de los ácaros presentes en el cuerpo de las obreras adultas.

Ellis *et al.* (2008) ensayaron el efecto del azúcar impalpable sobre varroa en dosis de 120 gramos por aplicación en colonias tratadas cada dos semanas durante 11 meses con el propósito de determinar su eficacia. Encontraron que en las colonias espolvoreadas no se afectó significativamente la población de abejas adultas (tratadas: $10061,72 \pm 629,42$; control: $10691,00 \pm 554,44$) o la cantidad de cría (tratadas: $4521,91 \pm 342,84$ cm²; control: $4472,55 \pm 365,85$ cm²). Tampoco encontraron diferencias significativas entre el número total de ácaros por colonia (tratadas: $2112,15 \pm 224,62$; control: $2197,80 \pm 207,75$), el número de ácaros por colonia (tratadas: $0,080 \pm 0,010$; control: $0,097 \pm 0,010$), o el número de ácaros por celdilla operculada de cría (tratadas: $0,112 \pm 0,013$; control: $0,106 \pm 0,018$), no habiéndose encontrado que las colonias espolvoreadas con azúcar en polvo proporcionaran un control significativo de la varroa.

Fakhimzadeh (2000) probó el uso del azúcar impalpable en abejas adultas, encontrando una caída significativa de varroas, por lo tanto, siendo un método de control que se puede utilizar todo el año. El azúcar en polvo no causa ningún efecto nocivo sobre las abejas, miel y cera (Fakhimzadeh, 2001) pero aplicados en grandes cantidades sobre las crías en crecimiento podría generar mortandad en ellas.

Gregorc *et al.* (2017) determinaron que el azúcar en polvo empleado para monitorear la tasa de infestación (%) es efectivo en condiciones favorables de temperatura y humedad (26 °C y 71% HR), siendo poco eficaz en otras condiciones climáticas.

III. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1. Lugar del experimento

El estudio se desarrolló en el Apiario del Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola la Molina (PIPSA-La Molina), de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicado en el distrito de La Molina – Lima, que está geográficamente a 12°05'06'' Latitud Sur y 76°57'00'' Longitud Oeste (Fig. 1). La fase experimental fue realizada durante el periodo primaveral, a partir de 05 de octubre hasta el 20 de diciembre del año 2017.

3.2. Material del ensayo

A continuación, se detalla los materiales utilizados en el estudio

3.2.1. Material biológico

La investigación se realizó sobre 20 colonias de abejas en colmenas tipo Estándar Americana de un solo cuerpo, seleccionadas al azar desde un conjunto de 80 colonias. De éstas, diez (10) colmenas fueron sometidas a tratamiento experimental con azúcar impalpable y diez (10) se constituyeron en colmenas control sin tratamiento. Las abejas correspondieron genéticamente a un cruce natural entre abejas de raza carniola y abejas de raza italiana que históricamente se cría en el apiario de la UNALM. Cada colmena, constituida por panales de reserva alimenticia, panales de cría y un aproximado de 20 000 a 25 000 abejas, fueron alimentados suplementariamente con una dieta energética constituida de azúcar, agua y limón, en volumen de 500 ml por colmena y por semana; también se les adicionó una dieta proteica en base a agua, azúcar y una mezcla de harinas (haba, quinua, tarwi, soja, etc.)

suministrados en bolsas de plástico a razón de 400 ml, dos veces por mes. En los últimos 18 años estas colonias no recibieron tratamientos con acaricidas sintéticos para el control de varroa, habiendo recibido solamente ácido oxálico para combatir la plaga.



Figura 1: Apiario del Proyecto de Investigación y Proyección Social Apícola la Molina (PIPSA-La Molina).

3.2.2. Otros Materiales

a. Material de uso necesario para la protección del apicultor y manejo de colmenas.

Ahumador, careta, cepillo, palanca y guantes

b. Materiales para los ensayos

Colmenas Estandar Americana con 10 panales, Azúcar impalpable marca Universal, trampas de varroa, vaselina incolora marca PORTUGAL, aceite de motor SAE 50, bolsa de malla de tul,

frasco de vidrio de 370 cc, alcohol al 96 %, tamiz de plástico o coladores, agua de caño, placas Petri de plástico, pinzas, bandejas, pinceles, cucharas, plumón indeleble, etiquetas autoadhesivas 23.5 x 76 mm, tapers de plástico descartable, cámara fotográfica, tiza, bolsas de polietileno transparentes, tijera, lapiceros, regla y papel bond.

c. Trampas de varroa

Se utilizaron 20 trampas para la captura de varroa (Fig. 2) con diseño particular, tomado de Reyes (2016), cuyas características son las siguientes: ancho 37 cm, largo 48 cm y altura 0.8 cm; cada uno de ellos llevó en su parte superior una malla de 3 mm de abertura, y en la parte inferior una cartulina plastificada de color blanco dividida en cuadrículas (Fig. 3) para facilitar el conteo de las varroas luego de las 24 horas puesta la trampa en la colmena. La trampa estuvo conformada por un marco de madera (Fig. 4) sobre el cual se fijó la lámina de cartulina untada con sustancia oleosa y la malla plástica que impide que las abejas ingresen y limpien las varroas presentes en la cartulina por efecto del azúcar impalpable u otro factor.

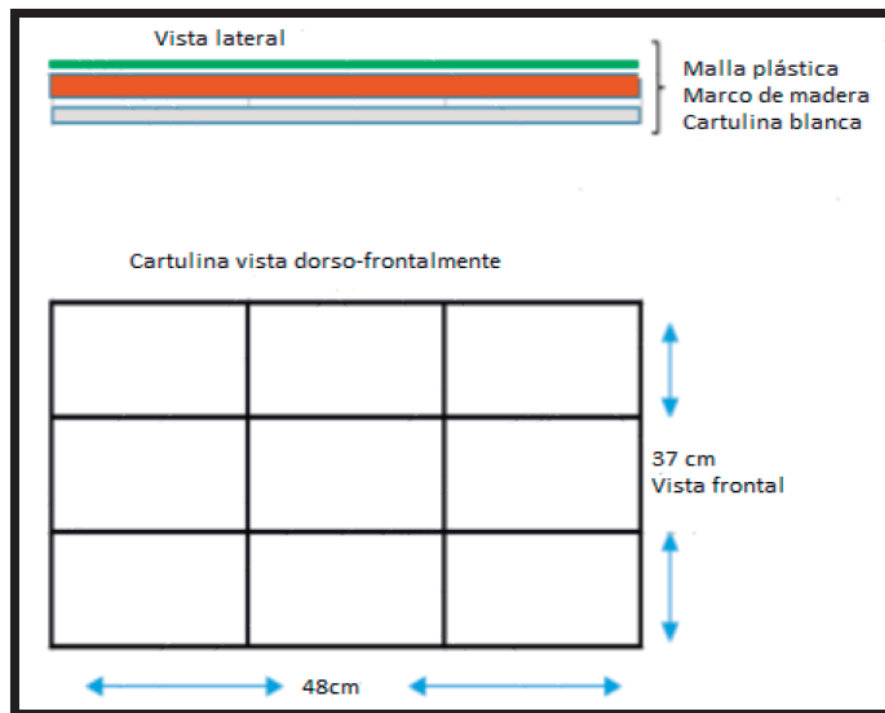
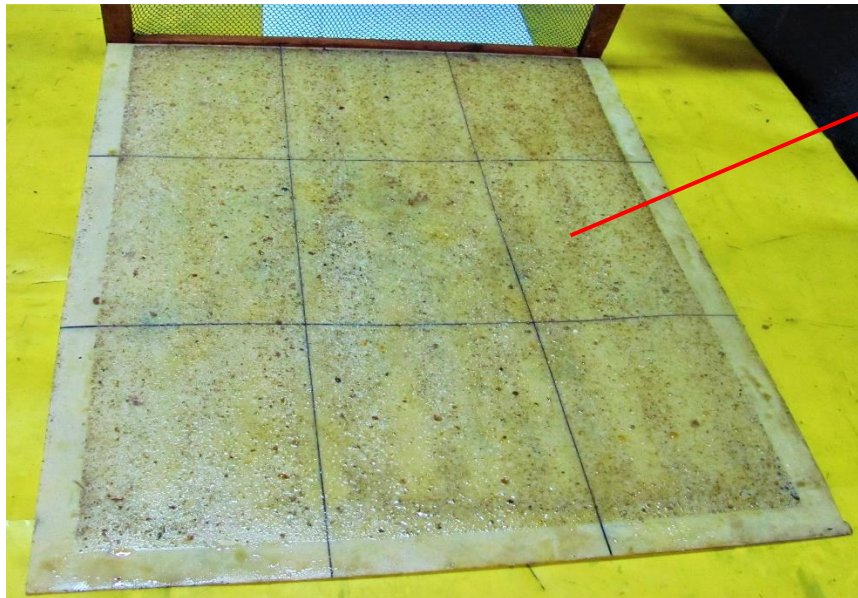
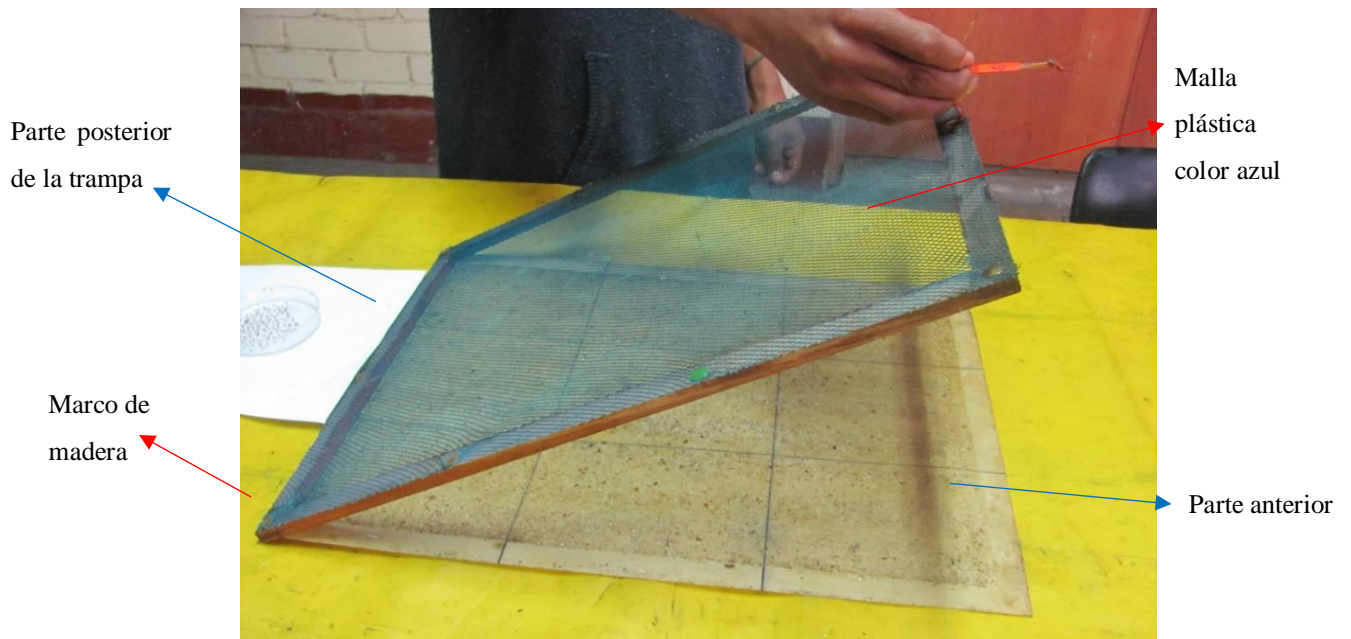


