

Control del escarabajo del estiércol
Alphitobius diaperinus con *Heterorhabditis*
bacteriophora, *Beauveria bassiana* y
Metarhizium anisopliae

Randy Humberto Juárez Figueroa

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Control del escarabajo del estiércol
Alphitobius diaperinus* con *Heterorhabditis
bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium
anisopliae

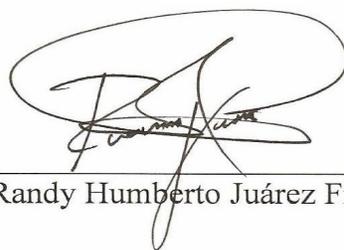
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
Académico de licenciatura

Presentado por

Randy Humberto Juárez Figueroa

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is positioned above a horizontal line.

Randy Humberto Juárez Figueroa

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

DEDICATORIA

A Dios por ser fuente de sabiduría, luz que ilumina y bendice mi camino.

A mis padres, Ana Marilú Figueroa y Humberto Juárez Molina, por el amor y paciencia hacia mi persona y como parte de mi agradecimiento por el esfuerzo y sacrificio realizado.

A mis hermanos, Víctor Daniel, Sergio David y Juan Luís Juárez Figueroa, como un ejemplo de superación, voluntad, fé y perseverancia.

Al amor de mi vida, Marina Lorena Ordóñez, y al fruto de nuestro amor; por dar sentido y razón de lucha a mi vida, hasta el fin de mis días.

A mí querida Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) de Guatemala, por la excelente formación académica e integral que me brindo, para representarla con orgullo y dignidad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de superación.

A mis padres por sus cuidados, cariño, consejos, esfuerzos y apoyo para lograr esta meta.

A mis hermanos por el apoyo y cariño, que me han brindado en todo momento.

A mi esposa e hijo, por ser fuente de inspiración y razón de superación.

A mi hermanito Sergio David, por todos los momentos alegres que pasamos como buenos hermanos y amigos, en El Zamorano.

A mis abuelos, tíos y primos, por instarme siempre a salir adelante.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por darme el privilegio de ser unos más de sus hijos.

A mis profesores, Rogelio Trabanino y Alfredo Rueda por sus valiosas enseñanzas y apoyo.

A mis compañeros de promoción por su amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron amistad y apoyo, a lo largo de mi formación en El Zamorano.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Sr. Fernando Paiz, quién sin conocerme puso toda su confianza en mí, brindándome la oportunidad única en mi vida, de continuar estudios superiores en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. De todo corazón, gracias.

A los Proyectos PROMIPAC, IPM – CRSP por la asistencia técnica y financiera al presente trabajo de investigación.

RESUMEN

Juárez, R. 2007. Control del escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus* con *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 8 p.

El escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus* (Coleóptera: Tenebrionidae) es considerado una de las principales plagas en explotaciones avícolas, debido que es transmisor de enfermedades y causante de deterioro en instalaciones y equipo. Se evaluó el control de la población de *A. diaperinus*, con *Heterorhabditis bacteriophora* (75,000 nematodos/L), *Beauveria bassiana* (BAZAM[®] 72 ppm) y *Metarhizium anisopliae* (METAZAM[®] 832 ppm) en aplicaciones semanales por seis semanas, muestreando cinco días después de cada aplicación a partir de la segunda aplicación. El ensayo se realizó de septiembre a octubre de 2007, en una cama con estiércol de gallinas ponedoras en jaula, dividido en 16 unidades experimentales de 1.5 × 2 m. *H. bacteriophora*, *B. bassiana* y *M. anisopliae* tuvieron control sobre *Alphitobius diaperinus* en 47.1, 47.4 y 26.5%, respectivamente, no habiendo diferencia entre ellos (P>0.05), pero sí con el testigo cuya población incremento en 15.2%. En insectos/día *H. bacteriophora* mantuvo la población mas baja con 137.7, seguido por *B. bassiana* con 171.7 y *M. anisopliae* con 184.2, comparado con el testigo con 223.7 insectos/día.

