



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS Y RECURSOS NATURALES

INFORME

Efecto de la nieve carbónica sobre especies plagas de casas, hoteles, hospitales, industrias y animales domésticos

Informe solicitado por el Señor Nelson Herrera Contreras, propietario Empresa Ozonoclinic e Inventor de la máquina Tempano, generador de Nieve Carbónica (Hielo Seco)

Julio 2017



Índice		
Capítulo		Número página
I.1	Insectos que atacan maderas, hogares y otros inmuebles en Chile	3
I.2.	Orden Coleoptera	4
I.3.	Termitas (Orden Isoptera)	5
I.3.1	Especies de termitas	5
I.4.	Orden Blattodea	6
I. 5.	Pulgas y piojos en Chile Orden Phthiraptera y Siphonaptera	8
I.6.1	Piojos.	9
I.6.2	Pulgas orden Siphonaptera	10
I.7	Orden Hymenoptera	10
I.8.	Insectos y ácaros que atacan tela	10
I.9.	Arañas en las casas	12
I.10.	Insectos que infestan granos y productos almacenados	13
I.11	Garrapatas (Ácaros IXODIDAE)	15
I.12.	Influencia de la temperatura en los insectos	15
I.13.	Efecto bajas temperaturas sobre el crecimiento de hongos y bacterias	18
II:	MATERIAL Y MÉTODOS	20
III	Referencias Consultadas	21



I. Introducción

I.1 Insectos que atacan maderas, hogares y otros inmuebles en Chile

En Chile, los insectos xilófagos que causan daño a madera pertenecen a los órdenes Coleoptera (escarabajos) e Isoptera (Termitas) que causan un gran perjuicio a los inmuebles y bienes de madera. Las especies que atacan madera en servicio en el país corresponden a:

Cuadro 1.: Insectos xilófagos que atacan madera en servicio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Coleoptera (escarabajos)	Anobiidae	<i>Anobium punctatum</i> (De Geer)	Escarabajo de los muebles	V a X Regiones Cosmopolita
	Lyctidae	<i>Lyctus chilensis</i> (Gerber)	Coleóptero pulverizador de la madera	V a X Regiones
	Bostrichidae	<i>Polycaon chilensis</i> (Erichson)	Taladrador grande de la madera	V a XI Regiones
	Curculionidae	<i>Pentarthrum</i> sp		II a XI Regiones
	Cerambycidae	<i>Phoracantha semipunctata</i> (Fabricius)	Taladrador del eucalipto	III a IX Regiones, exclusivo de plantas de eucalipto
Isoptera (Termitas)	Kalotermitidae	<i>Cryptotermes brevis</i> (Walker)	Termita de los muebles o termita tropical de las casas	I a V Regiones, cosmopolita
	Kalotermitidae	<i>Neotermes chilensis</i> (Blanchard)	Termita de la madera seca	III a V Regiones
	Kalotermitidae	<i>Kalotermes gracilignathus</i> Emerson		Islas Juan Fernández
	Rhinotermitidae	<i>Reticulitermes flavipes</i> (Kollar)	Termita subterránea	V a VI Regiones
	Termopsidae	<i>Porotermes quadricollis</i> (Rambur)	Termita de la madera húmeda	V a XI Regiones



I.2. Orden Coleoptera

Anobium punctatum (Anobiidae) es un insecto cuyo ciclo de desarrollo ocurre de 1 a 3 años de acuerdo a las condiciones ambientales. Los adultos emergen en los meses de primavera y verano, dejando orificios de alrededor de 1.2 mm de diámetro. Los adultos aprovechan estos orificios para una nueva puesta de 20 a 60 huevos. Después de un tiempo de infestación la madera es destruida completamente transformándola en polvo. Esta especie ataca todo tipo de madera, pisos, muebles, ventanas, puertas entre otros transformándolos en un aserrín fino y palpable al tacto. Son conocidos como tiro de munición.

Lyctus chilensis (Lyctidae). Los adultos miden de 2.5 a 5 mm con el cuerpo dorsoventralmente aplanado. El ciclo de desarrollo de esta especie abarca de 9 a 12 meses, cuyas hembras oviponen de 20 a 50 o más huevos en grietas de la madera seca. El ataque de esta especie es característico al expulsar el aserrín formando verdaderos conos de aserrín bajo las perforaciones o a nivel del piso del mueble o paredes. Los adultos eclosionan durante la primavera. El daño puede iniciarse antes de la confección de una pieza, mueble o estructura. Esta especie no ataca madera de pino insigne ni otras coníferas.

Pentarthrum sp (Curculionidae) los adultos de esta especie miden de 3 a 4 mm cuyo ciclo de vida empieza a finales de verano cuando las hembra ponen los huevos, el ciclo dura aproximadamente un año. Los adultos emergen en los meses primaverales provenientes de larvas que han pasado el invierno en madera infestada. El daño de esta especie está asociado a madera con alta humedad y atacada por hongos y con algún grado de pudrición, pocas veces atacan la madera elaborada sana desde el inicio. Los daños los causan tanto las larvas como los adultos, pueden atacar pisos con alto contenido de humedad.

Gnathotrupes fimbriatus* y *G. longipennis (Curculionidae: Subfamilia Scolytinae) especies asociadas a *Nothofagus* sp detectados en madera elaboradas con prolongado almacenamiento en aserraderos y bajo contenido de humedad, estas especies tienen poca importancia en madera en servicio.



I.3. Termitas (Orden Isoptera)

Las termitas son insectos sociales conocidas que viven en grandes colonias (nidos) ubicadas tanto en el suelo o en árboles envejecidos. Viven en un sistema de castas las cuales tienen tareas bien diferenciadas asegurando con ello el éxito de la colonia. Son insectos con metamorfosis sencilla que comprende huevo, ninfa y adulto. Las castas comprenden: A) **los alados** que corresponden adultos reproductores machos y hembras que originan a la reina y al rey y que son responsables de formar la nueva colonia. La producción de estos alados ocurre cuando la colonia tiene un tamaño considerable apareciendo los vuelos nupciales (enjambres) y de dispersión. B) **Obreras** (machos y hembras) que son individuos inmaduros y no reproductivos con diferentes tareas como construir, ampliar y reparar el nido, cuidar los inmaduros, alimentar a los soldados reina y el rey entre otras funciones. C) **Soldados** es la casta formada por ejemplares que alcanzan un gran desarrollo mandibular con el fin de protección a la familia del ataque de otros insectos como hormigas. Estos son ciegos, ápteros y no pueden alimentarse por sí solos. D) **Reproductores Neoténicos** (igual secundarios, terciarios sexuales suplementarios) son termitas reproductoras machos y hembras que pueden reemplazar a la reina y el rey cuando estos desaparecen.