Figura 2: Trampas para la captura de varroa



Parte superior de cartulina divididas en cuadrículas

Figura 3: Cartulina plastificada de color blanco divididas en cuadrículas



Parte posterior de la trampa

Marco de madera

Malla plástica color azul

Parte anterior

Figura 4: Trampa de varroa: marco de madera, cartulina y malla plástica

Antes de hacer uso de la trampa de varroa, se untó la cara superior de la cartulina con una mezcla de aceite de motor automotriz marca REPSOL extra premium SAE 50 y vaselina incolora marca PORTUGAL, para capturar las varroas caídas y evitar que regresen al cuerpo de las abejas.

d. Azúcar impalpable

Se aplicó azúcar impalpable, producto de uso en repostería y panadería, sobre las abejas presentes entre los marcos de la colmena en forma de espolvoreo, con una frecuencia de una aplicación por mes.

3.3. Diseño experimental

Con la finalidad de determinar el efecto del azúcar impalpable sobre los niveles de captura de *Varroa destructor* en trampas de piso, se planteó un experimento en el cual se emplearon 20 colmenas en total, 10 colmenas con tratamiento experimental en base a azúcar impalpable y 10 colmenas control sin tratamiento (Fig. 5).

El azúcar impalpable se aplicó en tres oportunidades, una vez por mes en el periodo de octubre a diciembre del 2017.

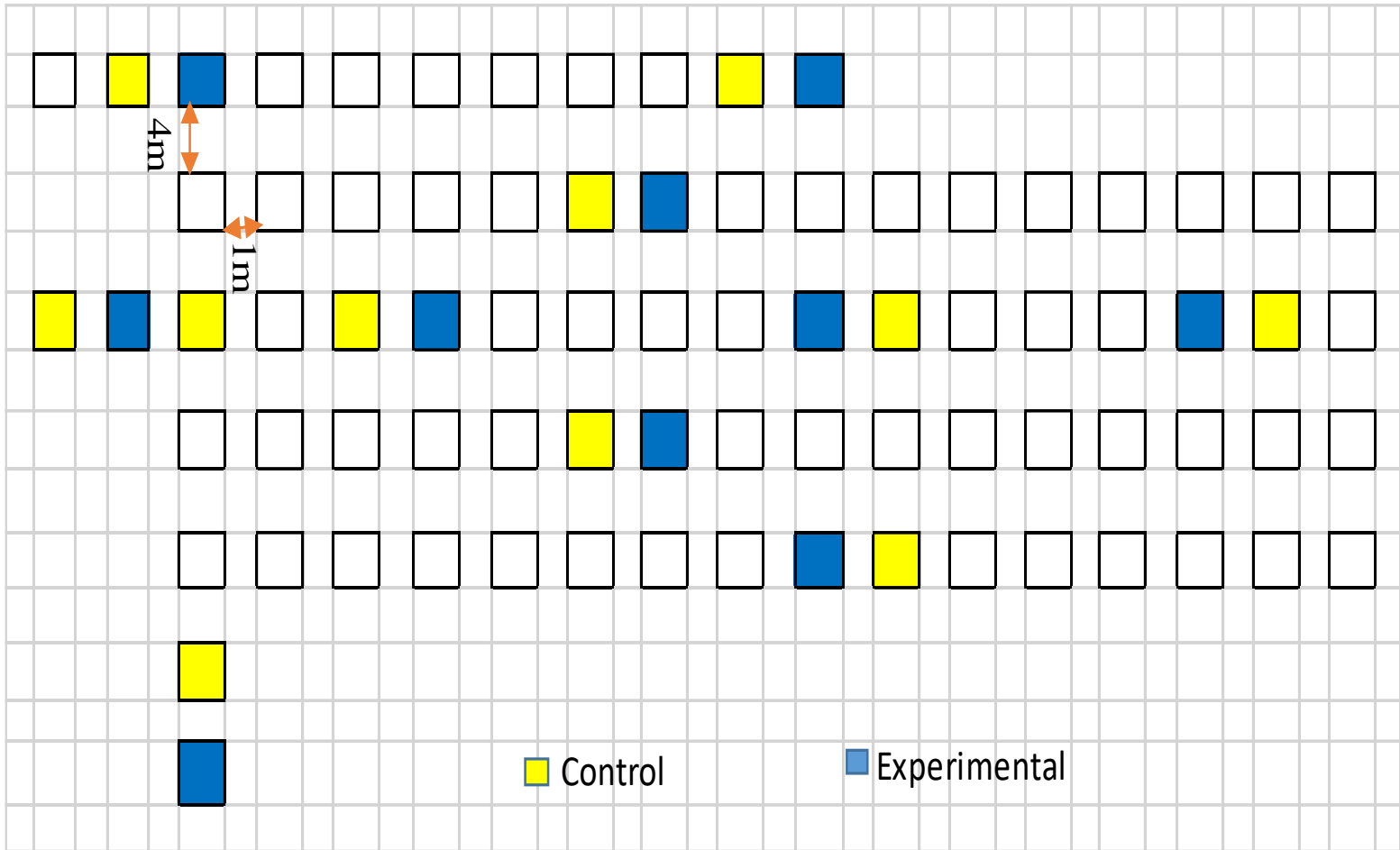


Figura 5: Distribución de las colmenas en el colmenar durante el ensayo

3.4. Periodo experimental

La fase experimental se desarrolló durante el periodo primaveral, desde el 09 de octubre hasta el 20 de diciembre del año 2017.

