

FICHA TÉCNICA

***Trogoderma granarium* (Everts, 1899)**

(Coleoptera: Dermestidae)

Gorgojo khapra



Créditos: Harris, 2009.

Versión: 4.0

Diciembre, 2022



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

AVISO

Este documento deja sin efecto versiones anteriores, que se publicaron o compartieron, como parte de las actividades del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria en apoyo a las direcciones de Área de la Dirección General de Sanidad Vegetal; asimismo, se reitera que esta Ficha Técnica refleja información general sobre *Trogoderma granarium* (Everts, 1899).

© 2022 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.gob.mx/senasica>

Este documento fue elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), no está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la DGSV.



CONTENIDO

IDENTIDAD DE LA PLAGA	1
Nombre científico	1
Sinonimia	1
Clasificación taxonómica	1
Nombres comunes	1
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	1
HOSPEDANTES	2
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE RECONOCIMIENTO	4
ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS	6
Ciclo de vida	6
Daños	7
RIESGO DE INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN	12
RIESGO DE ESTABLECIMIENTO	14
Inspección y monitoreo	16
Acciones de contención:	17
Trampeo masivo	17
Confusión sexual	19
Acciones de poscosecha:	19
Control cultural	19
Control biológico	20
Control químico	20
Control físico	20
Tratamientos cuarentenarios:	21
En almacén, silos y empaques	21
En embarques	21
ACTIVIDADES DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA EN MÉXICO	24
Acciones de monitoreo en México	24
Toma y envío de muestra	25
Alerta fitosanitaria	25
LITERATURA CITADA	25



IDENTIDAD DE LA PLAGA

Nombre científico

Trogoderma granarium (Everts, 1899)
(CABI, 2021)

Sinonimia

Trogoderma quinquefasciata Leesberg,
1906.

Trogoderma khapra Arrow, 1917.

Trogoderma koningsbergeri Pic, 1933.

Trogoderma afrum Priesner, 1951.

Trogoderma granarium ssp. *afrum* Attia &
Kamel, 1965.

(CABI, 2021)

Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Dermestidae

Género: *Trogoderma*

Especie: *Trogoderma granarium*

(CABI, 2021)

Nombres comunes

Dermeste de los granos; escarabajo khapra;
gorgojo de khapra; gorgojo khapra. (CABI,
2021).

ESTATUS FITOSANITARIO

De acuerdo con la NIMF No. 8, *Trogoderma granarium* es una Plaga Ausente en México: no hay registros de la plaga (IPPC, 2021). Sin embargo, está incluida en la Lista de Plagas Reglamentadas para México ante la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC, 2015). Asimismo, de acuerdo a la NIMF No. 5, “Glosario de términos fitosanitarios”, *Trogoderma granarium* cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que se encuentra Ausente en el país y puede potencialmente causar pérdidas económicas (IPPC, 2020).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

El gorgojo khapra es nativo del Subcontinente Indio, su distribución actual incluye países en África, Asia, el Medio Oriente y Europa en donde el escarabajo se ha introducido y dispersado a través de la movilización de productos infestados.

De acuerdo con CABI (2021) y EPPO (2021), la distribución actual de *T. granarium*, se muestra en el Cuadro 1 y Figura 1. Asimismo, esta plaga ha sido interceptada en los siguientes países: Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, Luxemburgo, Países bajos y Rusia, Hungría, Italia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Customs and Border Protection, 2017a, b, c, d, y e; Ward, 1965; Pasek, 1998).

Cuadro 1. Distribución mundial de *Trogoderma granarium* (EPPO, 2021).

Continente	País
África	Argelia, Burkina Faso, Egipto, Libia, Mali, Mauritania, Marruecos, Níger, Nigeria, Senegal, Somalia, Sudán, Túnez, Zambia y Zimbabue.
Asia	Afganistán, Bangladesh, India, Irán, Irak, Israel, República de Corea, Líbano, Myanmar, Nepal, Pakistán, Arabia Saudita, Sri Lanka, Siria y Yemen.
Europa	Chipre y Turquía

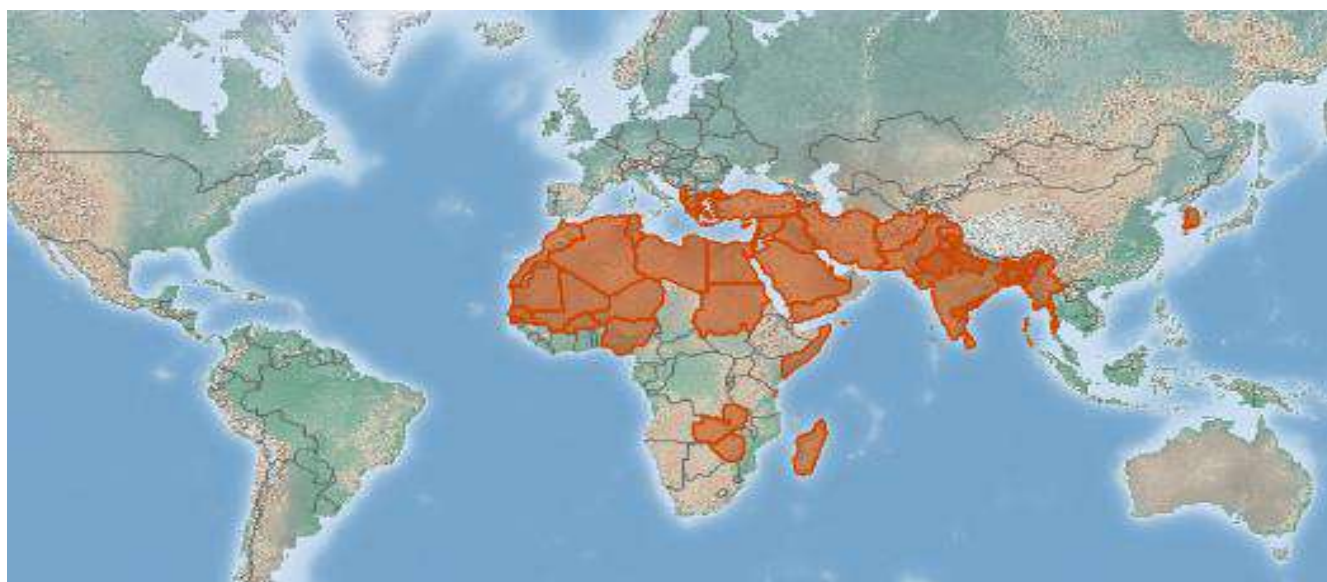


Figura 1. Distribución mundial de *Trogoderma granarium* (CABI, 2021).

HOSPEDANTES

Los hospedantes principales de *T. granarium*, son cereales y sus derivados, legumbres, diversas semillas vegetales, hierbas, especias y varios frutos secos. Puede también desarrollarse en copra y resinas, además de una amplia gama de productos secos de origen total o parcialmente animal, como leche en polvo, pieles, comida deshidratada, sangre seca, insectos muertos y canales de animales disecados (Cuadros 2-3) [IPPC, 2012].