Palabras clave: BAZAM[®], control biológico, insectos día, METAZAM[®], porcentaje de control.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
CONCLUSIONES.....	7
RECOMENDACIONES.....	8
LITERATURA CITADA.....	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Concentración y dosis recomendada por hectárea, de los agentes de control biológico utilizados para el control de <i>Alphitobius diaperinus</i> en Zamorano, Honduras, 2007.....	2
2. Concentración de los tratamientos con base en la cantidad del agente biológico y el volumen de aplicación, por unidad experimental (1.5 × 2 m).....	3
3. Insectos/día a lo largo de los muestreos, como efecto de las aplicaciones de los tratamientos en Zamorano, 2007.....	6
4. Reducción de la población de <i>Alphitobius diaperinus</i> en porcentaje, al último día de muestreo respecto a la población inicial en Zamorano, 2007	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Efecto de <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> , BAZAM [®] y METAZAM [®] en la población de <i>Alphitobius diaperinus</i> , en cada muestreo.....	5

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Población semanal de <i>Alphitobius diaperinus</i>	10
2. Mapa del ensayo.....	11

INTRODUCCIÓN

Alphitobius diaperinus (Panzer) (Coleóptera; Tenebrionidae) conocido también como escarabajo del estiércol, coquito, lesser mealworm o darkling beetle; es considerado una de las plagas más importantes que afectan a las aves de corral y de las que menos se tiene en cuenta, por la poca información que de él se tiene. La importancia económica de *A. diaperinus* radica en que actúa como vector de patógenos como, *Salmonella typhimurium* (Loeffler), *Escherichia coli* (Lignieres), gumboro y new castle (Axtell y Arends 1990). Provoca daños en las instalaciones, principalmente en los pisos, ya que la construcción de túneles forma verdaderos laberintos subterráneos, falseando y debilitando los soportes y bases en los galpones. Otros daños de consideración son el deterioro y la destrucción causados al equipo de madera, a los materiales de aislamiento y a las cortinas de plástico. El escarabajo también es un reconocido agente responsable de estrés, bajos consumos de alimento, baja conversión alimenticia y retrasos en el crecimiento y rendimiento de las aves (Betancur y Botero 1999).

Es relativamente pequeño, en estado adulto mide de 4 a 6 mm de largo y es de color negro un poco brillante. Su ciclo de vida puede durar de 45 a 55 días (Lancaster y Simco 1967). Las hembras pueden poner de tres a cinco huevos por día, por la cual, las poblaciones pueden aumentar de manera rápida, debido a la capacidad de reproducción, a la disponibilidad de alimento (estiércol) y humedad en la cama, y a la protección que logra frente a varios factores ambientales escondiéndose en las rendijas y grietas de las paredes de los galpones (Betancur y Botero 1999).

Aunque los escarabajos son vulnerables a muchos insecticidas y reguladores de crecimiento, el control químico en condiciones de galpón es generalmente insatisfactorio y de breve duración (Geden *et al.* 1987). *A. diaperinus* tiene varios enemigos naturales, incluyendo ácaros y protozoos (Steinkraus *et al.* 1991). También es susceptible a los nematodos *Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp., aunque la supervivencia de éstos en el galpón es pobre (Geden *et al.* 1985). Según Poinar (1984), la dosis a la cual el nematodo tiene efecto de parasitismo sobre plagas del suelo en condiciones de campo es de 50,000 individuos/m². También se ha encontrado que es susceptible al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Steinkraus *et al.* 1991); Arends *et al.* (1998), evaluaron el efecto de cuatro cepas de *Beauveria bassiana* alcanzando resultados de hasta un 20% de control en condiciones de galpón.

El objetivo del estudio fue evaluar el control de la población de *A. diaperinus* en condiciones de galpón aplicando dos hongos y un nematodo entomopatógeno, en cama de estiércol de gallina ponedora en jaula en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre septiembre y octubre de 2007, en el galpón de gallinas ponedoras en jaula del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, de Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras; ubicada en el valle del Yeguaré a una elevación de 800 msnm, con una temperatura media de 25°C y una precipitación media anual de 1100 mm.

En el galpón se manejó una temperatura de 24°C regulada por un sistema de ventilación, con una humedad relativa promedio de 70%. Como área experimental se usó una cama con estiércol de aves ponedoras de 33.5 × 2 m, infestada por el escarabajo *A. diaperinus* dividida en unidades experimentales de 1.5 × 2 m. Se estableció un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos (Cuadro 1) y cuatro repeticiones. Los resultados se analizaron con el programa estadístico SAS[®] por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con prueba de separación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Concentración y dosis recomendada por hectárea, de los agentes de control biológico utilizados para el control de *Alphitobius diaperinus* en Zamorano, Honduras, 2007.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Concentración	
		(UFC/g)	Dosis/ha
Nematodo depredador ¹	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>		5 × 10 ⁸ nematodos
BAZAM ^{®2}	<i>Beauveria bassiana</i>	4.1 × 10 ⁸	240 g
METAZAM ^{®3}	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1.8 × 10 ⁹	2,800 g
Testigo			

Los tratamientos se aplicaron con base en la dosis comercial por hectárea recomendada, cada semana, durante seis semanas (Cuadro 2). El volumen de aplicación fue de 0.66 L/m² de mezcla (producto + agua).