3.4.1. Determinaciones realizadas

a. Determinación del número de varroas capturadas en trampas

Antes de la aplicación del azúcar impalpable, se acondicionó una trampa de varroa de piso (Fig. 6) en las colmenas con la finalidad de coleccionar las varroas caídas por efecto del azúcar impalpable.

En las colmenas no tratadas con azúcar impalpable o testigo también se colocó una trampa de varroa.

El azúcar impalpable se colocó en una bolsa de tul y se aplicó por espolvoreo (Fig. 7) sobre los cabezales de los marcos y en los espacios entre marcos de la cámara de cría. Antes de la aplicación del azúcar se acondicionaron las trampas de varroa en las colmenas. La bolsa de tul se sacudió de una manera suave y homogénea sobre toda el área de la colmena. En cada oportunidad se aplicó 100 gramos de azúcar por colmena.

El azúcar quedó adherido sobre el cuerpo de las abejas donde se encuentran adheridas las varroas hembras denominadas varroas foréticas.

Un grupo de 10 colmenas no recibió tratamiento alguno; sin embargo, en cada colmena se colocó una trampa de varroa para el conteo de varroas que caen por cuestiones naturales.



Figura 6: Acondicionamiento de la trampa de varroa



Figura 7: Aplicación del azúcar impalpable en forma de espolvoreo

Para medir el efecto que produjo del azúcar impalpable se retiraron las trampas y en laboratorio se contabilizaron (Fig. 8) los ácaros caídos a las 24 horas después de la aplicación se recogieron en placa de Petri los ácaros vivos y muertos que quedaron en la capa oleosa. La malla de la trampa impidió que las abejas limpiaran de la colmena todas las varroas caídas. Todos los datos registrados fueron anotados ordenadamente en una tabla.



Figura 8: Retiro y conteo de varroas caídas

b. Determinación del porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA).

Se determinó el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) mediante la técnica del tamizado. La toma de muestra de abejas (Fig. 9) se hizo en un frasco de boca ancha de medio litro de capacidad con 300 ml de alcohol al 70 % en el que se colectó una muestra de aproximadamente 300 abejas (Fig. 10) de la parte media de la cámara de cría de cada colmena.



Figura 9: Toma de muestra de abejas



Figura 10: Muestra de abejas

La muestra de abejas se agitó suavemente de forma circular durante 3 a 5 minutos y se puso en un colador (Fig. 11) para el tamizado de varroas (Fig. 12). Para ello se empleó agua con detergente para enjuagar las abejas y facilitar el desprendimiento de las varroas del cuerpo de ellas



Figura 11: Muestra de abejas en colador



Figura 12: Tamizado de varroas (izquierda); varroas (derecha)

Finalmente se registró el número de abejas y varroas, y se aplicó la siguiente fórmula para la determinación del porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA)

$$\text{TIVA} = \frac{\text{Número de varroas}}{\text{Número de abejas}} \times 100$$

Los porcentajes de infestación se ubicaron según la escala presentada por Paco (2018), la cual se indica a continuación:

<u>Categoría de infestación</u>	<u>TIVA (%)</u>
Muy bajo	0-1,6
Bajo	1,7-3,2
Ligero-moderado	3,3-4,9
<u>Moderado</u>	<u>5,0-6,67</u>

c. Determinación del número de abejas adultas por colmena

En paralelo a la toma de datos para determinar el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) se determinó el número de abejas adultas por colmena. Se estimó alrededor de 2 000 a 2 500 abejas por panal (Fig. 13), según la densidad sobre sus dos caras. Se estimó 2 500 abejas cuando el panal estaba densamente cubierto en sus dos caras.



Figura 13: Número de abejas por panal

d. Determinación del número de panales de cría

En simultáneo a la determinación del número de abejas por colmena, se revisó la cantidad de panales con crías abiertas y cerradas (Fig. 14) de la colmena.



Figura 14: Panales de cría cerrada

e. Determinación del número de panales de reserva alimenticia

Se determinó la cantidad de panales con miel y polen o panales de reserva alimenticia (Fig. 15) en paralelo a la determinación de panales de cría.



Figura 15: Panal de reserva alimenticia

3.5. Análisis estadístico de los datos

Para el análisis estadístico de los datos, primero se verifico que los datos recopilados cumplieran con la normalidad y homogeneidad de varianzas. Los datos que cumplieron con ello fueron calculados con una prueba paramétrica de t de Student, y los datos que no cumplieron con los supuestos fueron calculados con una prueba no paramétrica de Mann Whitney para determinar diferencias estadísticas.

Para el procesamiento de los datos se hizo uso de dos softwares: Minitab y R, ésta última con la finalidad de hallar la homogeneidad de varianzas pues el programa Minitab no tiene el mismo cálculo del estadístico. Además, el cálculo solo se hace usando el siguiente código: var.test (grupo A, grupo B).

Para todos los cálculos se utilizó un 0.05 nivel de significación

Fórmula de la prueba t de Student

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n-1)\hat{S}_1^2 + (m-1)\hat{S}_2^2}{n+m-2} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m} \right)}}$$

n: Número de repeticiones respecto al grupo de colmenas sin tratamiento.

m: Número de repeticiones referente al grupo de colmenas con tratamiento.

\bar{X} : media del grupo de colmenas sin tratamiento.

\bar{Y} : media del grupo de colmenas con tratamiento.

\hat{S}_1^2 : Varianza de colmenas sin tratamiento.

\hat{S}_2^2 : Varianza de colmenas con tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto del azúcar impalpable aplicado por espolvoreo en colmenas de abeja *Apis mellifera*, se presentan en forma de cuadros y figuras en las cuales se muestra el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), el número de varroas capturadas en trampa, el número de abejas adultas, el número de panales de cría y el número de panales de reserva alimenticia, por colmena.

4.1. Número de varroas capturadas en trampa

El cuadro 1 y las figuras 16 y 17 presentan el número de varroas capturadas en colmenas tratadas con azúcar impalpable y sin tratamiento, para los meses de octubre a diciembre, y el promedio total, con diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 1: Número de varroas capturadas en trampa en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, aplicados en espolvoreo con una dosis de cien (100) gramos por colmena, en tres oportunidades.

TRATAMIENTOS	Número de varroas capturadas			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Control	61.9 ^b	83.5 ^b	144 ^b	96.5 ^b
Experimental	140.8 ^a	210.6 ^a	171.9 ^a	174.4 ^a

Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existe diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

En lo correspondiente a número de varroas capturadas en trampa de piso, los valores registrados en colmenas sin tratamiento estuvieron entre 61.9 y 143.9, con un promedio total de 96.5 varroas. En colmenas con tratamiento, sin embargo, los valores fluctuaron entre 140.8 y 210.6, con un promedio total de 174.4 varroas capturadas por trampa. Estos resultados evidencian el importante efecto que el azúcar impalpable tiene sobre la capacidad de caída de la varroa del cuerpo de la abeja melífera, ocasionando el desprendimiento y la caída de la varroa que finalmente quedan adheridas sobre la sustancia oleosa en la trampa de varroa.

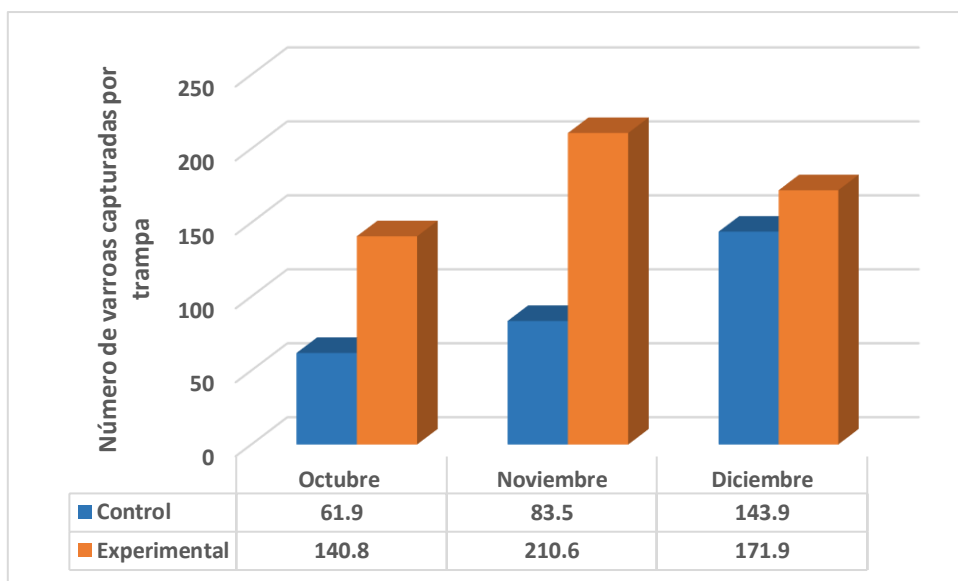


Figura 16: Número de varroas capturadas en trampa, retiradas a las 24 horas luego de la aplicación en espolvoreo del azúcar impalpable.