I.3.1 Especies de termitas

Cryptotermes brevis termita de los muebles (Familia Kalotermitidae). Insectos de tamaño pequeño, cuerpo alargado, color blanco crema de unos 5mm de largo, viven en madera seca y no tienen hábitos subterráneos. El vuelo es en el mes de diciembre en la zona central del país. La presencia de este insecto es considerada la plaga más perjudicial de termitas a nivel mundial en donde causa un gran daño económico a las maderas en donde se establece. Puede atacar muebles, casas, casas consideradas monumentos nacionales sufren un gran daño por la presencia de esta especie de termita.

Neotermes chilensis termita chilena hormiga blanca (Familia Kalotermitidae) puede atacar duraznero, madera y vid, edificaciones y árboles nativos. El vuelo (enjambrazón) ocurre desde diciembre hasta febrero. Es una especie cuarentenaria para Estados Unidos en donde se ha detectado en cajas de hortalizas u fruta de exportación. Son atraídas a la luz. Está presente de la III a la V Región aunque algunos autores la registran para La Araucanía.

Porotermes quadricollis Termita de la madera húmeda (Familia Termopsidae). Ataca madera, árboles en pie, casas que presenten un elevado contenido de humedad. Corresponde a la especie con mayor distribución el país de la V a la XI regiones. Los vuelos



de los reproductores ocurren aproximadamente desde el 20 de enero en adelante. El daño de especie no es visible, excepto cuando las paredes, pisos y otras estructuras colapsan. No hay estudios del daño o impacto económico que causa esta especie, aunque en la ciudad de Temuco el autor del presente informe la ha registrado en muebles de exportación dado que es una especie fuertemente atraída a la luz.

Reticulitermes flavipes termita subterránea Familia Rhinotermitidae. ES una termita cuyas colonias se establecen casi toda en bajo el suelo, de allí su nombre común, lo que hace que su control sea difícil. Esta es una especie cosmopolita que ingresa al país en 1986 en la Región Metropolitana. Actualmente está presenta en la V, Región Metropolitana y en la VI Región. Esta especie puede ser transportada en madera, plantas ornamentales, durmientes y muebles.

I.4. Orden Blattodea

Cuadro 2: Orden Blattodea

Familia	Especie	Nombre común	Distribución Regional en Chile	Alimentación
Blattidae(Cucarachas, baratas)	<i>Blatta orientalis</i>	Barata oriental	Todo el país. Cosmopolita	Omnívoros
	<i>Periplaneta americana</i>	Barata grande americana	I a II Región. Cosmopolita	Omnívoros
	<i>Periplaneta australiaseae</i>	Barata australiana	Todo el país. Isla de Pascua. Cosmopolita	Omnívoros
	<i>Periplaneta brunnea</i>	Barata grande café	Cosmopolita	Omnívoros
Blatellidae (Cucarachas, baratas)	<i>Blatella germanica</i>	Barata germánica	Todo el país. Cosmopolita	Omnívoros



Las baratas (O cucarachas) se han esparcido por todo el mundo en áreas con temperatura adecuada. Los lugares habitados por el hombre son adecuados para su desarrollo. Son consideradas como insectos primitivos cuyo origen se remonta al Carbonífero hace unos 250 millones de años y con muy pocas modificaciones actuales. Existen unas 3.500 especies de cucarachas en el mundo y la mayoría de ellas vive al aire libre. Solo unas pocas viven al interior de los hogares y almacenes, restaurantes, hoteles y hospitales en donde se les consideran entre otras cosas vectores de enfermedades como *Pseudomonas aeruginosa*, bacilo Gran negativo.

Consumen una variada gama de alimento, tales como alimentos desechados, productos farináceos, leche en polvo, alimentos concentrados, etc. Necesitan abundante cantidad de agua para beber, por lo que, aparecen en desagües bajo las cocinas. También aparecen en ropas debidos probablemente a la grasa en la misma. Además consumen escamas de piel, larvas de pulgas, polillas de ropa y todo lo que puedan alcanzar.

Su importancia radica en que su presencia obliga a realizar desinsectaciones periódicas en los lugares públicos, así como, en barcos, bodegas, restaurantes y hogares. En todos los países con normas sanitarias, es obligatorio el control de roedores e insectos, en particular en aquellos lugares en donde se preparan y venden alimentos. Los costos del control son elevados y los planes de exterminio complejos, sobre todo, por la resistencia de estos insectos a los plaguicidas y al hábito de la tigmotaxia que presentan al momento del reposo. Esto insectos, también tiene implicancia internacional cuando aparecen en los productos de exportación.



I. 5. Pulgas y piojos en Chile Orden Phthiraptera y Siphonaptera

Cuadro 3. Especies de piojos y pulgas

Orden Phthiraptera (piojos mordedores y chupadores)				
Familia	Especie	Nombre común	Distribución Regional en Chile	Alimentación
Haematoponidae	<i>Haematopinus suis</i> (Lineo)	Garrapata del cerdo, piojo del cerdo	Cosmopolita, donde se producen cerdos	Produce pérdida de peso de los animales y costo de aplicaciones en su control
Linognathidae	<i>Linognathus pedalis</i> (Osborn)	Piojo de la oveja	Sigue la distribución de su hospedero. Cosmopolita	Irrita a su hospedero y este se golpea las patas perdiendo peso
Menoponidae	<i>Menacanthus stramineus</i> (Nitzch)	Piojo masticador grande de las aves	Cosmopolita, presente donde se crían aves de corral	Altas densidades del piojo pueden producir hasta un 18% de pérdidas
	<i>Menopon gallinae</i> (Lineo)	Piojillo de las gallinas	Cosmopolita, presente en todos los criaderos de aves	Considerada la especie más dañina de los, puede causar pérdida de plumas, peso y menor producción de huevos
Pediculidae	<i>Pediculus humanus</i> Lineo	Piojo del hombre, piojo del cuerpo, piojo de la	Cosmopolita	Ataca a todas las razas del hombre, especialmente