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), durante el ciclo agrícola 2019, la superficie sembrada de granos, cereales, oleaginosas y especias en México fue de 11.5 millones de hectáreas, con un valor de producción superior a los 169 mil millones de pesos (Cuadro 2 y Cuadro 3) [SIAP, 2021 con datos de ciclo agrícola 2019]

Cuadro 2. Estadísticas al 31 de diciembre de 2021 de granos y cereales de importancia económica en México, susceptibles a ser infestados por *Trogoderma granarium* durante su almacenamiento. Crédito: SIAP, 2021.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Valor Producción (miles de Pesos)
Maíz grano	7,472,356.82	7,156,391.29	114,911,058.93
Frijol	1,711,962.51	1,567,339.43	16,907,100.79
Sorgo grano	1,484,126.23	1,453,717.42	17,622,945.99
Trigo grano	567,211.21	561,281.79	14,350,280.80
Cebada grano	366,553.34	357,994.34	4,232,198.45
Algodón hueso	145,885.94	143,981.84	9,003,981.73
Soya	165,539.10	156,979.31	1,944,828.34
Garbanzo grano	62,606.47	62,383.47	1,881,807.71
Avena grano	41,805.96	30,688.96	320,789.30
Arroz palay	49,058.02	47,553.02	1,472,491.00
Haba grano	23,386.83	23,369.83	461,578.42
Semilla de maíz grano	19,568.19	19,568.19	1,475,762.77
Semilla de trigo grano	17,239.45	17,239.45	749,786.70
Semilla de cebada grano	5,628.17	5,628.17	191,007.11
Semilla de avena grano	4,234.14	4,234.14	101,061.81
Sorgo escobero	4,291.89	4,167.89	62,876.87
Arvejón	1,640.07	1,633.07	18,375.80
Garbanzo porquero	1,489.65	1,487.65	4,754.19
Semilla de frijol	2,314.81	2,314.81	105,467.82
Semilla de soya	1,512.77	1,512.77	50,579.75
Semilla de triticales grano	572.21	544.21	24,739.65
Frijol x pelón	361.93	361.93	6,269.29
Maíz palomero	204.66	204.66	4,572.10
Semilla de sorgo grano	110.5	110.5	4,688.20
Centeno grano	9.32	9.32	58.91
Semilla de haba	26.24	26.24	1,463.86
Alpiste	1.93	1.93	16.1
Total	12,149,698.36	11,620,725.63	185,910,542.39

Cuadro 3. Estadísticas al 31 de diciembre de 2020 de oleaginosas y especias susceptibles a ser infestadas por *Trogoderma granarium* durante su almacenamiento. Crédito: SIAP, 2021.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Valor Producción (miles de Pesos)
Ajonjolí	85,470.84	78,694.84	971,996.35
Calabaza semilla o chihua	69,271.44	62,281.44	1,056,184.51
Cacahuete	60,359.80	59,622.55	1,261,255.60
Cártamo	52,767.00	50,414.00	687,051.82
Canola	3,021.02	2,919.02	13,219.53
Amaranto	2,905.03	2,905.03	45,939.09
Albahaca	371.09	370.84	41,953.18
Jengibre	487.25	487.25	88,237.25
Epazote	189.74	189.74	8,331.03
Anís	130.37	130.37	5,011.86
Nabo	140.14	140.14	7,236.41
Especias y medicinales	128.02	128.02	4,063.07
Semilla de cilantro	166.35	166.35	4,543.08
Tomillo	49.33	49.33	2,856.46
Comino	30.1	30.1	1,317.45
Orégano	29.68	29.68	1,682.50
Semilla de girasol	220.64	220.64	4,451.19
Total	275,737.84	258,779.34	4,205,330.38

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE RECONOCIMIENTO

Para la identificación morfológica se recomienda el empleo de las claves de Mound (1989), Haines (1991), Kingsolver (1991), Banks (1994), Háva (2004) o Rees (2004). Los géneros de Dermestidae norteamericanos pueden identificarse con el empleo de la clave de Kingsolver (2002). Las características distintivas de larvas y adultos de *T. granarium*, pueden ser consultadas en las claves

publicadas en los protocolos de diagnóstico de la NIMF No. 27 (IPPC, 2012 y Vega, 2020).

Huevo:

Recién ovipositado es de color blanco lechoso, al transcurrir los días se torna de color amarillo pálido. Es de forma cilíndrica, mide 0.7 mm de longitud por 0.25 mm de ancho, con un extremo redondeado y el otro puntiagudo con proyecciones parecidas a espinas (Harris, 2015).

Larva:

Se pueden diferenciar de las otras especies de *Trogoderma* que se encuentran en almacenes, por las características distintivas de la especie y por la clave corta (Clave 2) que se encuentra en la NIMF No. 27 del Protocolo de diagnóstico de *Trogoderma granarium* (IPPC, 2012). Epifaringe con 4 papilas distales, generalmente con una única excavación sensitiva. Tergos de color marrón amarillento uniforme, sin pigmentación grisácea en la base de espicisetas grandes; acrotergitos débilmente esclerosados; sutura antecostal en el 8° segmento abdominal casi siempre ausente (si está presente, es débil y suele romperse); setas que rodean casi siempre por completo el segmento antenal basal, segundo segmento generalmente con una única seta o sin setas, segmento apical con poros sensitivos en el cuarto basal; morfología de hastisetas.

Pupa:

Es de tipo exarata, la del macho mide 3.5 mm y de la hembra 5 mm; en la última ecdisis, la cutícula de la larva se divide, pero la pupa permanece en esta cutícula durante todo su estado biológico (EPPO, 2021).

Adulto:

Los individuos adultos de *T. granarium* son escarabajos oblongos-ovalados, de 1.4-3.4 mm de longitud y 0.75-1.9 mm de ancho. La cabeza muestra una deflexión, la cabeza y el pronoto son más oscuros que los élitros, las

patas y el abdomen son marrones (Figura 2). Los élitros son marrones. Las hembras son ligeramente más grandes que los machos y de color más claro. Para diferenciar *T. granarium* de otras especies de *Trogoderma* que se pueden encontrar con frecuencia en los productos almacenados, consultar la clave corta (Clave 4) de la NIMF No. 27 del Protocolo de diagnóstico de *T. granarium* (IPPC, 2012).

Cutícula de los élitros monocolor, generalmente marrón claro o marrón rojizo, o con un moteado vago sin un patrón claramente definido. Setas de los élitros predominantemente marrones (puede haber también setas amarillentas o blancas que no forman un patrón de banda claramente definido; estas setas se desprenden gradualmente por el roce a medida que el escarabajo se desplaza y el adulto acaba teniendo un aspecto brillante). Antenas con 9-11 segmentos; maza antenal en el macho con 4-5 segmentos; maza antenal en la hembra con 3-4 segmentos.

Tergo 8 abdominal masculino esclerosado de manera más o menos uniforme, con setas a lo largo de su margen que a veces tienden a agruparse medialmente; tergo 9 con un margen proximal de sección más ancha casi en forma de U; tergo 10 con muchas setas largas. Escleritos aserrados de la bolsa copulatriz de la hembra pequeños, no más largos que las partes onduladas espermatecales, con 10-15 dientes.

Genitales masculinos con puente recto, y uniformemente ancho, más amplio en las conexiones con los parámetros. Regularmente para la identificación de los insectos adultos cuando están en un buen estado se puede realizar a través del microscopio con lentes de hasta 100x de aumento, sin embargo, el desplazamiento del producto almacenado, como el caso de los cereales, daña el cuerpo de los adultos, en la mayor parte de los casos, se desprenden las patas y las antenas, y también se desprenden por el roce las setas de los élitros y el pronoto. En el caso de que el ejemplar examinado esté dañado y falten partes del cuerpo o haya características morfológicas no visibles, la identificación debería basarse siempre en el examen de los genitales (Figura 3) (IPPC, 2012).

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Ciclo de vida

T. granarium, puede presentar de una a diez generaciones al año, en función de la disponibilidad y calidad de alimento, temperatura y humedad. Un ciclo de vida completo puede durar 26 días a temperatura de 32-35 °C o hasta 220 días bajo condiciones climáticas adversas. En climas templados las larvas quedan inactivas a temperaturas inferiores a 5 °C (IPPC, 2012).