Con respecto al número promedio total de varroas capturadas durante el ensayo, se encontró que el azúcar impalpable produjo el mayor número promedio de varroas caídas con 174.4, mientras que el menor número promedio de varroas caídas ocurrió en las colmenas sin tratamiento con un valor de 96.5, con diferencias significativas entre tratamientos.

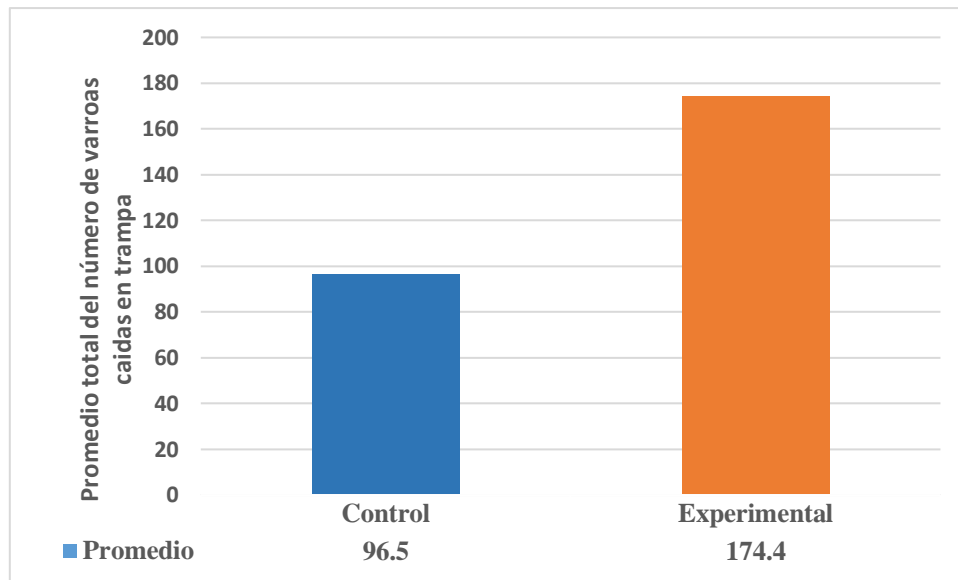


Figura 17: Número promedio total de varroas capturadas en trampa

Con respecto a lo analizado, deducimos que, desde el punto de vista numérico y estadístico, el azúcar impalpable genera una considerable caída de varroas a diferencia del testigo, existiendo diferencias significativas entre ambos. Estos resultados muestran el efecto del azúcar impalpable en la caída del ácaro.

Contrastando resultados en cuanto al efecto del azúcar sobre varroas, mediante la técnica de espolvoreo, del azúcar impalpable obtenidas por otros autores respecto a lo encontrado en el presente experimento, cuyo valor fue estadísticamente significativo, se puede indicar que el producto indicado, en general, muestra un efecto considerable sobre los ácaros, la cantidad de caídas de varroa dependerá del momento de aplicación, considerando para ello la dinámica del ciclo de la abeja, presencia o no de crías operculadas, estación del año y la dosis de azúcar. Así, el producto en mención según Aliano y Ellis (2005) y Berry *et al.* (2012), encontraron caídas importantes y significativas de varroas por efecto del azúcar en polvo, resultando ser valores similares a lo encontrado en la presente investigación, afirmando los investigadores que la acción del azúcar es básicamente sobre las varroas foréticas y no sobre las varroas presentes en las crías operculadas. En el mismo sentido Fakhimzadeh *et al.* (2011), encontraron niveles altos de ácaros caídos de abejas foreticas, por efecto del azúcar en polvo.

Al determinar el efecto del azúcar impalpable según el promedio total de capturas de varroas en trampa, se encontró que las colmenas no tratadas, consideradas como testigo, mostraron una caída de 96.5 varroas, lo cual debe entenderse que siempre hay una caída natural de varroas, que se explicaría a diversos mecanismos que las abejas emplean para liberarse del ácaro, entre los cuales se puede mencionar el acicalamiento entre abejas (grooming) y la caída natural de los ácaros.

4.2. Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA)

El cuadro 2 y las figuras 18 y 19 presentan los resultados de porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) registrados para colmenas sin tratamiento y colmenas tratadas con azúcar impalpable en los meses de octubre, noviembre y diciembre, y el promedio total.

Tabla 2: Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.

TRATAMIENTOS	Tasa de infestación (%)			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Control	4.75 ^a	5.09 ^a	5.075 ^a	4.972 ^a
Experimental	4.239 ^a	6.668 ^a	7.418 ^a	6.108 ^a

Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existe diferencias significativas (t student, $p < 0.05$) entre los tratamientos.

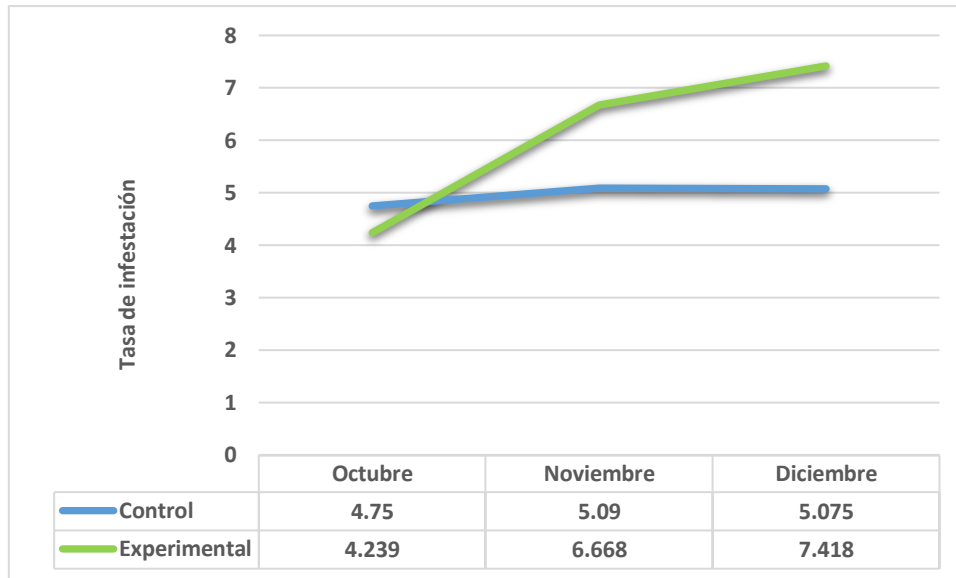


Figura 18: Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), calculados del número de varroas caídas entre la cantidad de abejas muertas y multiplicada por cien, en el método del tamizado.

Con respecto al porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), los valores promedios registrados en colmenas sin tratamiento estuvieron entre 4,752% y 5,09 % en el periodo octubre-diciembre, con un promedio total de 4,972% de infestación, siendo ello un valor por debajo del 5%, el cual se interpreta como una tasa de infestación que podría categorizarse como infestación ligera-moderada. En colmenas con tratamiento, los valores estuvieron entre 4,239% y 7,418%; con un promedio de 6,108% de infestación en los tres meses, siendo ello un valor ligeramente superior al 5%, lo cual podríamos interpretar como una tasa de infestación moderada. Los valores mensuales y promedio total no muestran diferencias significativas. Estos resultados indican promedios moderados de infestación de varroa que en general tienen las colmenas del colmenar de la Universidad Nacional Agraria La Molina, condición debida, tal vez al trabajo de selección de las colmenas con un buen comportamiento higiénico, que se viene realizando desde el año 2016.