		ropa.		personas desaseadas.
Phthiridae	<i>Phthirus pubis</i> (Lineo)	Ladilla	Cosmopolita	El hombre. Produce problemas puntuales
Trichodectidae	<i>Trichodectes canis</i> (De Geer)	Piojo masticador del perro	Cosmopolita, sigue la distribución de su hospedero	Especie de poca importancia
Orden Siphonaptera (Pulgas)				
Pulicidae	<i>Ctenocephalis canis</i> (Curtis)	Pulga del perro	Cosmopolita, sujeta a la distribución del hospedero	Ataca, gallina, lobo, perro, ratas, zorro entre otros, en general es un parásito poco específico
	<i>Ctenocephalides felis</i> (Bouché)	Pulga del gato	Cosmopolita, vive donde se encuentra su hospedero	Felinos en general y otros hospedero, especie polífaga
	<i>Pulex irritans</i> Lineo	Pulga del hombre	Cosmopolita	Ataca una gran cantidad de hospederos
	<i>Xenopsylla cheopis</i> (Rothschild)	Pulga del ratón	Cosmopolita, donde se encuentra su huésped	Todas las especies de ratas y ratones
	<i>Tunga penetrans</i> (Lineo)	Nigua	Cosmopolita	Una gran cantidad de animales domésticos y silvestres.

I.6.1 Piojos. Hoy se reconocen un solo orden que junta a los órdenes Anoplura (piojos chupadores) y Mallophaga (piojos masticadores). Los piojos, son insectos especializados en la vida ectoparásita, son ápteros con ninfas similares a los adultos. No soportan bajas temperaturas, siendo la que existe a nivel de la piel, cubiertas de pelos o plumas la adecuada. Cuando el hospedero muere, es abandonado inmediatamente buscando uno



nuevo. La infestación del hospedero ocurre por contacto directo. Muchas especies transmiten enfermedades, como el tifus en humanos, el tifus murini y varias otras enfermedades.

I.6.2 Pulgas orden Siphonaptera. ES un grupo con pocas especies a nivel mundial. Tienen en cuerpo duro y los machos, más pequeños que las hembras. Bien adaptados para la vida parasita, sobreviviendo, largos periodos sin alimentación. El ciclo de desarrollo es del tipo holometábolo (huevo, larva, pupa y adulto). Las larvas se alimentan de materia orgánica, mientras que los adultos lo hacen de sangre. Las temperaturas inferiores a 4 °C, matan a las pulgas, en especial, a aquellas que no están protegidas, por lo que las temperaturas para eliminar pulgas deben ser suficientemente bajas, inferiores a -10°C.

I.7 Orden Hymenoptera:

En Chile, a nivel de hogares, edificios y otras construcciones solo existen dos especies de himenópteros que pueden constituir plaga. Una es *Vespula germánica* (F.) y *Polistes dominulus* Christ (Ambas especies de la familia Vespidae). Consideradas plaga en frutales, hostilizas, y sobre todo dentro y fuera de los hogares en donde, construyen sus nidos, causando importantes problemas, tales como, picaduras, destrucción de los materiales de construcción, Etc. En particular, la chaqueta amarilla (V. germánica) es considerada, como la más peligrosa de las dos, por alimentarse de carne, miel, azúcar, frutos, además de la capacidad de picar y morder a los animales domésticos y personas, hacen de esta especie, un insecto peligroso. En esta caso en particular, las temporadas invernales, solo sobrevive las reinas.

I.8. Insectos y ácaros que atacan tela

Los insectos que atacan telas son importantes debido a su capacidad de diferir y utilizar Queratina como fuente energética provocando con ello grandes daños económicos año a año tanto a empresas como a hogares, dado que atacan todo tipo de telas, abrigos, suéteres y cualquier producto que contenga lana. También, productos de cuero, plumas, colecciones de insectos y alimentos almacenados pueden ser objeto de fuertes ataques. Los insectos corresponde a

Cuadro 3: Insectos que atacan telas



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Lepidoptera (Polillas)	Tineidae	<i>Tinea pelionella</i> L.	Polilla de la ropa	Cosmopolita. Chile I a XII. Islas Juan Fernández
	Tineidae	<i>Tineola bisselliella</i> (Hummel)	Polilla de la ropa	Cosmopolita. Chile Región Metropolitana
	Tineidae	<i>Trichophaga tapetzella</i> (L.)	Polilla de las alfombras	Cosmopolita. Chile Islas Juan Fernández
Coleoptera (escarabajo)	Dermestidae	<i>Anthrenus verbasci</i> (L.)	Gorgojo de las alfombras	V a X Regiones, cosmopolita
		<i>Attagenus megatoma</i> (F.)	Gorgojo negro de las alfombras	II Región, cosmopolita
Hemiptera	Cimicidae	<i>Cimex lectularius</i> (L.)	Chinche de cama	Cosmopolita distribuido en todo Chile

Tineola pelionella plaga conocida como polilla de las telas, con adultos de cuerpo pequeño, con poca capacidad de vuelo. Su nombre es debido a que la larva se desplaza transportando un saco o estuche el que aumenta de tamaño conforme va creciendo la larva. La hembra pone los huevos directamente sobre los tejidos en grupos de 35 a 50 huevos que emergen a los 5 a 7 días. La larva puede atacar queratina, plumas, lana, cadáveres, pieles entre otros. Los adultos miden de 10 a 10.5 mm y viven unos 8 días, estos adultos no se alimentan

Tineola bisselliella, la polilla tejedora adulta mide unos 7 – 8 mm. Las larvas miden de 13-13 mm cuando adultas, construyen una especie de manta de seda y se alimentan de lana, es común encontrarla alimentándose de cuellos, puños y otras partes de la ropa. Al igual que *T. pelionella* puede tener varios ciclos de desarrollo en la temporada

Trichophaga tapetzella, es una especie cosmopolita, que vuela durante la primavera y verano cuyas larvas atacan pieles de animales, nidos de aves, prendas de vestir y cubiertas de muebles hechas con cuero.