¹ El nematodo depredador *Heterorhabditis bacteriophora*, fue obtenido del pie de cría del laboratorio de control biológico de Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Km 32 carretera a Danlí. Honduras, C.A.

² BAZAM[®] PM, i.a. *Beauveria bassiana* al 8.3%. Fabricado por Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Km 32 carretera a Danlí. Honduras, C.A.

³ METAZAM[®] PM, i.a. *Metarhizium anisopliae* al 41.6%. Fabricado por Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Km 32 carretera a Danlí. Honduras, C.A.

Cuadro 2. Concentración de los tratamientos con base en la cantidad del agente biológico y el volumen de aplicación, por unidad experimental (1.5 × 2 m).

Tratamiento	Cantidad/Ue		Vap/Ue	Concentración
	Producto (g)	i.a.		
Nematodo depredador ^{ae}		150,000 (nematodos)	2 L	75,000 nematodos/L
BAZAM [®]	0.144	5.83 × 10 ⁷ (UFC)	2 L	72 ppm
METAZAM [®]	1.665	2.98 × 10 ⁹ (UFC)	2 L	832 ppm
Testigo				

^{ae} *Heterorhabditis bacteriophora*

i.a.. = ingrediente activo

Vap/Ue = Volumen de aplicación por unidad experimental (Ue)

Para la aplicación de los tratamientos se prepararon las mezclas con la cantidad de producto y volumen de agua requerida para las cuatro repeticiones de cada tratamiento, obteniendo un volumen de aplicación por tratamiento de 8 L de mezcla. Para los tratamientos con BAZAM[®] y METAZAM[®] se realizó una premezcla debido a su presentación y se agregó 1 mL del adherente, penetrante y dispersante BREAK THRU[®] 100 SL⁴ por litro de mezcla. Con el nematodo depredador *Heterorhabditis bacteriophora*, no se utilizó adherente en la mezcla. Los tratamientos se aplicaron con una bomba manual de mochila, con una boquilla sin filtro.

Los muestreos se realizaron el día antes de comenzar las aplicaciones y luego a los 12, 19, 25, 33 y 40 días después de la primer aplicación. La muestra consistió en 1 kg de estiércol más material de cama, compuesta por cinco submuestras tomadas en puntos distribuidos al azar en la unidad experimental. La toma de la submuestra se hizo con un recipiente metálico que se introdujo en la cama para extraer el material, a una profundidad de 15 cm dentro de la cama, cuya profundidad es de 30 cm. De los 15 cm de profundidad de submuestra tomada, en promedio 10 cm pertenecieron a la capa de estiércol y 5 cm fueron de la capa del material de cama, que en este caso fue arena de río. Las muestras fueron llevadas al laboratorio para hacer el conteo visual de *A. diaperinus*.

Las variables medidas fueron: insectos/día, insectos por muestreo y porcentaje de control, usando para el procesamiento de los datos las siguientes formulas:

Insectos/día:

$$ID = \Sigma (((PTx + PTy) \div 2) \times (Fy - Fx)) \div (Ffinal - Finicial)$$

Donde:

⁴ BREAK THRU[®] 100 SL, i.a. Copolímero polyther-polymethyl xiloxane al 100%. Fabricado por Goldschmidt Chemical Corporation. 914 E Randolph Road Hopewell, VA 23860

ID = insectos/día

PT_x = Numero de insectos encontrados en el primer muestreo

PT_y = Numero de insectos encontrados en el segundo muestreo

F_x – F_y = Diferencia de días entre primer y el segundo muestreo

F_{final} – F_{inicial} = Diferencia en días entre la fecha final e inicial del muestreo

Porcentaje de control:

Porcentaje de control = $(IP_{mf} \div IP_{mi}) \times 100$

Donde:

IP_{mf} = Cantidad de insectos presentes en el ultimo muestreo

IP_{mi} = Cantidad de insectos presentes en el muestro inicial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica poblacional. En la cantidad de insectos por fecha de muestreo se encontró diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos a partir del tercer muestreo (día 19) (Figura 1). El tratamiento con el nematodo depredador *H. bacteriophora* redujo la población de *A. diaperinus* más rápido (día 12) (Figura 1). Esto se debe a que el nematodo, dependiendo de las condiciones ambientales, puede causar la muerte a su hospedero en 4 a 5 días (Poinar 1984); no así en el modo de acción de los hongos que necesitan de un periodo mayor de adaptación y condiciones ambientales propicias para poder infectar.