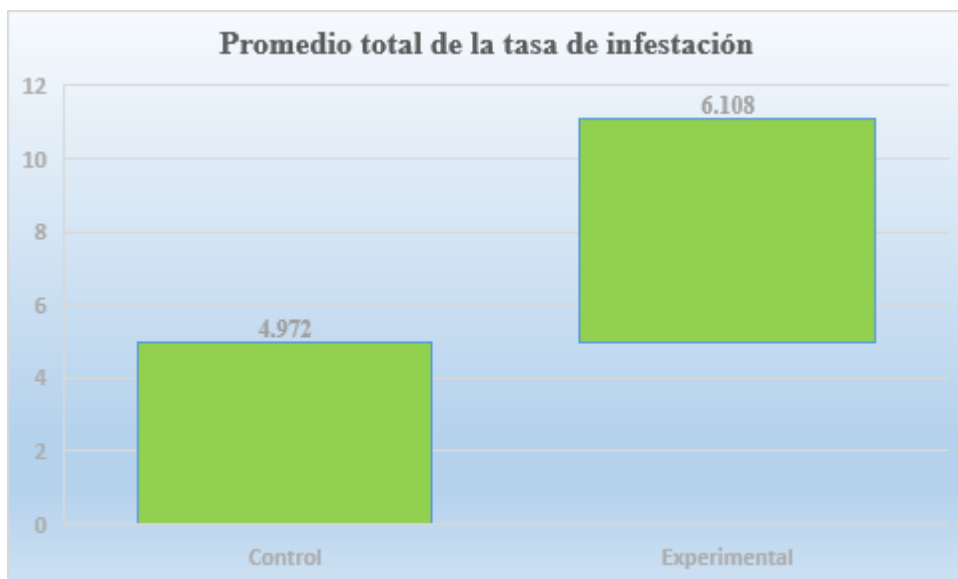


Figura 19: Promedio total de la tasa de infestación

El promedio total de la tasa de infestación del presente estudio varió entre 4.972 % y 6.108%. El menor porcentaje correspondió a las colmenas sin tratamiento y el mayor porcentaje a las colmenas con tratamiento, no habiéndose registrado diferencias significativas entre ambos. Estos valores indican que el azúcar impalpable no tuvo efectos en los niveles de infestación de varroa en abejas adultas; sin embargo, el hecho de que las colmenas no tratadas tengan valores numéricos menores a las colmenas tratadas podría deberse a los mecanismos naturales que las abejas tienen para tolerar o resistir los ataques de varroa a través de la expresión del comportamiento higiénico.

Son muy pocos los autores que exponen la ocurrencia de control natural de varroas en colonias de abejas. Entre estos se puede citar a Sanabria *et al.* (2015) quienes encontraron una tasa de infestación media de 3,61 (2,10 - 5,56) por ciento en colmenas no tratadas con productos químicos.

4.3. Número de abejas por colmena

En el cuadro 3 y figuras 20 y 21 presentan los valores numéricos de abejas en colmenas sin tratamiento y con aplicación de azúcar impalpable por colmena de octubre a diciembre, así como el promedio total de número de abejas por colmena, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 3: Número de abejas en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.

TRATAMIENTOS	Número de abejas por colmena			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Control	19 400 ^a	21 200 ^a	22 600 ^a	21 066 ^a
Experimental	20 100 ^a	22 600 ^a	22 300 ^a	21 666 ^a

Letras iguales dentro de la misma columna indican que existe diferencias significativas para Mann Whitney ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

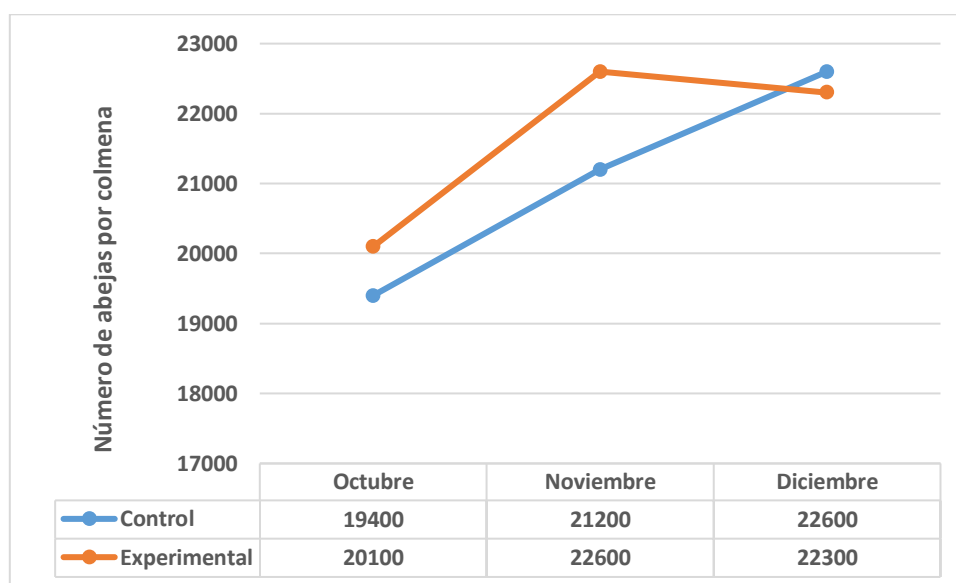


Figura 20: Número de abejas por colmena, siendo un estimado de la cantidad de abejas por panal (2000-2500 por panal lleno).

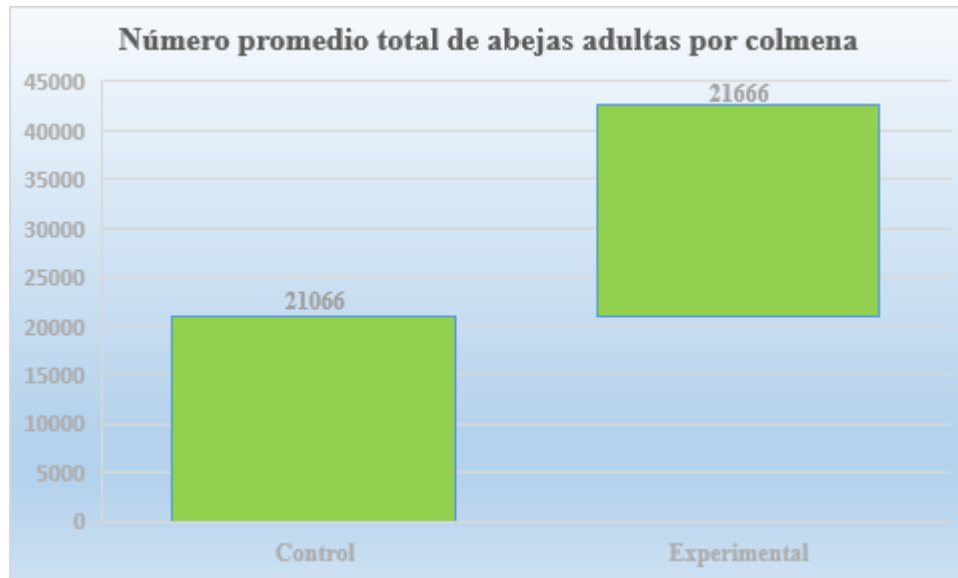


Figura 21: Número promedio total de abejas por colmena

En colmenas sin tratamiento, se observó poblaciones de abejas en números entre 19,400 y 22,600 entre octubre y diciembre, con valor promedio total de 21,066; mientras que en las colmenas tratadas el número de abejas por colmena varió de 20,100 a 22,600, con un promedio total de 21,666 abejas por colmena. El desarrollo de la población fue debido a la estación de primavera que se realizó el ensayo. Estos números, nos indican que el número de abejas existentes en las colmenas en estudio estuvo en niveles altos que normalmente corresponden a colmenas en buenas condiciones de desarrollo y sanitarias. Al comparar promedios por la prueba de Mann Whitney se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Estos valores deben considerarse como referenciales y no influenciados necesariamente por la aplicación de azúcar impalpable.

En la literatura se ha encontrado resultados favorables sobre la población de abejas luego de las aplicaciones con el azúcar impalpable, así como Ellis *et al.* (2009) determinaron que la población de abejas adultas se mantenía luego del tratamiento, sin ocasionar daño alguno; también Fakhimzadeh (2001) no encontró efectos secundarios del azúcar en polvo en cuanto al desarrollo de la colonia.

4.4. Número de panales de cría

El cuadro 4 y las figuras 22 y 23 presentan los valores numéricos de panales de cría en colmenas sin tratamiento y con aplicación de azúcar impalpable por colmena de octubre a diciembre, así como el promedio total de número de panales de cría, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 4: Número de panales de cría en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.