Anthrenus verbasci, pequeño escarabajo de 0.6 mm de largo con una coloración variables de manchas de color blanco, amarillo y marrón. Las hembras depositan unos 50 huevos cerca de donde se alimentarán las larvas. Esta especie al estado larvario puede infestar



alfombras, tapicería, colchas, pieles, suéteres, abrigos, insectos de colección y productos cárnicos entre otros. El daño es grande y se destacan por la presencia de las exuvias (mudas) que dejan las larvas al momento de las mudas. Estos insectos llegan al interior de casas y edificios en flores que se ponen en floreros como adornos. Cuando las larvas no encuentran alimento tienen como respuesta presentar una gran cantidad de mudas acumulando las exuvias en dónde e están las larvas, pueden estar hasta un año sin alimento.

Attagenus megatoma, ciclo de vida muy parecido a *Anthrenus*, pero que en nuestro país está hasta ahora distribuida en la II región, especie cosmopolita que necesita de nuevos estudios científicos para ver su actual distribución el país. También es una especie con una única generación dato este último que debe confirmarse. También puede presentar una alta resistencia a la falta de alimentación, esto se nota por la gran cantidad de mudas que dejan en el entorno.

Cimex lectularius, es una especie cosmopolita, que había desaparecido como problema en los países desarrollados, pero con el aumento de viajes y el turismo, ha cobrado nuevamente importancia a nivel mundial, en donde ha vuelto a ser una plaga importante por el intercambio internacional.

Las picaduras provocadas por los chinches de cama no son dolorosas, una persona puede recibir unas 50 picaduras en una noche, pero estas provocan comezones violentas acompañadas de lesiones cutáneas inflamatorias. No existe tratamiento exclusivo contra las picaduras, estas desaparecen solas después de unas dos semanas.

El principal problema que está causando la presencia de este insecto es la dificultad que tiene su control al presentar resistencia a los insecticidas aplicados. Por lo anterior, controlar a los chinches es difícil, a pesar, de hacer un aseo del hogar exhaustivo del hogar.

I.9. Arañas en las casas

Chile, no es un país, con grandes problemas de arácnidos. Sin embargo, existen dos arañas particularmente peligrosas que son las conocidas arañas del rincón y la del trigo. Ambas especies en el tiempo han cobrado varias víctimas fatales.



Tenemos la araña del rincón *Loxoceles laeta* (Familia Sicariidae), sin duda, la araña más mortal en Chile al interior de los hogares. Habita desde la primera a la décima regiones. Mide entre uno a dos centímetros y es de tonalidad cafésosa. Habita las casas escondiéndose en cortinas, detrás de los cuadros, grietas y rincones. Es de hábitos nocturnos. No es una araña agresiva, pero al aplastarla o tocarla, se defiende mordiendo e inyectando su veneno. Su mordedura produce una brusca sensación punzante en la piel y un profundo dolor desde el momento mismo de la mordedura, seguida de una hinchazón en la zona afectada. Pudiendo en algunos casos, producir la muerte de la persona afectada.

El veneno de la araña es potencialmente mortal de acción proteolítica y necrótica (Disuelve los tejidos por muerte celular). Su picadura puede llegar a producir un shock anafiláctico. El veneno puede producir hematuria, fiebre, anemia hemolítica, leucocitosis y otros problemas, siendo uno de los más graves, el hecho que el tejido que fue mordido muere sin posibilidad de recuperación. La otra especie de araña peligrosa en Chile, es la conocida, araña del trigo (*Latrodectus mactans*) que ni vive al interior de las casas.

I.10. Insectos que infestan granos y productos almacenados

En Chile, tenemos una larga lista de insectos que atacan granos almacenados, tanto de leguminosas, cereales y harinas entre otros, los cuales, causan grandes pérdidas en estos productos debido a la alimentación y contaminación del producto, con mudas y desechos producidos. Estos insectos obligan a aplicar insecticidas en forma intensiva, causando problemas de contaminación, y sobre todo, resistencia de estos insectos a los plaguicidas, con la dificultad que ello implica en su control, que además de ser difícil, lo hacen, cada vez, más caro.



Cuadro 4: Principales plagas de los productos almacenados

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Coleoptera (escarabajos)	Curculionidae	<i>Sitophilus granarius</i>	Gorgojo del trigo	Todo el país, cosmopolita
	Curculionidae	<i>S. oryzae</i>	Gorgojo del arroz	Cosmopolita, en casi todo el país
	Curculionidae	<i>S. Zeamais</i>	Gorgojo del maíz	Desde la I a la IX Regiones. Cosmopolita
	Bruchidae	<i>Bruchus pisorum</i>	Bruco de la arveja	Zona Central y sur del Chile. Cosmopolita
		<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Bruco del poroto	Zona Central. Cosmopolita
	Tenebrionidae	<i>Tribolium confusum</i> y <i>T. castaneum</i>	Gorgojos de la harina	Zona Central y Sur. Cosmopolita
		<i>Oryzaphilus surinamensis</i> y <i>O. mercator</i>	Gorgojos dientes de sierra	Norte, zona central y sur de Chile. Cosmopolita
		<i>Cryptolestes ferrugineus</i> , <i>C. pusillus</i> y <i>C. turcicus</i>	Gorgojos planos de los granos	Todo el país. Cosmopolitas
	Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i>	Gorgojo del tabaco	Zona Central y Sur. Cosmopolita
		<i>Stegobium paniceum</i>	Gorgojo de las drogas y Gorgojo del pan	Todo el país. Cosmopolita
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Sitotroga cerealella</i>	Polilla de los cereales	Zona norte, central y sur de Chile. Cosmopolita
	Pyralidae	<i>Ephestia kuehniella</i>	Polilla mediterránea de la harina	Todo el país. Cosmopolita
		<i>Plodia interpunctella</i>	Polilla india de la harina	Todo el país. Cosmopolita



I.11 Garrapatas (Ácaros IXODIDAE)

A nivel mundial, son más de 800 las especies de garrapatas, de las cuales, al menos unas 58 parasitan perros, de estas seis se encuentran atacando perros en Chile. Las garrapatas constituyen los parásitos externos más comunes y dañinos para nuestras mascotas, produciendo un molesto picor y generan una infección e irritación de la piel de los perros.

Dentro de las garrapatas, los géneros más comunes corresponden a *Amblyoma*, *Haemaphysallis*, *Hyalosoma*, *Ixodes* y *Rhipicephalus*. Uno de los lugares preferidos por las garrapatas en perros corresponde a la parte posterior de las orejas y cuello en donde la piel es más fina.