A partir del quinto muestreo (día 33) los tratamientos con *H. bacteriophora*, BAZAM® y METAZAM® no mostraron diferencia ($P > 0.05$) entre ellos, pero sí con el testigo donde la población de *A. diaperinus* aumentó (Figura 1).

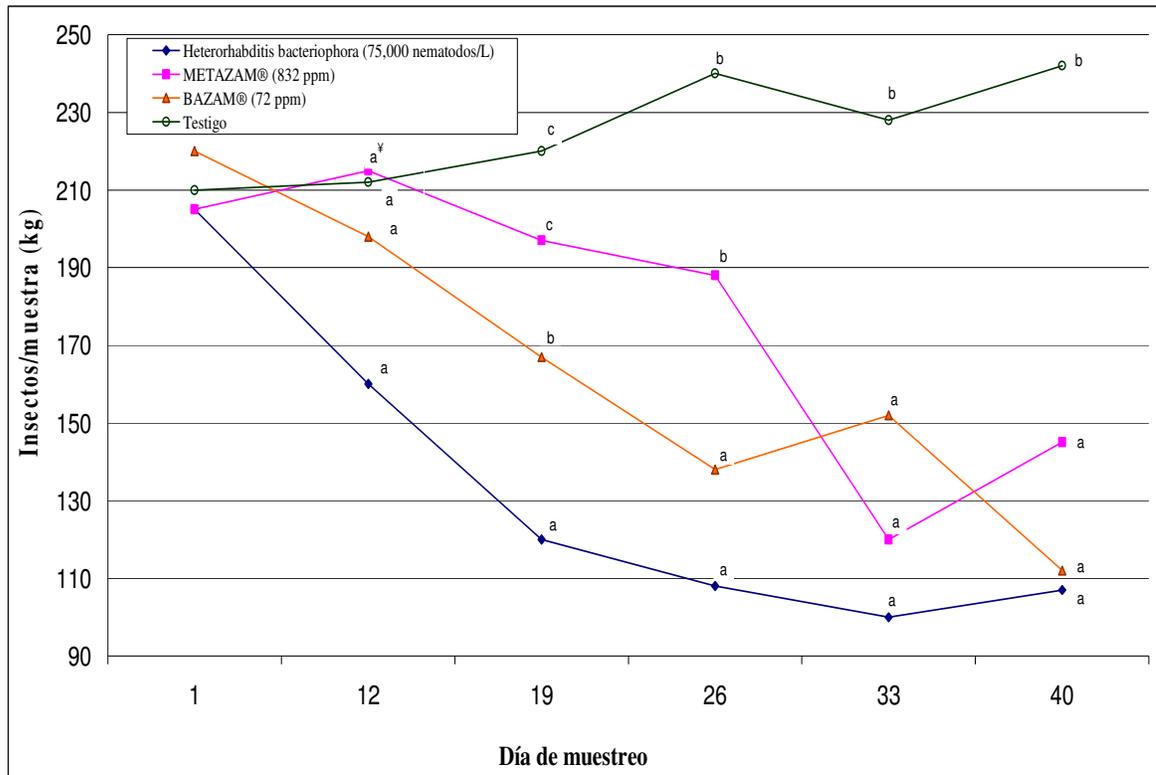


Figura 1. Efecto de *Heterorhabditis bacteriophora*, BAZAM® y METAZAM® en la población de *Alphitobius diaperinus*, en cada muestreo. [‡] Valores con igual letra en cada muestreo no son diferentes, Tukey ($P \leq 0.05$).

Insectos/día. Con el nematodo depredador *H. bacteriophora*, se obtuvo la menor cantidad de insectos/día durante el estudio (Cuadro 3); esto puede ser atribuido a la alta capacidad infectiva del nematodo y a su alta tasa de reproducción (Poinar 1984). Seguido por BAZAM[®] y METAZAM[®] que redujeron en 23 y 17% la cantidad de insectos/día, comparado con el testigo (P<0.05).