La duración del desarrollo larval depende de la temperatura y humedad. A temperatura de 35 °C y humedad relativa de 73 % puede durar

18 días, mientras que, a temperaturas menores a 21 °C, el desarrollo no ocurre, pero puede realizarse bajo condiciones de baja humedad relativa (2 %) y 25 °C de temperatura (Harris, 2015; USDA, 2009). Genéticamente, existen dos tipos de larvas: las que son capaces de entrar en diapausa facultativa y las que son incapaces de hacerlo. Las primeras son estimuladas por condiciones climáticas adversas como temperaturas extremas, humedad o escases de alimento. Esta condición de diapausa hace que el insecto sea aún más peligroso como plaga, porque durante la diapausa, su respiración disminuye hasta un nivel extraordinariamente bajo, y ello le proporciona una tolerancia a la fumigación, por lo que su control químico es más difícil. Longevidad de las larvas suele ser de 19-190 días (y puede alcanzar los seis años en el caso de que las larvas entren en diapausa) [USDA, 2009; IPPC, 2012].

El desarrollo pupal no es afectado por la humedad y dura en promedio 3 días a temperatura de 40 °C, y 5 días a 25 °C. Los adultos al emerger alcanzan la madurez sexual en dos días. La copula, se realiza cinco días después de la emergencia de adultos, para ello, las hembras vírgenes segregan una feromona sexual que atrae a los machos. La oviposición dura aproximadamente de 3 a 4 días, a temperatura de 40 °C, mientras que, a 25 °C, existe un periodo de preoviposición que dura aproximadamente de 2 a 3 días. La

oviposición puede extenderse hasta 12 días, sin embargo, a 20 °C, no existe producción de huevos (Dunkle, 2007). Las hembras se aparean una sola vez. Cada hembra generalmente oviposita cerca de 50 huevos en toda su vida, aunque a temperatura de 30 °C puede ovipositar hasta 126 huevos, los cuales eclosionan de 3 a 14 días y son ovipositados de manera dispersa en el hospedante (Harris, 2015; USDA, 2009).

Los adultos de esta especie poseen alas, pero no vuelan y se alimentan muy poco. Las hembras grávidas viven de 4 a 7 días y mueren poco después de completar la oviposición. Las hembras vírgenes, viven en promedio de 20 a 30 días y los machos de 1 a 4 días más que las hembras (Harris, 2015) [Figura 4]. Sin embargo, a temperaturas menores a 16 °C, pueden vivir por varios meses (USDA, 2009). Se reporta que el ciclo de vida de huevo a adulto dura en promedio 220 días a 21 °C, y de 39 a 45 días a 30 °C y 75 % de humedad relativa, mientras que a 35 °C este proceso lo completan en tan solo 26 días siendo este el óptimo (IPPC, 2012). Como plaga, su máxima prevalencia se ve favorecida bajo condiciones de temperatura alta y baja humedad relativa. Mientras que ambientes con baja temperatura, o calor en conjunto con una alta humedad relativa, favorecen el desarrollo de otras especies como *Sitophilus* spp. y *Rhyzopertha dominica*. Por lo anterior, los productos almacenados en sacos tienen un mayor riesgo de infestación en

comparación con los almacenados a granel (IPPC, 2012).

De acuerdo con Badawi (1973), *T. granarium*, requiere 369.3 grados-días de desarrollo (GDD) para completar un ciclo, con una temperatura umbral mínima de 19 °C. Otros autores refieren que este derméstido requiere una temperatura mínima de 20 °C y una máxima de 40 °C para completar su desarrollo. Bajo condiciones de temperatura constante de 25 °C y 50 % de humedad relativa, se observó que el periodo de preoviposición se realiza en 3 días, el máximo periodo de oviposición dura 12 días y el desarrollo máximo del huevo 10 días, finalmente el desarrollo larval fue de 47 días (hembra) y 39 días (macho) [Dunkle, 2007] (Cuadro 4).

Daños

El daño principal es ocasionado por las larvas, las cuales, se alimentan inicialmente de la parte germinal de la semilla y posteriormente del endospermo. De esta manera, la cáscara de la semilla es consumida de manera irregular. Poblaciones masivas del insecto, pueden desarrollar en granos almacenados, destruyéndolos completamente. Se reporta que el daño al grano, varía en función de las condiciones ambientales, se reporta que este es mayor al 33 % bajo condiciones favorables, sin embargo, aunque las poblaciones sean bajas y pocos los granos dañados, el producto pierde su valor comercial debido al polvo

producido por los granos afectados y por las exuvias dejadas por las larvas, las cuales pueden causar severos daños si son ingeridas (IPPC, 2012).

En los productos a granel, las infestaciones suelen concentrarse en las capas superficiales, donde se observan numerosas exuvias larvarias, setas y excrementos. En ocasiones, pueden encontrarse larvas a una profundidad de hasta 6 metros en granos a granel, por lo que, es importante considerar el

sesgo del muestreo al realizar inspecciones en busca de esta plaga (EPPO, 2016; IPPC, 2012). Bajo condiciones calurosas y secas puede formar rápidamente grandes poblaciones y por consiguiente ocasionar una destrucción completa del material infestado, en períodos de tiempo relativamente cortos. El daño por alimentación y contaminación resulta en la pérdida de peso y en la disminución en la calidad del grano o producto almacenado (Figura 5).

Cuadro 4. Temperatura y humedad relativa para el desarrollo de *T. granarium*. Fuente: Dunkle, 2007; USDA, 2009; IPPC, 2012; Harris, 2015.

Estadio	Temperatura	Humedad relativa	Días de desarrollo
Huevo	25 °C	50%	10
Larval	35 °C	73%	18
	25°C	2 %	Desarrollo lento
	Menor a 21°C	-	No ocurre el desarrollo, entran en diapausa
Pupa	40°C	S/D	3
	25°C	50%	5
Preovoposición	25°C	50%	3
Ovoposición	40 °C	S/D	3 a 4
	25 °C	50%	2 a 3
	Mayor a 20 °C	50%	Puede extenderse a 12 días
	Menor a 20 °C	-	No existe producción de huevos