TRATAMIENTOS	Número de panales de cría			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Control	7.2 ^a	5.4 ^a	6.2 ^a	6.3 ^a
Experimental	7.8 ^a	6.1 ^a	5.8 ^a	6.6 ^a

Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencias significativas para Mann Whitney ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

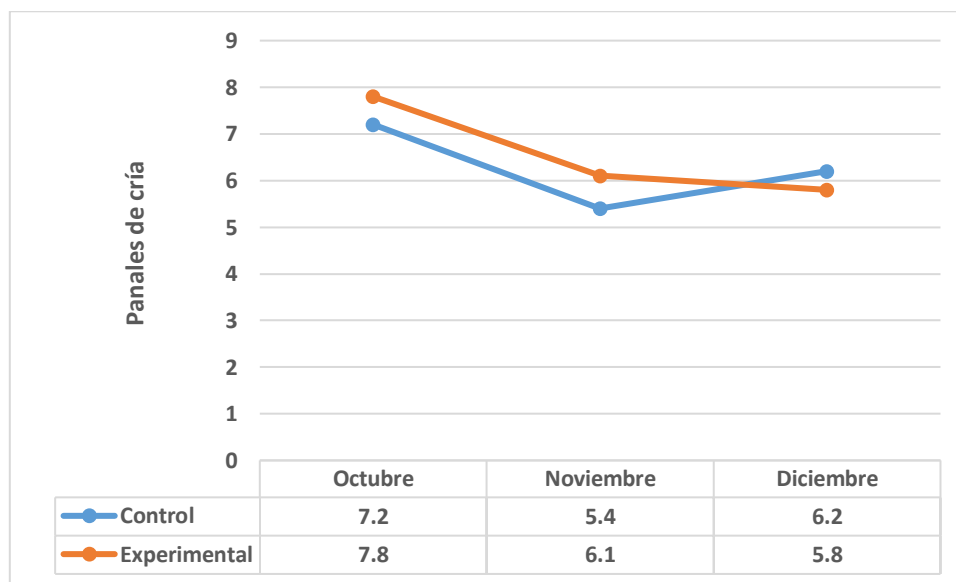


Figura 22: Número de panales de cría, en base a la observado de todos los marcos de la colmena.

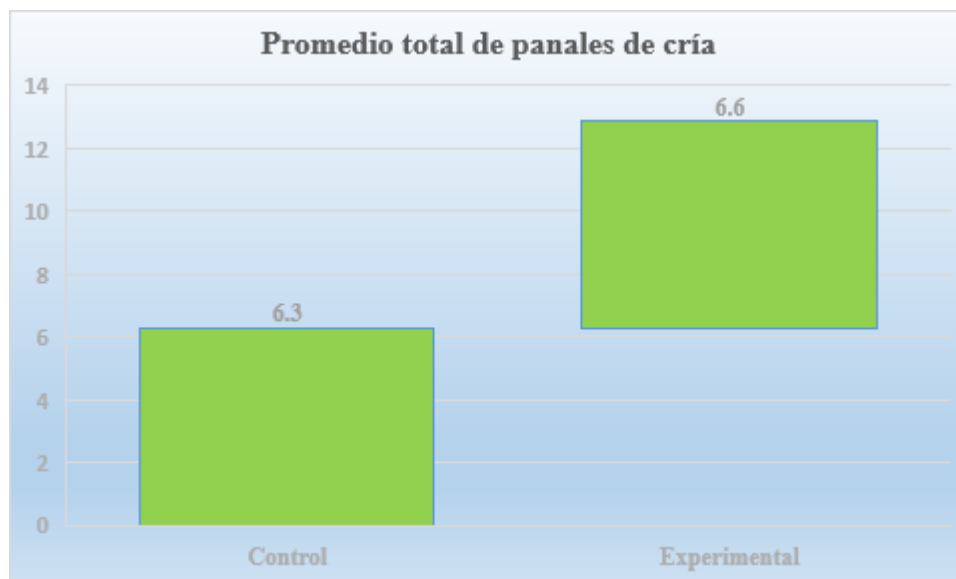


Figura 23: Número promedio total de panales de cría

En colmenas sin tratamiento, se observó de 5,4 a 7,2 panales de cría entre octubre y diciembre con valor promedio total de 6,3, mientras que en las colmenas tratadas el número de panales de cría varió de 5,8 a 7,8, con un promedio total de 6,6 panales de cría por colmena.

El número promedio total de panales de cría de 6,3 y 6,6 para colmenas sin tratamiento y colmenas con tratamiento respectivamente, indica que todas las colmenas estuvieron con una buena reina y constante multiplicación de individuos.

Con respecto a lo analizado, deducimos que, desde el punto de vista numérico y estadístico, el azúcar impalpable no genera un considerable aumento de panales de cría respecto al testigo, no existiendo diferencias significativas entre ambos.

En la literatura se ha encontrado resultados favorables en cuanto el efecto del azúcar impalpable sobre las varroas foreticas luego de la aplicación, pero su aplicación directa a las celdas con larvas podría ocasionar su eliminación. Así como Fakhimzadeh (2001) y Ellis et al. (2008) determinaron que la aplicación del azúcar impalpable no afecta a las crías operculadas. Por el

contrario, Aliano y Ellis (2005) encontraron que dosis altas y bajas de azúcar en polvo aplicados directamente al fondo de las celdas inducía a la eliminación de los huevos y larvas.

4.5. Número de panales de reserva alimenticia

El cuadro 5 y las figuras 24 y 25 muestran el número promedio de panales de reserva alimenticia del experimento durante los meses de octubre a diciembre, así como el promedio total, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 5: Número de panales de reserva alimenticia en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable, según evaluaciones.

TRATAMIENTOS	Número de panales de reserva alimenticia			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Control	2.8 ^a	4.6 ^a	3.8 ^a	3.7 ^a
Experimental	2.2 ^a	3.9 ^a	4.2 ^a	3.4 ^a

Letras iguales indican que no existe diferencias significativas para Mann Whitney ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

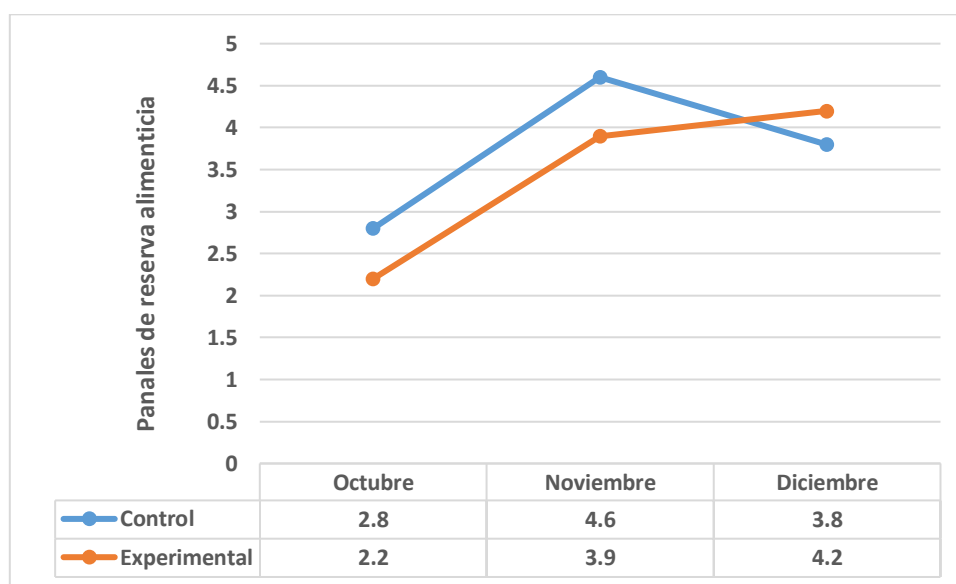


Figura 24: Número de panales de reserva alimenticia, en base a la observado de todos los marcos de la colmena.

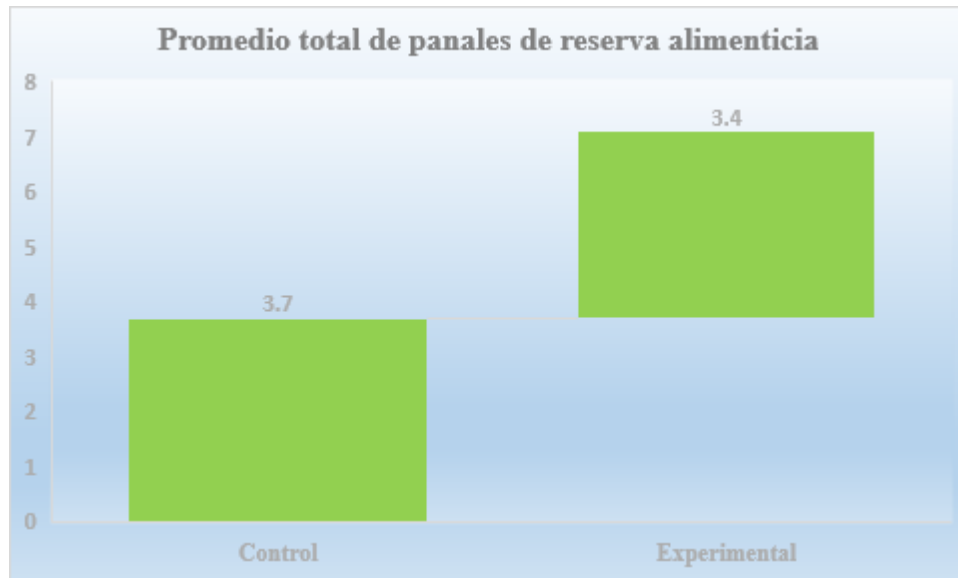


Figura 25: Número promedio total de panales de reserva alimenticia

En colmenas sin tratamiento, se observó de 2,8 a 4,6 panales de reserva alimenticia entre octubre y diciembre con un valor promedio total de 3,7, mientras que en las colmenas tratadas el número de panales de reserva alimenticia varió de 2,2 a 4,2, con un promedio total de 3,4 panales de cría por colmena. Estos resultados indican que todas las colmenas mantuvieron buena reserva de alimento.