Cuadro 3. Insectos/día a lo largo de los muestreos, como efecto de las aplicaciones de los tratamientos en Zamorano, 2007.

Tratamiento	Insectos/día
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	137.7 a ^a
BAZAM [®]	171.7 b
METAZAM [®]	184.2 b
Testigo	223.7 c

^a Medias con letras iguales no son diferentes, Tukey (P≤0.05)

CV = 6.88%

Porcentaje de control. En el último muestreo (día 40), *H. bacteriophora*, BAZAM[®] y METAZAM[®] redujeron la población de *A. diaperinus* entre 25.5% y 47.4%, respecto a la población inicial, sin diferenciarse entre sí (P>0.05) (Cuadro 4). Por el contrario, en el testigo aumentó la población en un 15.2 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Reducción de la población de *Alphitobius diaperinus* en porcentaje, al último día de muestreo respecto a la población inicial en Zamorano, 2007.

Tratamiento	Reducción (%)
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	47.1 a ^a
BAZAM [®]	47.4 a
METAZAM [®]	26.5 a
Testigo	-15.2 b

^a Valores con letras iguales no son diferentes, Tukey (P ≤ 0.05).

CV = 24.24%

CONCLUSIONES

- Los controladores biológicos *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* redujeron la población del escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus*.
- El menor numero de insectos/día, se tuvo con *Heterorhabditis bacteriophora*.
- En el testigo aumentó la población, con respecto la población inicial.

RECOMENDACIONES

- Usar cualquier de los tres agentes biológicos probados en este estudio para el control de *Alphitobius diaperinus*.
- Evaluar los agentes biológicos a diferentes dosis que las usadas en este estudio.
- Evaluar el efecto de los agentes biológicos por periodos más largos de tiempo.
- Identificar las épocas de mayor incidencia de plaga para evaluar el efecto los agentes biológicos en la población.

LITERATURA CITADA

Arends, J; Geeden, C; Rutz, D; Steinkraus, D. 1998. Laboratory Evaluation of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) against the Lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), in Poultry Litter, Soil, and a Pupal Trap. *Biological Control* 13:71-77.

Axtell, R; Arends, J. 1990. Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.* 35:101–126.

Betancur, O; Botero, L. 1999. Biología y control de *Alphitobius diaperinus*. *Revista Veterinaria y Zootecnia de Caldas* 11(1):12-14.

Geden, C; Arends, J; Axtell, R. 1987. Field trails of *Steinernema feltiae* (Nematoda:Steinernematidae) for control of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in commercial broiler and turkey houses. *Journal of Economic Entomology* 80:136-141.

Geden, C; Axtell, R; Brooks, W. 1985. Susceptibility of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae*, *S. glaseri* (Steinernematidae) and *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae). *Journal of Entomological Science* 20:331-339.

Lancaster, Jr.; Simco, J. 1967. Biology of the lesser mealworm, a suspected reservoir of avian leucosis. *Univ. Arkansas Agric. Expt. Sta. Rpt. Ser.* 159:1-12.

Poinar, Jr. 1984. *Laboratory guide to insect pathogen and parasites.* Plenum Press, NY. 392 p.

Steinkraus, D; Geden, C; Rutz, D. 1991. Susceptibility of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) to *Beauveria bassiana*: Effects of host stage, formulation, substrate and host passage. *Journal of Medical Entomology* 28:314–321.

ANEXO

Anexo 1. Población semanal de *Alphitobius diaperinus*.

Tratamientos	Día de muestreo					
	1	12	19	26	33	40
Testigo (Sin tratamiento)	210 a [§]	213 a	220 a	245 a	228 a	243 a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (7.5x10 ⁷ ppm)	205 a	160 a	120 c	108 b	100 b	108 b
BAZAM [®] PM (72 ppm)	220 a	198 a	168 b	138 b	153 b	113 b
METAZAM [®] PM (832 ppm)	205 a	215 a	198 b	188 b	120 b	145 b
Coefficiente de variación (%)	13.88	15.60	12.41	23.69	20.68	20.75

[§] Medias con la misma letra en la misma columna no son diferentes, Tukey (P≤0.05).

Anexo 2. Mapa del ensayo.