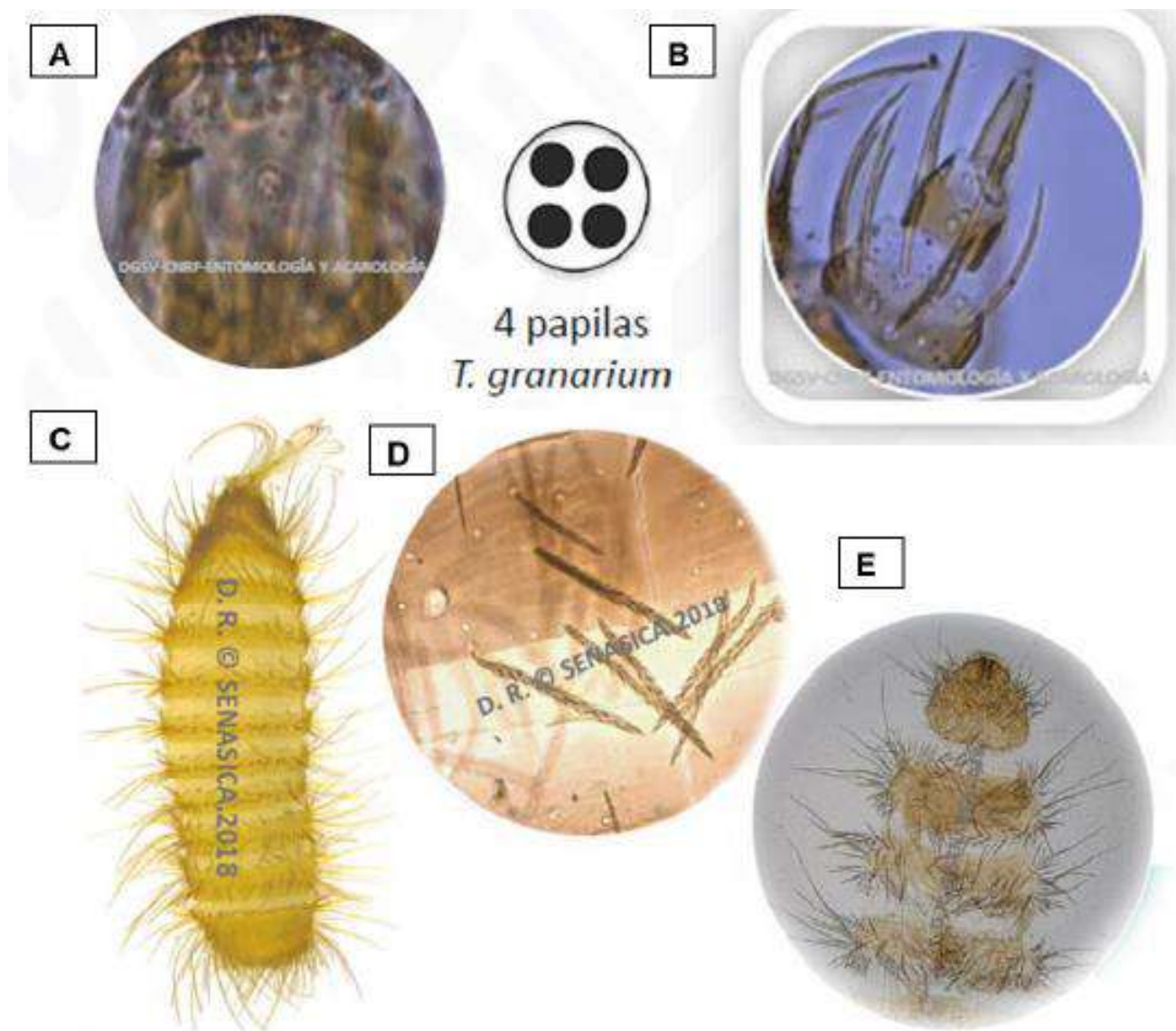


Figura 2. Características distintivas de *T. granarium* para su identificación morfológica: A) Epifaringe con 4 papilas distales, B) setas que rodean casi siempre por completo el segmento antenal basal y segundo segmento generalmente con una única seta o sin setas, C) cuerpo de color amarillo con setas de color café-rojizo de 4.5 a 6 mm de longitud y 1.5 mm de ancho, D) sin pigmentación grisácea en la base de espicisetas y E) Terguitos de color café amarillento. Crédito: SENASICA, 2018; DGSV-CNRF, 2020; Vega, 2020.

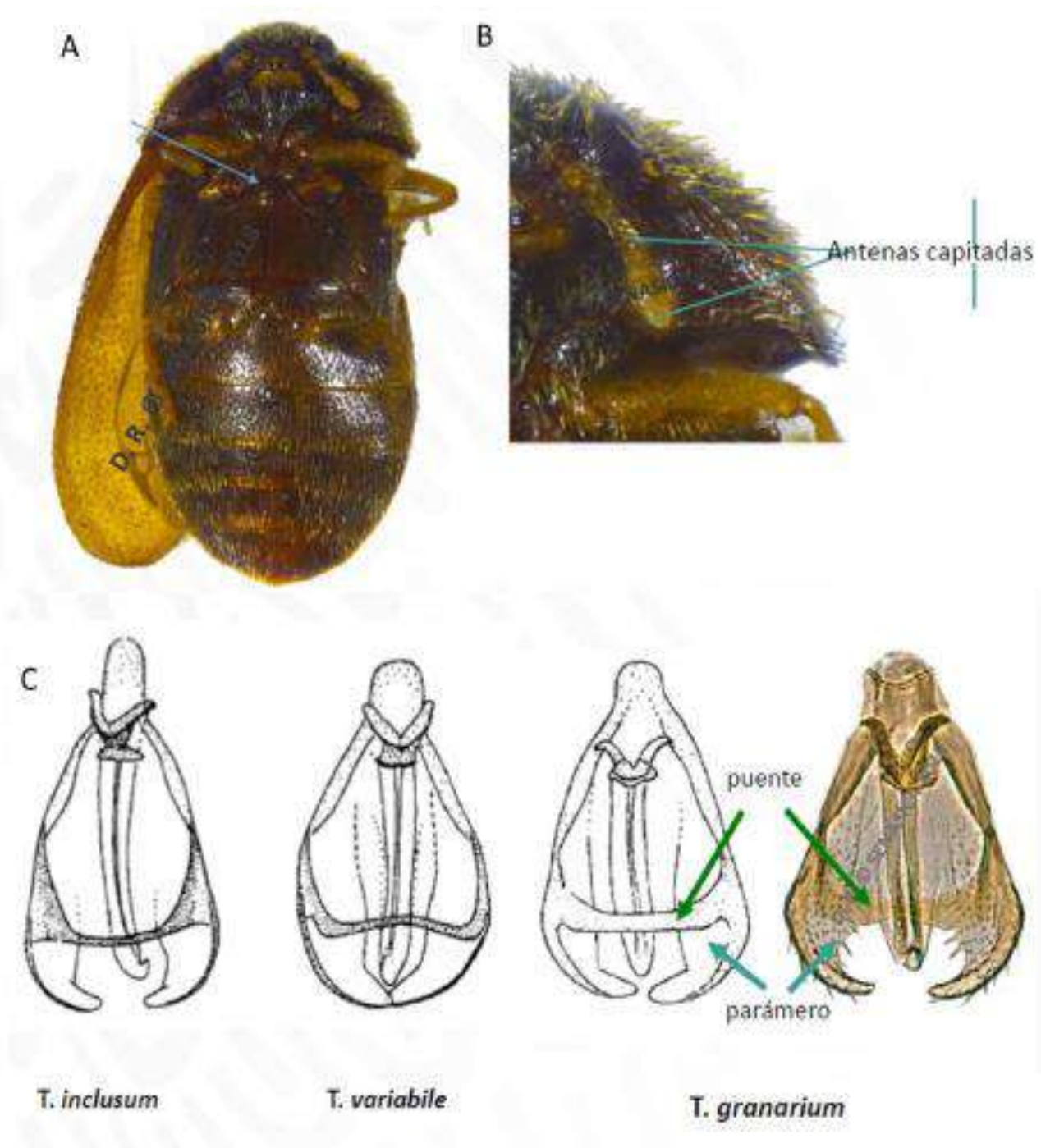


Figura 3. Características distintivas del adulto de *T. granarium*: A) Proceso metasternal anteromedio con prominencia y ocasionalmente piramidal, B) Antena capitada, con 11 segmentos en ocasiones con 9 o 10, C) Genitalia del macho de *T. granarium*, diferenciación en el puente y parámetro. Crédito: SENASICA, 2018; Vega, 2020.