Con respecto a lo analizado, deducimos que, desde el punto de vista numérico y estadístico, el azúcar impalpable no genera un considerable aumento de panales de reserva con respecto al testigo.

Los resultados en general indican que no hay efecto directo del azúcar impalpable a corto plazo sobre las poblaciones de varroa y abejas melíferas; sin embargo, la aplicación frecuente y oportuna podría tener efecto en una mayor caída de varroa y mejores rendimientos en la colmena.

Los resultados sugieren el uso del azúcar impalpable dentro de un programa de manejo integrado de colmenas y, en particular, en el manejo de la varroasis.

V. CONCLUSIONES

- El número de varroas capturadas en trampas es mayor en colmenas tratadas, con diferencias significativas respecto a las colmenas sin tratamiento, lo cual evidencia un importante efecto en el desprendimiento y caída de varroas del cuerpo de abejas adultas.
- El azúcar impalpable no tiene influencia en el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas (TIVA), habiéndose encontrado tasas de infestación sin diferencias significativas entre colmenas tratadas y no tratadas.
- El azúcar impalpable no tiene efecto en el número de abejas adultas, número de panales de cría y número de panales de reserva alimenticia por colmena, no habiéndose observado en dichas variables diferencias significativas entre colmenas tratadas y sin tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del azúcar impalpable en espolvoreo para el control de varroa en el marco de un manejo integrado de varroa y colmenas, por tratarse de un método sencillo, económico, seguro, no contaminante de los productos de la colmena y por ser inocuo a las abejas.
- Debe realizarse ensayos experimentales con diferentes dosis de aplicación de azúcar impalpable y frecuencia de aplicación para el control de varroa.
- Realizar ensayos con azúcar impalpable en las estaciones críticas para la colmena respecto a infestaciones por varroa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aliano, N. y Ellis M. (2005). A strategy for using powdered sugar to reduce varroa populations in honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*. 44 (2), 54-57 doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101148>
- Aliano, N. y Ellis M. (2005). Only large amounts of powdered sugar applied directly to brood cells harms immature honey bees. *Journal of Apicultural Research*. 44 (1), 33-35 doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101144>
- Apicultors Gironins Associats (19 de agosto de 2014). *Test con azúcar en polvo para evaluar la infección por varroa de una colmena*. Recuperado de <http://www.aga.cat/index.php/es/articulos/articulosdeinteres/enfermedadestratamientos/691-test-con-azucar-en-polvo-para-evaluar-la-infeccion-por-varroa-de-una-colmena>
- Araneda, X. y Calzadilla, A. (2011). Evaluación de dos modelos de pisos trampa para el control del ácaro *Varroa destructor* Oud. sobre la abeja *Apis mellifera* L. IDESIA. 29(3): 99-104. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n3/art15.pdf>
- Arenas, S. (11 de julio de 2009). Powdered sugar mite treatment 1 of 2 [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=j0hfL3fdBsk>
- Berry, J.A., Afik, O., Nolan IV, M.P., y Delaplane, K.S. (2012). Revisiting powdered sugar for varroa control on honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Apicultural Research*. 51(4), 367-368. Doi: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.51.4.14>
- Davitt, P. (s.f.). Sugar shake to check for varroa mites in honey bees [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=fDAErFAIneY>
- Denver, M. (31 de agosto de 2012). Honeybee Sugar Shake Mite Count [video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=ZvWfGMvy_zs

- Ellis, A., Hayes, G. y Ellis, J. (2009). Eficacia de espolvorear colonias de abejas con azúcar el polvo para reducir las poblaciones de ácaros varroa. Internacional Bee Research Association (IBRA). *Journal of Apicultural Research*. 48 (1),72 – 76. doi: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.1.14>
- Escuela de cocina Pepekitchen-Blog (2019). *Los tipos de azúcar, diferencias y usos en cocina*. Recuperado de <https://www.pepekitchen.com/articulo/los-tipos-de-azucar-diferencias-y-usos-en-cocina/>
- Fakhimzadeh, K. (2001a). The effects of powdered sugar varroa control treatments on *Apis mellifera* colony developmet. *Journal of Apicultural Research*.40 (3-4). 105-109. doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2001.11101058>
- Fakhimzadeh, K. (2001b). Effectiveness of confectioner sugar dusting to knock down *Varroa destructor* from adult honey bees in laboratory trials. *Apidologie*, 32(2), 139-148. doi: <https://doi.org/10.1051/apido:2001119>
- Fakhimzadeh, K. (2010) Does powdered sugar work as a varroa control? *Bee World*. 87 (4), 78-79. doi: <https://doi.org/10.1080/0005772X.2010.11417375>
- Fakhimzadeh, K., Ellis J. y Hayes J. (2011). Physical control of varroa mite (*Varroa destructor*): the effects of various dust materials on varroa mite fall from adult honey bees (*Apis mellifera*) in vitro. *Journal of Apicultural Research*, 50 (3), 203-211 doi: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.50.3.04>
- FAO (2016). Método para determinar niveles de varroa en terreno. Recuperado de <http://www.fao.org/teca/new-search-result/technology-detail/en/?uid=8663>
- Flores, J., Gil, S. y Padilla, F. (2015). Reliability of the main field diagnostic methods of varroa in honey bee colonies. *Archivos de Zootecnia*. 64 (246): 161-166. Universidad de Córdoba. Recuperado de <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/391/370> .
- Gregorc, A., Knight, P.R., y Adamczyk, J. (2017). Powdered sugar shake to monitor and oxalic acid treatments to control varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 56(1), 71-75 doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1278912>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.f.). IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>. Perú.
- La Tienda del Apicultor - Blog (s.f.). *Varroa destructor: qué es y como tratarla*. Disponible en: <http://www.latiendadelapicultor.com/blog/varroa-destructor-que-es-y-como-tratarla/>.
- Macedo, P., Wu, J. y Ellis, M. (2002). Using inert dusts to detect and assess varroa infestations in honey bee colonies. *Faculty Publications: Department of Entomology*.174. Recuperado de <https://digitalcommons.unl.edu/entomologyfacpub/174/>
- Medina, C., Guzmán, E., Aréchiga, C., et al. (2011). Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2(3):313-317. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v2n3/v2n3a6.pdf>
- Murakami, J. (2011). Guía Práctica de Técnicas Apícolas. Lambayeque. Recuperado de <https://es.slideshare.net/rambueric/27-gua-prctica-de-tnicas-apcolas>
- Nash, D. (17 de setiembre de 2011). How to use powdered sugar to control varroa mites[video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=gMCF0Psaf9g>
- Neira, M., Heinsohn, P., Carrillo R., et al. (2004). Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el Ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari:Varroidae). Chillán, Chile. *Agric. Téc.* 64(3). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072004000300003
- Paco, A. 2018. Evaluación del comportamiento higiénico de la abeja melífera, (*Apis mellifera* L.), en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Escuela profesional de Ingeniería Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Chumbivilcas – Cusco – Perú. 85 pp. Disponible en: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4202/253T20180373_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pettis, J.S., Kochansky, J. y Feldlaufer, M.F. (2004). Mortalidad de larvas de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) después de la aplicación tópica de antibióticos y polvos. *Revista de entomología económica*, 97 (2), 171-176. doi: <https://doi.org/10.1093/jee/97.2.171>

- Reyes, F. (2016). Efectividad de cuatro acaricidas en el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas (*Apis mellifera* L.). Tesis. Maestría en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 117 pp.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S96-S119.
- Sanabria, J. L., Demedio, J., Pérez T., Peñate, I., Rodríguez, D., y Lóriga, W. (2015). Índices de infestación por *Varroa destructor* en colmenas sin medida de control. *Revista de Salud Animal*, 37(2), 118-124.
- Vandame, R. (2000). Control alternativo de varroa en apicultura. *El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)*. Chiapas, MX.