Uno de los síntomas del perro es rascarse fuerte y continuamente, tanto con sus patas como sus dientes para poder eliminar al parásito. EL efecto de las garrapatas es la transmisión de varias enfermedades al animal. En general, las garrapatas no son resistentes a las bajas temperaturas, en donde además de ralentizarse su crecimiento, temperatura inferiores a cero grados Celsius producen elevada mortalidad.

I.12. Influencia de la temperatura en los insectos

En términos generales, el clima es uno de los principales componentes del ambiente, en el cual, se desarrollan la vida de las distintas especies animales.

El término clima, tiene en ecología un significado técnico que difiere en puntos importantes de su uso normal. Esta acepción, está más restringida que el vulgar, ya que bajo este planteamiento se consideran aquellos estímulos, que son la temperatura, humedad y el fotoperiodo que provocan en los animales diferentes respuestas fisiológicas.

La influencia del clima sobre la posibilidad que tiene un insecto de sobrevivir y reproducirse, puede ser descrita con una curva gaussiana, en que dicha posibilidad aumenta al principio, según se incrementa la actividad del clima desde un grado desfavorable, para pasar a un óptimo y luego a uno perjudicialmente alto.

Al ser los insectos, animales poiquilotérmicos, es decir, su temperatura corporal depende del ambiente, es obvio pensar, que dentro del papel que juega la climatología en su desarrollo, sea el factor más importante en cuanto su incremento y desarrollo.

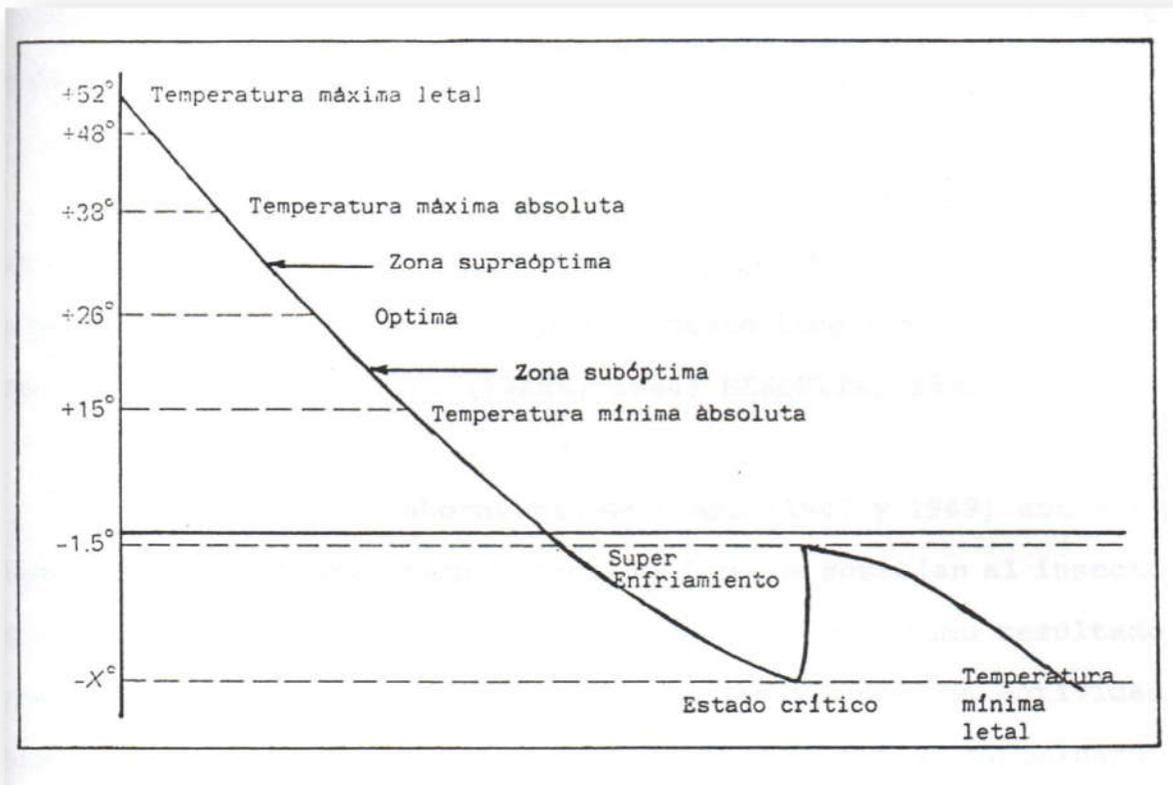


Figura 1: Límite de temperatura (Grados Celsius) en relación a los insectos .

De manera general, los insectos pueden desarrollarse mejor a una temperatura de 25°C, denominada temperatura óptima, que corresponde a aquella temperatura en que los



insectos se desarrollan a máxima velocidad. Así mismo, pueden crecer en torno a los 12 - 15°C (, en donde su desarrollo es muy lento y recién, comienzan a activarse como límite inferior y 38°C como temperatura máxima absoluta en las cuales los insectos están activos.

Por encima de los 38 grados Celsius, los insectos están en estivación y sobre los 48°C sobreviene la muerte.

De modo análogo, debajo de los 12° C, los insectos entran en un estado de hibernación temporal, y que bajo cero, comienzan a congelarse los tejidos corporales, hasta llegar a – 20°C en los cuales, ocurre la muerte.

Los insectos en su respuesta a las temperaturas que caen fuera de sus zonas favorables, pueden responder de la siguiente manera:

- a) Que haya diapausa
- b) que cortas exposiciones a temperaturas extremas pudiesen provocar posteriormente mayor capacidad del insecto para desarrollarse a temperaturas favorables y
- C) Que cortas exposiciones a temperaturas extremas pudieran entorpecer posteriormente el normal desarrollo del insecto, incluso causar daño si las exposiciones son prolongadas.

Así se ha observado que para *Sitophilus oryzae* se le aumentaba la temperatura, su periodo de desarrollo se hacía, más corto. Pero cuando se aumentaba o disminuía la temperatura de manera considerable ocurrió una elevada mortalidad en la población del insecto.