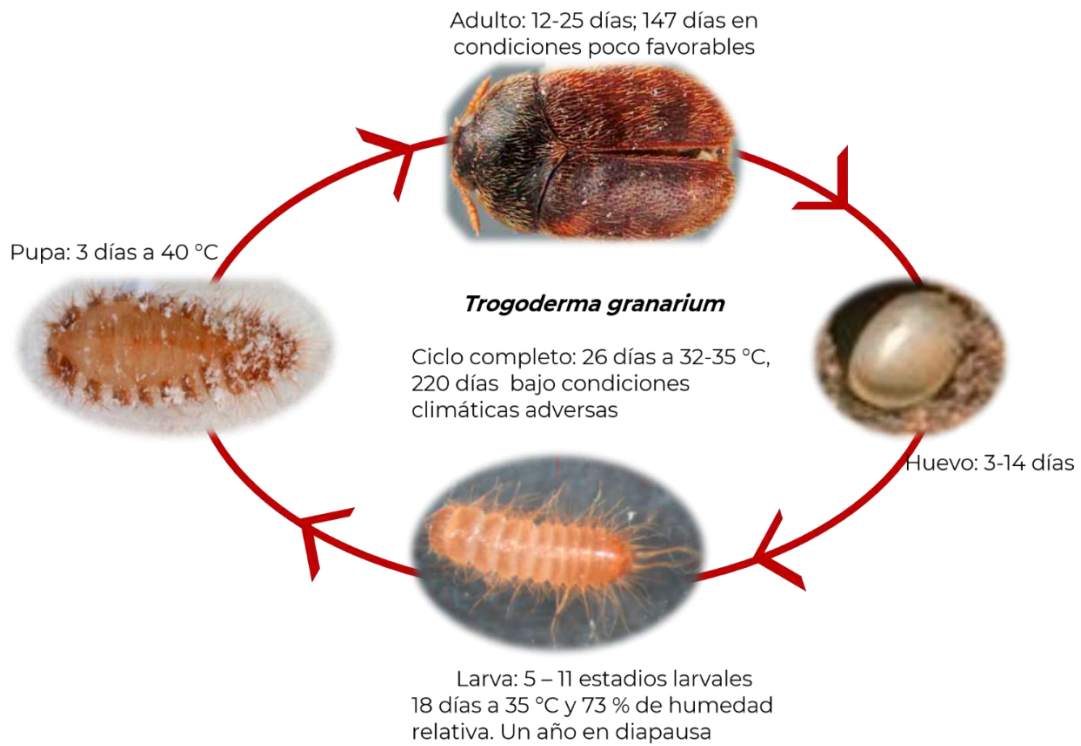


Figura 4. Ciclo de vida de *Trogoderma granarium*. Créditos Huevo: Western Plant Diagnostic Network News, 2014, Adulto: S. Weingarten, UF/IFAS, 2018; Larva: Cornel Adler, Julius Kühn-Institut; (JKI) Germany; Pupa: NPDPN, 2014.

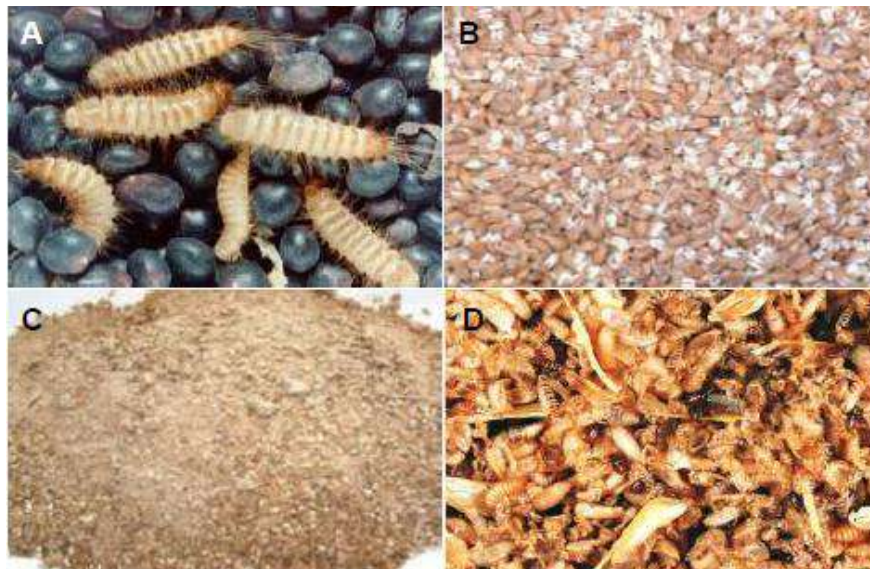


Figura 5. Infestación de *Trogoderma granarium*. A) Larvas en semillas de colza; B) Orificios de daño en trigo; C) Grano de trigo totalmente destruido; D) Diferentes estados biológicos en granos. Créditos: A) Agriculture Western Australia, 2014; B y C) Olejarski, 2012; D) Rebolledo y Arroyo, 1994.

RIESGO DE INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN

Los machos y hembras adultos de *T. granarium*, no pueden volar, por lo que la dispersión de esta plaga de manera natural es muy limitada. Su dispersión a grandes distancias es a través del intercambio comercial de productos infestados con larvas o adultos, los cuales pueden venir dentro de empaques, productos alimenticios, adheridos a estructuras de barcos y contenedores (CAB International, 2020; IPPC, 2012). En el comercio internacional, la importación de productos infestados, procedentes de países donde la plaga se encuentra presente, representa un alto riesgo de introducción, cuando las medidas de mitigación de riesgos no son aplicadas adecuadamente, por ejemplo, una mala dosificación u la omisión de la aplicación de tratamientos cuarentenarios, como la fumigación (IPPC, 2012).

La potencial vía de introducción de *T. granarium* a México, se considera que pueden ser los cargamentos que arriban por vía marítima o cargamentos por frontera que transporten granos, cereales o derivados, alimentos secos principalmente de origen vegetal, alimentos germinados, incluyendo alimento para mascotas (croquetas para perros y gatos), víveres, equipaje de viajeros y turistas, incluso como contaminante en

vehículos, artículos de uso doméstico y otros materiales (Negrete, 2020 y Vega, 2020). México es uno de los países con mayor comercio internacional con 13 tratados comerciales con 50 países (SE, 2015). De acuerdo al Sistema Portuario Mexicano, cuenta con 102 puertos y 15 terminales fuera de puerto, estos están distribuidos en los 11 mil kilómetros de territorio nacional que nos conectan con más de 145 países, muchos de ellos con presencia de plagas que ponen en alerta la fitosanidad y seguridad alimentaria de la agricultura del país (SPM, 2020).

La probabilidad de que *T. granarium* sea introducido a México, por cargamentos provenientes de países con presencia de la plaga es alta, debido a que se han tenido intercepciones de gorgojo khapra en puntos de entrada como puertos marítimos, conforme a datos reportados por la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria, de 2013 a julio 2020 (Cuadro 5), se tuvieron intercepciones en productos de flor de jamaica, café de grano, chile seco, arroz y peat moss, provenientes de Pakistán, India, Sudán, Nigeria, Burkina Faso, Senegal, Uganda, Letonia, Uruguay y en el presente año de Brasil. Cabe señalar, que el Puerto de Veracruz es el que ha tenido mayor número de embarques detenidos con presencia de la plaga con un 73 %, siguiendo el Puerto de

Manzanillo con el 25 % y de manera mínima, pero no menos importante el Puerto de Altamira con 2 %. Ante esta situación, el SENASICA ha fumigado y rechazado los contenedores de las mercancías, en apego a la normatividad internacional. Los especímenes que se han encontrado en los

contenedores en los puertos marítimos de Veracruz, Colima y Tamaulipas han sido enviados al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) para su identificación, al igual que todas las muestras sospechosas a *T. granarium* (Negrete, 2020).

Cuadro 5. Intercepciones de contenedores procedentes de otros países con especímenes positivos a *T. granarium*, en tres puertos marítimos de México. Crédito: Negrete, 2020.

Año	# intercepciones	Procedencias	Producto	OISA
2013	16	Pakistán	Arroz blanco	Veracruz
2017	25	Nigeria, Sudan, India, Uruguay	Jamaica, chile seco	Veracruz, Altamira y Manzanillo
2018	10	Pakistán, Burkina Faso, Alemania, Senegal	Jamaica, chile seco, arroz blanco	Veracruz y Manzanillo
2019	12	Senegal, Uganda, Letonia, Uruguay	Café robusta, peat moss, arroz blanco	Veracruz y Manzanillo
2020 (Hasta julio)	5	Sri Lanka, Brasil, Uruguay, Francia	Canela, café robusta, arroz blanco, metionina y sulfato de lisina	Veracruz y Manzanillo

Como parte de la primera barrera de contención que tienen México ante el riesgo de introducción de gorgojo khapra, es la verificación, inspección y certificación de los productos y mercancías de importación en los puntos de ingreso a México (Cuadro 6),

acciones que se realizan bajo la coordinación de la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria (DGIF), a través de personal técnico de las Oficinas de Inspección en Sanidad Agropecuaria (OISA).