VIII. ANEXO

Anexo 1: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina- octubre 2017.

Colmenas	Colmenas control				Colmenas experimental			
	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR
1	41	4,15	18000	7/3	230	3,73	20000	8/2
2	81	6,63	20000	7/3	111	2,45	22000	8/2
3	93	5,76	22000	8/2	146	6,78	20000	9/1
4	85	4,24	20000	8/2	105	5,08	18000	9/1
5	45	3,4	18000	8/2	165	7,05	18000	7/3
6	88	9,01	18000	7/3	251	5,33	20000	8/2
7	42	3,52	20000	7/3	51	3,3	20000	7/3
8	25	1,61	18000	7/3	97	3,23	18000	8/2
9	42	2,89	22000	8/2	51	0,55	25000	8/2
10	77	6,31	18000	5/5	201	4,89	20000	7/3
Total	619	47,52	194000	72/28	1408	42,39	201000	78/22
Promedio	61,9	4,752	19400	7,2/2,8	140,8	4,239	20100	7,8/2,2

Anexo 2: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.

Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	4.752	2.1708	0.6865	-0.55	0.5886
Pi	Experimental	4.239	1.9902	0.6294	-0.55	0.5885
Pi	Diferencia (1-2)	-0.513	2.0824	0.9313		

No hay diferencia significativa en el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 3: Prueba t de Student para el número de varroas capturadas en trampa.

Número de varroas capturadas en trampa						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	61.9	25.0575	7.9239	3.34	0.0064
Pi	Experimental	140.8	70.3591	22.2495	3.34	0.0036
Pi	Diferencia (1-2)	78.9	52.8123	23.6184		

Hay diferencia significativa en el número de varroas capturas en trampa entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento.

Anexo 4: Prueba de Mann Whitney para la población de abejas por colmena

Población de abejas por colmena						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	19 400	1646.5	520.7	0.82	0.4226
Pi	Experimental	20 100	2131.8	674.1	0.82	0.4219
Pi	Diferencia (1-2)	700	52.8123	23.6184		

No hay diferencia significativa en la población de abejas por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 5: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría

Panales de cría						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	7.2	0.9189	0.2906	1.57	0.135
Pi	Experimental	7.8	0.7888	0.2494	1.57	0.1336
Pi	Diferencia (1-2)	0.6	0.8563	0.383		

No hay diferencia significativa en el número de panales de cría por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 6: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia

Panales de reserva alimenticia						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	2.8	0.9189	0.2926	-1.57	0.135
Pi	Experimental	2.2	0.7888	0.2494	-1.57	0.1346
Pi	Diferencia (1-2)	-0.6	0.8563	0.383		

No hay diferencia significativa en el número de panales de reserva alimenticia entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 7: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina, octubre 2017.

Colmenas	Colmenas control				Colmenas experimental			
	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR
1	58	4.8	21000	7/3	186	8.11	20000	5/5
2	116	4.1	20000	8/2	295	7.72	22000	8/2
3	138	3.14	22000	7/3	501	6.54	22000	8/2
4	146	7.27	25000	7/3	151	11.28	25000	9/1
5	44	4.3	20000	6/4	127	5.82	22000	8/2
6	61	4.62	20000	7/3	137	7.38	20000	8/2
7	76	3.78	22000	6/4	131	6.82	25000	8/2
8	60	6.62	20000	1/9	74	4.42	20000	4/6
9	60	7.41	22000	2/8	226	1.84	25000	1/9
10	76	4.86	20000	3/7	278	6.75	25000	2/8
Total	835	50.9	212000	54/46	2106	66.68	226000	61/39
Promedio	83,5	5.09	21200	5,4/4,6	210.6	7	22600	6,1/3,9

Anexo 8: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.

Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	5.09	1.4891	0.4709	0.55	0.5886
Pi	Experimental	6.668	2.4516	0.7753	0.55	0.5885
Pi	Diferencia (1-2)	1.578	2.0282	0.9071		

No hay diferencia significativa en el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 9: Prueba de Mann Whitney para el número de varroas capturadas en trampa

Número de varroas capturadas en trampa						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	83.5	36.3112	11.4826	3.12	0.0103
Pi	Experimental	210.6	123.7	39.1286	3.12	0.006
Pi	Diferencia (1-2)	127.1	91.1838	40.7787		

Hay diferencia significativa en el número de varroas capturas en trampa entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento.

Anexo 10: Prueba de Mann Whitney para la población de abejas por colmena

Población de abejas por colmena						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	21 200	1619.3	512.1	1.61	0.1263
Pi	Experimental	22 600	2221.1	702.4	1.61	0.1247
Pi	Diferencia (1-2)	700	52.8123	23.6184		

No hay diferencia significativa en la población de abejas por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 11: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría

Panales de cría						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	5.4	2.4585	0.7775	0.58	0.5666
Pi	Experimental	6.1	2.8848	0.9123	0.58	0.5665
Pi	Diferencia (1-2)	0.7	2.6802	1.1986		

No hay diferencia significativa en el número de panales de cría por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 12: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia

Panales de reserva alimenticia						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	4.6	2.4585	0.7775	-0.58	0.5666
Pi	Experimental	3.9	2.8848	0.9123	-0.58	0.5665
Pi	Diferencia (1-2)	-0.7	2.6802	1.1986		

No hay diferencia significativa en el número de panales de reserva alimenticia entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 13: Número de varroas capturadas en trampa (V/T), porcentaje o tasa de infestación de abejas adultas (TIVA), población de abejas por colmena (PA/C), panales de cría y panales de reserva (PC/PR) en colmenas sin tratamiento y con tratamiento de azúcar impalpable La Molina diciembre 2017

Colmenas	Colmenas control				Colmenas experimental			
	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR	V/T	TIVA	PA/C	PC/PR
1	51	3.26	21000	6/4	84	3.85	20000	6/4
2	64	4.16	25000	5/5	97	7.24	22000	6/4
3	175	5.78	22000	7/3	160	6.95	25000	6/4
4	64	5.39	25000	8/2	150	9.11	25000	7/3
5	106	5.57	22000	7/3	153	5.76	25000	3/7
6	209	2.74	22000	7/3	275	10.7	22000	3/7
7	350	4.3	25000	6/4	311	7.93	22000	7/3
8	159	6.59	22000	7/3	111	4.96	22000	5/5
9	109	6.22	22000	6/4	168	8.64	20000	7/3
10	153	6.74	20000	3/7	210	9.04	20000	6/4
Total	1440	50.75	226000	62/38	1719	74.18	223000	58/42
Promedio	144	5,075	22600	6.2/3.8	171,9	7,418	22300	5.8/4.2

Anexo 14: Prueba t de Student para el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas.

Porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	5.075	1.3906	0.6649	2.94	0.0098
Pi	Experimental	7.418	2.1027	0.6649	2.94	0.0088
Pi	Diferencia (1-2)	2.343	1.7826	0.7972		

Hay diferencia significativa en el porcentaje o tasa de infestación de varroa en abejas adultas entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p < 0.05$).

Anexo 15: Prueba t de Student para el número de varroas capturadas en trampa.

Número de varroas capturadas en trampa						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	144	89.4713	28.2933	0.76	0.4578
Pi	Experimental	171.9	74.1387	28.2933	0.76	0.4575
Pi	Diferencia (1-2)	27.9	82.1634	36.7446		

No hay diferencia significativa en el número de varroas capturas en trampa entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 16: Prueba t de Student para la población de abejas por colmena

Población de abejas por colmena						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	22600	1776.4	561.7	-0.35	0.7312
Pi	Experimental	22300	2057.5	650.6	-0.35	0.7311
Pi	Diferencia (1-2)	-300	1922.1	859.6		

No hay diferencia significativa en la población de abejas por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 17: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de cría

Panales de cría						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	6.2	1.3984	0.4422	-0.68	0.5057
Pi	Experimental	5.8	1.2293	0.3887	-0.68	0.5055
Pi	Diferencia (1-2)	-0.4	1.3166	0.5888		

No hay diferencia significativa en el número de panales de cría por colmena entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).

Anexo 18: Prueba de Mann Whitney para el número de panales de reserva alimenticia.

Panales de reserva alimenticia						
Variable	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Error estándar	T value	Pr > t
Pi	Control	3.8	1.3984	0.4422	0.68	0.5057
Pi	Experimental	4.2	1.2293	0.3887	0.68	0.5055
Pi	Diferencia (1-2)	0.4	1.3166	0.5888		

No hay diferencia significativa en el número de panales de reserva alimenticia entre las colmenas sin tratamiento y con tratamiento ($p > 0.05$).