Se observó también que cuando el bruco del poroto se le sometía a extremos de temperaturas altas y bajas, los insectos dejaban de poner huevos. Muchos son los trabajos sobre el efecto de las bajas y altas temperaturas sobre diferentes especies de insectos, concluyendo en todos, que las temperaturas producen disminución del número de huevos, ciclos de vida más cortos, esterilidad y elevada mortalidad. En general, a los insectos, les es más fácil sobrevivir a bajas temperaturas que a altas en exposiciones



cortas de tiempo, pero cuando estas temperaturas son inferiores a -10°C , comienzan altas mortalidades en las poblaciones de insectos y los que logran sobrevivir, tienen menor expectativa de vida y una menor ovoposición. La literatura en este aspecto es abundante u clara respecto al efecto de las temperaturas sobre los insectos.

Sin embargo, la literatura respecto al efecto de la nieve carbónica sobre el control de plagas, es escasa, y los trabajos que aparecen en internet corresponden a páginas web comerciales, que no pueden ser citadas en el presente informe, pero todas ellas, señalan sobre el control de plagas con esta metodología es factible, pero no hay reportes científicos sólidos al respecto.

Finalmente, los insectos están preparados para resistir bajas temperaturas inferiores a los 12 grados Celsius bajo cero, si este enfriamiento es paulatino. Pero si las temperaturas bajas ocurren en un corto tiempo, de menos de un minuto hasta unos cinco y por bajo los 50 grado Celsius, ocurre un congelamiento de los sistemas vitales y musculares de los insectos que les causa la muerte, casi instantánea, o bien, si logran sobrevivir a dichas exposiciones, los insectos no tienen buen comportamiento reproductivo o viven muy poco tiempo como adultos, no alcanzándose a reproducir normalmente.

Por lo anterior, el presente estudio tiene por objetivo general, evaluar y determinar el efecto que tiene la nieve carbónica sobre diferentes poblaciones de insectos y arañas. Por objetivos específicos 1) Determinar efecto letal de la nieve carbónica sobre diferentes especies de insectos plaga 2) Determinar otros efectos deletéreos de la nieve carbónica de poblaciones de insectos sometidos a diferentes tiempos de exposición a la nieve carbónica de especies plaga presentes en edificios, bodegas, hoteles, hospitales y casas. Y3) determinar el tiempo de exposición para matar la mitad de la población plaga (dl_{50}).

I.13. Efecto bajas temperaturas sobre el crecimiento de hongos y bacterias



Cada especie de microorganismo tiene un rango óptimo de temperatura para su desarrollo y crecimiento (termófilia). Sobre la base de estos requerimientos, son clasificados en

Cuadro 6 Clasificación microorganismos según rango de temperaturas

Clasificación	Rango de temperatura mínima (°C)	Rango de temperatura para un crecimiento óptimo	Rango de temperatura máxima
Psicrófilo	-3 a 5	De 15 a 20	30 - 35
Mesófilo	5 a 15	De 30 a 37	35 - 47
Termófilos	40 a 45	De 50 a 60	60 a 90
Psicótrófo	-5 a 5	De 25 a 30	30 a 35

El crecimiento de los microorganismos se encuentra influenciado por varios factores. Entre los que se cuentan la aireación y la temperatura (Cuadro 6), siendo en el caso particular de la temperatura donde ellos pueden vivir y crecer. Sobre estos rangos inferior y superior de temperatura, los microorganismos, no son capaces de sobrevivir o bien desarrolla estrategias para su sobrevivencia. Este margen, está fuertemente influenciado por este factor. Sobre estos rangos de temperatura tanto mayor como menor no pueden vivir, inclusive, sobreviene la muerte.

La temperatura, es uno de los factores ambientales más importantes que condicionan el crecimiento y supervivencia de los microorganismos. Esta, afecta la velocidad de crecimiento con un minimun, optimun y maximun (Puntos cardinales) en los



cuales, las bacterias pueden crecer y desarrollarse. Por encima de estas, no hay crecimiento.

Las bajas temperaturas (por debajo de la temperatura mínima), en general, no causan mortalidad alta en los microorganismos, a excepción que estas temperaturas lleguen al punto de congelación rápidamente, en donde se produce una elevada mortalidad, debido, principalmente a los cristales de hielo que se forman al interior de las células. Si la congelación ocurre lentamente, los microorganismos pueden sobrevivir a esta situación. Por tanto, el congelamiento rápido es más mortal que el lento, existiendo una velocidad óptima. Cuando un bacteria se enfría rápidamente a -35°C se producen cristales de hielo que provocan daños irreversibles una vez que la muestra se descongela.

En general, la congelación es aplicada en laboratorio para preservar muestras bacterianas por largo tiempo, en la medida que esta congelación, sea un proceso lento, usando nieve carbónica (-78°C) o nitrógeno líquido (-180°C) para una buena conservación.

II: MATERIAL Y MÉTODOS

La máquina Tempano (Generador de Nieve Carbónica), puede congelar desde -50°C hasta -78°C en unos 10 segundos en donde logra el congelamiento total.

En base a lo anterior, se plantea que: **Es posible eliminar poblaciones de insectos plaga como baratas, insectos de granos almacenados, avispas peligrosas, moscas, chinche de cama, ácaros (garrapatas) y microorganismos (bacterias y hongos) mediante la aplicación de nieve carbónica (-50°C a -78°C) en un corto tiempo (segundos), logrando mortalidades que superen el 95%.**

Para lo anterior, se plantean los siguientes objetivos:



- Determinar el efecto de tres tiempos de aplicación de nieve carbónica (5,30 y 60 segundos) hasta los -78°C sobre insectos plagas de granos almacenados.
- Ver el posible efecto de la aplicación de nieve carbónica sobre la germinación de las semillas de cereales y leguminosas sometidas a aplicación de la nieve carbónica.
- Determinar el efecto de mortalidad de la nieve carbónica sobre Chinche de cama, avispas, baratas, insectos de que infestan telas y lana, arañas y garrapatas.
- Determinar la mortalidad sobre termitas y coleópteros xilófagos.
- Determinar el efecto de mortalidad de la nieve carbónica sobre hongos y bacterias.

La metodología a aplicar, será la aplicación directa sobre los organismos antes mencionados con cinco repeticiones por cada objetivo.

Los análisis estadísticos a aplicar serán análisis de la varianza y test de Tukey para ver las diferencias entre los tratamientos.