Cuadro 6. Oficinas base para la inspección de productos agropecuarios al 16 de marzo de 2021. Crédito: Senasica, 2021.

Instalaciones	No. De sitios
Aeropuertos	37

Puertos	22
Fronteras	27

RIESGO DE ESTABLECIMIENTO

Para el caso de México existen condiciones favorables, en donde la plaga pudiera manifestarse en su máxima expresión de generaciones por año. De acuerdo con lo mencionado en IPPC (2012), *T. granarium*, puede presentar de una a diez generaciones al año, en función de la temperatura, humedad y disponibilidad de alimento. Un ciclo de vida completo puede durar 26 días a temperatura de 32-35°C o hasta 220 días bajo condiciones climáticas adversas, conforme a esta información el Programa de Vigilancia

Epidemiológica Fitosanitaria (2019) generó la cartografía de generaciones potenciales promedio de gorgojo khapra para México (Figura 6), en donde se puede distinguir que en el país existen algunas regiones como la Península de Yucatán, Golfo de México y Pacífico, donde las generaciones pueden ser mayores a 3, por lo que las condiciones son favorables para su establecimiento, si logra llegar a un sitio con disponibilidad de alimento





Figura 6. Generaciones potenciales de establecimiento de *T. granarium* en México. Crédito: PVEF-CNRF, 2019.

Las áreas de riesgo de dispersión y establecimiento de *T. granarium* a México son todas aquellas instalaciones activas para el almacenamiento de granos y oleaginosas (incluyéndose almacenes, silos, bodegas y patios), de las cuales se cuenta con 2,093, concentrándose el 43.7 % de estas en las cuatro entidades con mayor volumen de producción: Tamaulipas, Jalisco, Sinaloa y Guanajuato, este último, con 202 instalaciones de almacenamiento, concentra el 9.65 % de instalaciones activas para el almacenamiento de granos a nivel nacional,

compitiendo con Tamaulipas, donde se concentra el mayor porcentaje (11.65 %) (SNAA, 2017).

Durante enero a mayo de 2020, se importaron un total de 870,374.74 toneladas de granos, especias, semillas, cereales y subproductos de éstos, de diferentes países con presencia de la plaga y que ingresaron por las OISAs de Manzanillo, Colima (53,580.73 t), Veracruz, Ver. (636,537.71 t) y Altamira, Tam. (180,256.29 t), productos que en su mayoría son movilizados con destino hacia la Ciudad de México, Nuevo

León, Puebla, Jalisco y Veracruz (VUCEM, 2020), lo cual incrementa el riesgo de introducción del Gorgojo khapra.

MEDIDAS FITOSANITARIAS

Inspección y monitoreo

Los métodos de detección de las infestaciones de *T. granarium* incluyen la inspección, la búsqueda física, el uso de cebos alimenticios y trampas cebadas con feromonas.

A menudo el material infestado contiene solo larvas por los siguientes motivos: 1) la longevidad del adulto suele ser de entre 12 y 25 días, pero puede alcanzar los 147 días en condiciones poco favorables, mientras que la longevidad de las larvas suele ser de 19-190 días (y puede alcanzar los seis años en el caso de que las larvas entren en diapausa); 2) la mayor parte de las larvas de derméstidos existentes en el producto almacenado consumen de manera parcial o total los adultos muertos; y 3) los adultos alcanzan la máxima incidencia cuando las condiciones son favorables para el crecimiento de la población. Las exuvias larvianas no suelen ser consumidas, por lo que su presencia constituye un claro indicio de una posible infestación activa. Las larvas pueden permanecer inactivas durante un período de tiempo largo en grietas y hendiduras, en donde son muy difíciles o casi imposibles de localizar (IPPC, 2012). Las infestaciones de *T. granarium* suelen identificarse por lo siguiente: 1) presencia de la plaga

(especialmente larvas que se están alimentando y exuvias) y 2) síntomas de infestación. A veces no llegan a observarse los individuos adultos, que tienen una vida breve. Los daños causados a los productos pueden ser una señal de alarma (IPPC, 2012).

Inspección: Deben inspeccionarse visualmente muestras de los productos sospechosos en una zona bien iluminada, utilizando lupas de 10 aumentos. En su caso, las muestras deberían pasarse por tamices con tamaños de orificio pertinentes para el tamaño de partícula de los productos. Generalmente se emplean conjuntos de tamices con tamaños de orificio de 1, 2 y 3 mm. El material cribado mediante cada tamiz se coloca en placas de Petri para su examen a un mínimo de 10X a 25X aumentos utilizando una lupa binocular para detectar el insecto de la plaga. Esta técnica de cribado permite la detección de diversos estadios del desarrollo del insecto. Sin embargo, algunas larvas que se alimentan en el interior de los granos pueden pasar inadvertidas. Por tanto, puede resultar necesario calentar las muestras a 40 °C para expulsar a los insectos de los granos mediante un instrumento extractor, como un embudo de Ferlese, especialmente en caso de infestación grave. La inspección visual es preferible al cribado, puesto que es fácil que este destruya o dañe gravemente los adultos muertos y las exuvias larvianas, con lo que la identificación morfológica resultará muy difícil o imposible (IPPC, 2012).



Para la inspección de larvas de *Trogoderma* tomar en cuenta que son muy activas al amanecer y durante el crepúsculo, y sus poblaciones pueden persistir en pequeñas cantidades de residuos que pueden quedar en el interior de una estructura o modo de transporte. Para encontrar las larvas en diapausa, es importante buscar bajo los montones de suciedad, escamas de pintura u óxido, y también en materiales de envasado vacíos, como bolsas de arpillera, lonas y cartones ondulados. Las larvas se ocultan a menudo tras el artesonado de paredes, bajo revestimientos interiores, entre entarimados, bajo los aislamientos, en repisas secas, en bandejas y tubos de cables eléctricos, cajas de interruptores, etc. (IPPC, 2012).

Trampeo: Además de las inspecciones iniciales, es posible efectuar una vigilancia de la presencia de *T. granarium* con el empleo de diversas trampas. Pueden usarse trampas con cebo alimenticio (que contienen semillas oleosas, cacahuètes, germen de trigo, etc.) o trampas de atracción (que contienen aceite de germen de trigo) para atraer las larvas. También pueden colocarse en el suelo trampas sencillas que proporcionen a las larvas lugares que les permitan ocultarse, como pedazos de cartón ondulado o bolsas de arpillera. Después de la vigilancia, deben destruirse todas las trampas. Los insectos adultos pueden detectarse con el empleo de trampas cebadas con feromonas en las que

se combina la cápsula de feromona con una trampa adhesiva no desecante. Sin embargo, las trampas de feromonas para *Trogoderma* no son específicas para la especie y atraen a muchas especies diferentes de escarabajos derméstidos (Saplina, 1984; Barak, 1989; Barak *et al.*, 1990; Mordkovich y Sokolov, 2000).

Los insectos hallados deben recogerse cuidadosamente con unas pinzas pequeñas o con el empleo de un aspirador. Es importante obtener múltiples especímenes del insecto de la plaga, sin embargo, con un solo espécimen es suficiente para su identificación. La identificación de las larvas es difícil; si la disección de un único ejemplar no es satisfactoria y se producen daños graves en las piezas bucales, la identificación exacta es imposible. Los especímenes deberían conservarse en alcohol etílico al 70 % para su transporte en condiciones seguras si no se realiza inmediatamente la identificación en el mismo lugar [Figura 7] (IPPC, 2012).

Acciones de contención:

Trampeo masivo

Colocar trampas tipo domo, la densidad dependerá del tamaño de las bodegas o almacenes. Sin embargo, se debe considerar colocar una trampa cada 10 m, distribuidas en zigzag.

Se colocarán las trampas en bodegas, almacenes, silos, etc, contenidos en la zona de seguridad (dentro de los 100 metros a la

redonda de la detección), en las otras zonas se colocarán trampas que contengan productos o subproductos hospedantes de gorgojo khapra.

Las trampas deberán colocarse al interior de las paredes a cualquier altura, adherida a la superficie o a nivel de suelo, con principal atención en aquellas que presenten grietas; evitar colocarlas en lugares húmedos y de fácil tránsito peatonal. Enfocar la atención aquellos sitios donde se descargan granos y las vías de entrada y/o salida de transportes. Todas las trampas deben estar georreferenciadas al momento de la colocación. Las trampas deben ser revisadas por profesionales fitosanitarios dentro del

programa del Senasica, con revisiones semanales.

Las bodegas, silos, almacenes, centros de acopio, etc., que resulten de alto riesgo de acuerdo con la trazabilidad de los productos y subproductos, deberán ser inspeccionados por personal oficial por lo menos tres veces al año, por el comportamiento de diapausa del insecto.

El periodo de instalación de las trampas dependerá de biología del insecto y las condiciones ambientales que favorezcan su reproducción.



Figura 7. Inspecciones para la detección de *T. granarium*: A) En las grietas del contenedor y B) en los bultos de grano. C) Tamizado de la muestra para la detección de diversos estadios del insecto. D) Trampa tipo Domo para la vigilancia del adulto de Gorgojo khapra. E y F) Inspección de la

trampa tipo Domo en los almacenes de la OISA de Veracruz por el Inspector Aduanero y personal del PVEF. Crédito: Negrete, 2020; PVEF-CNRF, 2019.

Confusión sexual

Cuando la densidad de adultos por trampa durante el trampeo masivo sea menor o igual a 10 en la zona de seguridad, buffer 1 y 2, 3 (100, 300, 500 y 800 m) la técnica de confusión sexual deberá ser usada.

Se deberán colocar 16 dispensadores en la zona de seguridad o su equivalente a 8 µg o 0.000008000000 g de i. a. del semioquímico, según datos del proveedor, en el buffer 1, 2 y 3, 80 dispensadores o 40 µg o 0.000040000000 g de i. a. de semioquímico. Mismos que deben ser colocados en las periferias de las zonas.

Los dispensadores se deben ubicar a 1.5 m del suelo y se deben distribuir de forma homogénea tratando de cubrir toda el área.

Las trampas en la periferia del buffer 2 (300 m a la redonda del punto de detección), servirán de referencia para evaluar la eficiencia de la disrupción o confusión de la cópula.

Las trampas deben ser revisadas por profesionales fitosanitarios dentro del programa del Senasica, con revisiones semanales.

Todas las trampas deben estar georreferenciadas al momento de la colocación. El periodo de instalación de las trampas dependerá de biología del insecto y las condiciones ambientales que favorezcan su reproducción.

De confirmarse la presencia de gorgojo khapra en los puntos de ingreso o recinto fiscal, se debe iniciar la trazabilidad de aquellos productos o subproductos salientes y elaborar una lista de prioridades de ubicación secundaria y realizar inspecciones en las fuentes de acopio (bodegas, silos, almacenes, etc.), ubicadas al interior del país; además, de inspeccionar por lo menos tres veces al año por dos años consecutivos por personal del Senasica.

Acciones de poscosecha:

Control cultural

Cuando se detecte gorgojo khapra se hacer hincapié en la limpieza de bodegas, almacenes, graneros, envases, elevadores, vehículos de transporte y otros. (OIRSA, 1999).

Antes de ocupar nuevamente una unidad de almacenaje se debe limpiar cuidadosamente la parte interna y externa del almacén; eliminar los residuos de la cosecha de la temporada anterior y mantener en buena higiene el almacén.

Alrededor de las instalaciones se de evitar que haya acumulación de granos, depósitos de sacos, hierbas altas, aberturas, goteras y filtraciones en las paredes laterales para evitar infestaciones o reinfestaciones. Se debe eliminar todos los derrames y rellenar todas las grietas y hendiduras.

Control biológico

El control biológico para el gorgojo khapra no se ha estudiado a detalle; sin embargo, existen estudios acerca de agentes de control biológico asociados a esta plaga. Algunos ejemplos de organismos estudiados son: *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) depredador cosmopolita de larvas de *T. granarium* (Ahmed *et al.*, 1991; Rahman *et al.*, 2009); *Laelius pedatus* (Hymenoptera: Bethyilidae), parasitoide de larvas de gorgojo khapra en cereales (Al-Kirshi *et al.*, 1997); *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitoide de larvas de *T. granarium* (Ahmed KS, 1996; Kapil y Chaudhary, 1973).

El nematodo *Steinernema masoodi* (Rhabditida: Steinernematidae), eficaz contra *T. granarium* (Ali *et al.*, 2011); *Mattesia trogodermae* (Protozoa: Neogregarinidae), protozoario que parasita a especies del género *Trogoderma* (Canning, 1964; Stibick, 2007); El hongo *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) patógeno de adultos y larvas (Khashaveh *et al.*, 2011); la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bacilli: Bacillaceae) efectiva contra las larvas de *T. granarium* (Hamdani *et al.*, 2018).

Control químico

En almacenes, silos y empaques, se debe desinfectar toda la unidad almacenadora en el período entre cosechas, asperjando pisos, paredes, muros, etc., con una solución a base

de malatión y agua, dependiendo de la dosificación del producto y el tipo de superficie. En superficies metálicas 62 mL de malatión CE al 57 %/L de agua; superficies asfálticas 120 g malatión PH al 25 %/L de agua (DOF, 1996; OIRSA, 1999).

Los productos químicos que son efectivos como protectores de granos son los insecticidas pirimifos-metilo y tierra de diatomeas, los cuales son más efectivos que los piretroides reguladores de crecimiento de insectos y espinosad (Athanassiou *et al.*, 2015; Ghimire *et al.*, 2017; Kavallieratos *et al.*, 2015; Kavallieratos *et al.*, 2017). Los tratamientos del grupo de los pirroles (clorfenapir), organofosforados y piretroides, son insecticidas de contacto dirigidas a la superficie de los edificios y bodegas, para evitar la introducción, establecimiento y propagación de *T. granarium*.

A través de bitácoras llevar el seguimiento de las medidas fitosanitarias realizadas, además de la trazabilidad de los productos entrantes y salientes.

Control físico

El método de control recomendado por Mansour (2016), es el uso de la irradiación gamma como tratamiento fitosanitario en adultos de gorgojo khapra a dosis de 100 Gy, en donde obtuvo resultados que demuestran la esterilidad completa de hembras tratadas y apareadas con machos no tratados,

obteniendo cero porcentajes de eclosión de huevos y de formación de pupas cuando se obtuvo la progenie de la F1, superando el método convencional de seguridad de probit 9 con nivel de confianza de 95%, nivel de seguridad sugerido por primera vez para las moscas de la fruta (Baker, 1939). Por su parte, Gao et al. (2004) reportan que, el tratamiento con irradiación de 48 Gy impidió la eclosión de huevos de *T. granarium*; 60 Gy impidió el desarrollo de pupas y larvas jóvenes; y 100 Gy imposibilitó el desarrollo de lavas grandes y en diapausa. Estos mismos autores reportan que después de irradiar con una dosis de 200 Gy en larvas grandes, pupas y adultos del gorgojo khapra, no se encontró reproducción ni sobrevivencia para cada estado de desarrollo.