III Referencias Consultadas

Artigas, J. 1994 Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal y médico veterinario (nativas, introducidas y susceptibles de ser introducidas) Vol I. Ediciones Universidad de Concepción. Editora Aníbal Pinto S. A. Concepción, Chile. 1126p.

Artigas, J. 1994 Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal y médico veterinario (nativas, introducidas y susceptibles de ser introducidas) Vol II. Ediciones Universidad de Concepción. Editora Aníbal Pinto S. A. Concepción, Chile. 9436p.



Agrios, C. 2002. Fitopatología. Limusa

Barriga, J.; Curkovic, T., Fichet, F.; Henríquez, J. y J. Macaya 1993. Nuevos antecedentes de coleópteros xilófagos y plantas hospederas en Chile, con una recopilación de citas previas. Revista Chilena de Entomología 20:65-91

Cisneros, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Visitado 15 mayo 2017. Disponible <http://www.avocadosource.com/books/Cisnerosfausto/CPA-10pdf>

Dajoz, R. 2001. } Entomología Forestal: los insectos y el bosque. Mundi Prensa. Madrid España 548p.

Dell'Orto, H. Insectos que dañan granos y productos almacenados. FAO. INIA LA Platina. SANTIAGO, Chile. 146p.

Elgueta, M. 1993. Las especies de Curculionioidea (Insecta: Coleoptera) de interés agrícola en Chile. Publicación ocasional N° 48. Museo de Historia Natural. Chile 79p.

Estay, P.; Ripa, R.; Gerding, M; Araya, J. y T. Curkovic 2008 Manejo integrado de la avispa chaqueta amarilla *Vespula germánica* (Hymenoptera: Vespidae) Boletín INIA 174. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 74p.

González, R. 1989. Insectos y Ácaros de Importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Universidad de Chile. Ograma S.A. Santiago, Chile. 310p.

González, D 2014]El cambio climático y su efecto sobre los organismos. Visitado 10 de junio 2017. Disponible en: http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/17_micro.htm

láñez, E. 1998 Acción de los agentes físicos sobre las bacterias. Visitado 15 jino 2017 disponible en: http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/17_micro.htm

Kettle, D. 1994. Medical and Veterinary Entomology. " Edition. CABI Publishing. Queensland Australia. 725p.

Llanfranco, D. y C. Ruiz 2010. Entomología Forestal. Imprenta América, Valdivia, Chile. 485p.

Mourier, H.; Winding, O. y E. Sunessen. 1978. Guía de los animales parásitos de nuestras casas. Omega. Barcelona, España 223p.



- Muñoz, L.; M. Casanueva. 2002 Garrapatas (Acari: Ixodidae) en perros de la ciudad de Concepción, Chile. Archivos de Medicina Veterinaria 34(1):1-4
- Prado, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA La Platina. Boletín Técnico N° 169. Santiago, Chile. 203p.
- Ramírez, J. C. y D. Llanfranco 2001. Descripción de la biología, daño y control de las termitas: especies existentes en Chile BOSQUE 22(2): 77-84
- Rebolledo, R. 1994. Estudio del Comportamiento de *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) en condiciones de bajas temperaturas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España 190 p.
- Ripa, R. y P. Lophichini 2004 Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: Especies, Biología y Manejo. Colección Libros INIA N° 11. Imprenta Salesianos S. A. Santiago, Chile. 147p.
- Rojas, E. y R. Gallardo 2004. Manual de insectos asociados a maderas en la zona sur de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. División Protección Agrícola. Proyecto Vigilancia y Control de Plagas Forestales. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 64 p.
- Salas, C. y P. Larraín. 2012. Identificación y Control Integrado de moscas con importancia médica y Veterinaria presentes en la Región de Arica y Parinacota, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Intihuasi. La Serena, Chile.
- Velázquez, C. y Dell'Orto 1983. Distribución e importancia de los insectos que dañan granos almacenados en Chile. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA La Platina. Santiago, Chile. 68p



III. Metodología ensayos

Dado que en ciertos lugares, no es posible realizar ensayos como hospitales, restaurante y otros, se seleccionaron los insectos y ácaros (Cuadro 6) con un enfoque de plagas de frutales, granos almacenados recolectados en las cercanías de la ciudad de Temuco. El caso particular de la garrapata del perro, se trajeron 78 ejemplares de la ciudad de Santiago.

Cuadro 7 Insectos y ácaros usados en el ensayo:

Especie	Orden y Familia	Nombre común	Condición	hospederos
<i>Aegorhinus superciliosus</i>	Coleoptera: Curculionidae	Burrito del frambueso. Especie nativa	Plaga primaria en frutales menores y avellano europeo. Especie de difícil control químico y muy en particular al momento de la floración, en donde se deben cuidar los	Frutales menores y, avellano europeo; especies nativas



			insectos polinizadores.	
<i>Aegorhinus nodipennis</i>	Coleoptera: Curculionidae	Burrito del frambueso. Especie nativa	Plaga primaria en frutales menores. Especie de difícil control químico y muy en particular al momento de la floración, en donde se deben cuidar los insectos polinizadores.	Frutales menores, avellano europeo, especies nativas
<i>Sitophilus granarius</i>	Coleoptera Curculionidae	Gorgojo del trigo. Especie cosmopolita	Importante plaga de granos almacenados	Todo tipo de cereales almacenados.
<i>Tribolium castaneum</i>	Coleoptera Tenebrionidae	Gorgojo de la harina. Distribución cosmopolita	Plaga primaria en harinas y otros productos almacenados	Productos almacenados.
<i>Macrosiphum rosae</i>	Hemiptera: Aphididae	Pulgón del rosal. Distribución cosmopolita	Plaga importante en rosales.	Rosal.
<i>Blatella germanica</i>	Blattodea: Blattellidae (cucaracha)	Polífago	Plaga en almacenes, restaurantes,	Plaga miscelánea



	alemana		hospitales, etc. Distribución cosmopolita	
<i>Blatta orientalis</i>	Blattodea: Blattidae Barata (cucaracha) oriental	Polífago	Plaga en almacenes, restaurantes, hospitales, etc. Distribución cosmopolita	Plaga miscelánea
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Orden Ixodida Superfamilia Ixodoidea	Hematófago. Distribución cosmopolita	Importante parásito en perros	Hematófago. Ataca animales de casas

Metodología, para el caso de *Aegorhinus superciliosus* y *A. nodipennis*, se contó con 200 ejemplares de cada especie, dispuestos en 10 unidades de muestreo (cajas de helado de 1 litro de capacidad) con 10 ejemplares por unidad experimental más 10 repeticiones.

En el caso de *Sitophilus granarius*, se montaron 10 unidades muestrales con 100 adultos cada uno (caja de helados transparente de 1 litro) más el testigo.

Para *T. castaneum*, también se aplicaron diez repeticiones con 100 ejemplares por repetición (En cajas de helado transparente de 1 litro) más el testigo y sus diez repeticiones.

Para el caso particular de Baratas, se contó con 100 ejemplares de cada especie (Cuadro 6), para lo cual, se dividieron en 10 unidades de muestreo por especie (*Blatta orientalis* y



Blatella germanica) con 10 ejemplares por unidad. De las cuales, cinco se sometieron a frío y cinco quedaban como testigo.

Finalmente, en el caso de la garrapata del perro los 78 ejemplares se dividieron en dos grupos de 39 cada uno. A un grupo, se le aplicó el tratamiento quedando el otro como testigo.

Todos los tratamientos fueron aplicados por medio minuto, una vez que la maquina tiraba correctamente el hielo seco. Una vez, hecha las aplicaciones, se revisaba a la hora, a las dos horas, 6 horas, 12 horas y pasadas 24 horas para asegurarse de la mortalidad fuera causada fuera por el tratamiento, y no por la costumbre de algunas especies de hacerse los muertos cuando están enfrentados a peligro (tanatosis o tanacitosis), o bien, que los insectos sola podrían esta aparentemente muertos aletargados por el frío.

Paralelo con lo anterior, el día 22 de noviembre, se aplicó por medio minuto el hielo seco directamente sobre cultivos de pepino de ensalada, frutilla, acelgas, liliun y arándano en un total de 10 plantas por especie cultivada, para ver si había algún efecto detrimental de la nieva carbónica sobre la planta cultivada *in situ*.

Resultados

Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad en el tratamiento y en los testigos

Especie	Tratamiento	Testigo	Diferencias Estadísticas	Observaciones
<i>Sitophilus granarius</i>	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y 100% vivos pasadas 24 horas	Dado el 100% de mortalidad en todas las repeticiones, no se realizó análisis estadístico,	



			pues no existe medias poblacionales que analizar	
<i>Tribolium castaneum</i>	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y 100% vivos pasadas 24 horas	Dado el 100% de mortalidad en todas las repeticiones, no se realizó análisis estadístico, pues no existe medias poblacionales que analizar	
<i>Macrosiphum rosae</i>	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y 100% vivos pasadas 24 horas	Dado el 100% de mortalidad en todas las repeticiones, no se realizó análisis estadístico, pues no existe medias poblacionales que analizar	En esta especie, el tratamiento se hizo al aire libre, con 100 pulgones contados por ramilla de rosa y cinco repeticiones
<i>Blatella germanica</i>	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y	Dado el 100% de mortalidad en todas las	



	repeticiones	100% pasadas 24 horas	vivos 24	repeticiones, no se realizó análisis estadístico, pues no existe medias poblacionales que analizar	
<i>Blatta orientalis</i>	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y repeticiones	100% vivos pasadas 24 horas	Dado el 100% de mortalidad en todas las repeticiones, no se realizó análisis estadístico, pues no existe medias poblacionales que analizar	
Rhipicephalus sanguineus	100% mortalidad en todas las repeticiones	100% vivos en todos los tratamientos y repeticiones	100% vivos pasadas 8 horas	Dado el 100% de mortalidad en todas las repeticiones, no se realizó análisis estadístico, pues no existe medias poblacionales	



			que analizar	
--	--	--	--------------	--

Los resultados son sorprendentes y dado que no hubo medias poblacionales, no fue posible realizar análisis estadístico alguno. Claro está que el tratamiento fue aplicado directamente sobre los insectos, sin duda, que fue una de las razones del notable éxito del estudio.

Lo otro importante de los resultados es, que el tiempo de medio minuto como dosis de aplicación, permitió llegar a todas las especies en estudio, situación que sin dudas, en el terreno, es más difícil, por lo condiciones propias de cada lugar en donde será fundamental asegurarse de un muy buen cubrimiento de las plagas objetivo a controlar, además que algunas especies como las baratas al ser muy rápidas, es probable que alcancen a escapar, o en el caso de especies de granos almacenados, muchos ejemplares al vivir dentro de los granos, no les llegue el suficiente frío como para ocasionales la muerte. De allí la importancia de la bodega y de la calidad de la aplicación harán que esta técnica funcione muy bien o que la aplicación resulte defectuosa.

Otro aspecto importante es que para este sistema de control, no existe probabilidad de que aparezcan poblaciones resistentes al frío, sobre todo, cuando la temperatura baja abruptamente sobre 30 o más grados bajo cero en un tiempo muy breve como fue el ensayo.

Respectos de la aplicación directamente al cultivo en el campo, las plantas no presentaron daño alguno en comparación a las que se usaron como testigo. Por lo tanto, este sistema puede ser aplicado directamente en campo sin dañar al cultivo.



Conclusiones

- Bajo las condiciones en que se realizó el ensayo se concluye que el sistema de control con nieve carbónica logra resultados con una elevada mortalidad con exposiciones de 30 segundos y un muy buen cubrimiento de la plaga.
- Que es una alternativa extraordinaria para insectos y ácaros plaga de almacén, bodega y hospitales en donde se debe extremar la higiene.
- No es un sistema que requiera de carencia (tiempo de la aplicación a cuando se puede entrar al cultivo o sector de aplicación) ni riesgos de contaminación con moléculas extrañas.
- Finalmente, es casi imposible que los insectos y ácaros presenten resistencia a este sistema físico de control, por el hecho de que el congelamiento es menos de 30 segundos, no da tiempo al insecto para prepararse fisiológicamente, como ocurre cuando se prepara para pasar la temporada invernal en diapausa.
- En terreno, se deben hacer más ensayos para afinar la técnica de control, para asegurar que funcione bien bajo estas condiciones al aire libre.

De acuerdo a las condiciones

Ramón Rebolledo Ranz

Dr. Ingeniero Agrónomo

Profesor Entomología Agrícola

Universidad de La Frontera