La limpieza con nitrógeno para crear un tratamiento con bajo contenido de oxígeno ha demostrado ser efectiva para el control de *T. granarium*, siendo los huevos la etapa de vida más susceptible, seguida de larvas y pupas (Al- Hadidi, 2002).

Tratamientos cuarentenarios:

En almacén, silos y empaques

Conforme la NOM-005-FITO-1995, aplicar tratamientos cuarentenarios a los granos almacenados dependiendo del producto (DOF, 1996): T402-b-1 Bodegas y almacenes de buques que no contienen productos finamente molidos, como harina o cantidades apreciables de carga bien embalada, como materiales embalados.

En embarques

La inspección y tratamientos de los embarques deben estar conforme a la NOM-005-FITO-1995 (DOF, 1996): Se debe inspeccionar las cocinas, comedores, cuartos de provisiones secas camarotes de los barcos y en las mercancías que transportan.

Cuando se detecte la presencia de larvas o adultos del gorgojo khapra todas las mercancías y suministros que transporte dicha embarcación serán sometidas a una inspección rigurosa, y a la aplicación del tratamiento T302 (d1), T306 (c1) ó T306 (c2).

En el caso de detección de esta plaga en bodegas de carga, la Secretaría ordenará la aplicación de los tratamientos T302 (d1), T306 (c1) ó T306 (c2) y notificará a las Autoridades Portuarias correspondientes para que el barco en que se detectó al gorgojo khapra abandone el puerto mexicano de arribo antes de 24 horas, después de la aplicación del tratamiento de fumigación, sin permitir la descarga de productos o artículos de dichas bodegas en otro puerto mexicano. Así mismo, los lugares próximos a la detección deberán ser asperjados con malatión.

Cuando los resultados sean positivos para *T. granarium* y los especímenes sean obtenidos bajo el trapeo implementado por el PVEF, los lugares de almacenamiento de donde se

obtuvieron las muestras deberán ser fumigados.

contaminación de las mercancías anexas. Para lo cual se deberá dar aviso a los responsables de los almacenes.

Así también aquellos almacenes que en inspecciones o detecciones futuras sean positivos a la plaga. Considerando la no

Tratamiento: T402-b-1 — con bromuro de metilo a presión atmosférica normal cubierto con lona

Temperatura (°F)	Dosis (lb / 1,000 ft3)	Lecturas de concentración mínima (onzas) a:		
		0.5 hr	2 hr	12 hr
90 y más	2.5	30	20	15
80 - 89	3.5	42	30	20
70 - 79	4.5	54	40	25
60 - 69	6.0	72	50	30
50 - 59	7.5	90	60	35
40 - 49	9.0	108	70	40

T402-b-2 Bodegas y almacenes para buques que contienen productos molidos o con cantidades apreciables de materiales empaquetados o embalados herméticamente.

Tratamiento: T402-b-2 — Bromuro de metilo a presión atmosférica normal.

Temperatura (°F)	Dosis (lb / 1,000 ft ³)	Lecturas de concentración mínima (onzas) a:		
		0.5 hr	4 hr	24 hr
90 - 96	4.0	48	35	25
80 - 89	6.0	72	50	30
70 - 79	8.0	96	65	35

Además de las lecturas de concentración de espacio, debe realizar una lectura de concentración de mercancías. La lectura de concentración mínima para la lectura de productos básicos es la siguiente: Para 90-96 ° F -10 oz; para 80-89 ° F - 15 oz; para 70-79 ° F -20 oz. Tratamiento: T302 (d1) a base de Bromuro de Metilo a presión atmosférica normal en cámara de fumigación o en cubierta de plástico.

Temperatura	Dosis (g/m ³)	Concentración (g/m ³) tras lectura de:		
		0.5 HRS	2.0 HRS	12 HRS
32 °C o mayor	40	30	20	15
27 - 31 °C	56	42	30	20
21 - 26 °C	72	54	40	25
16 - 20 °C	96	72	50	30
10 - 15 °C	120	90	60	35
4 - 9 °C	144	108	70	40

Tratamiento: T306 (c1) a base de Bromuro de Metilo a presión atmosférica normal en cámara de fumigación o en cubierta de plástico.

Temperatura	Dosis (g/m ³)	Concentración (g/m ³) tras lectura de:				
		0.5 HRS	2.0 HRS	24 HRS	28 HRS	32 HRS
32 °C O mayor	64	58	32	25	-	-
27 - 31 °C	96	72	48	30	-	-
21 - 26 °C	128	96	64	35	-	-
16 - 20 °C	192	144	96	50	-	-
10 - 15 °C	192	144	96	50	50	-
4 - 9 °C	192	144	96	50	50	50



Tratamiento: T306 (c2) a base de Bromuro de Metilo en cámara de fumigación a 660 mm de vacío.

Temperatura	DOSIS (g/m ³)	Periodo de exposición (hrs)
16 °C o Mayor	128	3
4 - 15 °C	144	3

ACTIVIDADES DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA FITOSANITARIA EN MÉXICO

En México se realizan acciones de vigilancia epidemiológica fitosanitaria en 29 entidades federativas (Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro de Arteaga, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz de Ignacio de la Llave, Yucatán y Zacatecas), en las que se establecieron 555 trampas tipo “domo” con feromona de agregación con el compuesto (Z)-14-methyl-8hexadecenal y 8 % (E)14-methyl-8-hexadecenal y kairomona de tipo alimenticio en presentación líquida, las cuales se instalan en sitios de riesgo como puertos, aeropuertos, frontera, almacenes, bodegas, centrales de abasto y sitios al interior del país donde se almacena o comercializan productos susceptibles al ataque de la plaga; PVEF-CNRF, 2019.

Acciones de monitoreo en México

Para la detección de *Trogoderma granarium* se debe mantener acciones de inspección y vigilancia fitosanitaria en los principales sitios de riesgo y las potenciales vías de introducción de esta plaga a México. Se considera que pueden ser los cargamentos que arriban por vía marítima o cargamentos por frontera que transporten granos, cereales o derivados, alimentos secos principalmente de origen vegetal, alimentos germinados, incluyendo alimento para mascotas (croquetas para perros y gatos), víveres, equipaje de viajeros y turistas, incluso como contaminante en vehículos, artículos de uso doméstico y otros materiales (Negrete, 2020).

Para la inspección de las larvas en diapausa, es importante buscar bajo los montones de suciedad, escamas de pintura u óxido, y también en materiales de envasado vacíos, como bolsas de arpillera, lonas y cartones ondulados. Las larvas se ocultan a menudo tras el artesonado de paredes, bajo revestimientos interiores, entre entarimados, bajo los aislamientos, en repisas secas, en bandejas y tubos de cables eléctricos, cajas de interruptores, etc.

Para la vigilancia de *T. granarium* se deberá emplear trampas tipo “Domo” con una feromona de agregación con el compuesto (Z)-14-methyl-8hexadecenal y 8% (E) 14-methyl-8-hexadecenal y kairomona de tipo alimenticio en presentación líquida. Se instalarán en almacenes de granos preferentemente en puertos y fronteras, y en sitios al interior del país donde se almacena o comercializan productos susceptibles de ataque de la plaga. Se colocarán hasta 4 trampas por almacén o sitio con condiciones homogéneas.

La inspección de las trampas se realizará cada catorce días por personal de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. El cambio de la feromona de agregación se realizará como máximo cada mes, dependiendo de las condiciones climáticas, mientras que la kairomona deberá aplicarse en la base de la trampa en un papel filtro de 3 a 5 cm de diámetro y en cada visita se deberá aplicar nuevamente de 6 a 8 gotas.

Toma y envío de muestra

Si existe captura de especímenes sospechosos al momento de la revisión de las trampas o inspección, estos se deben retirar y colocar en frascos o viales de cierre hermético con alcohol al 70 % para el envío al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) de la Dirección General de Sanidad Vegetal para su diagnóstico. Será una muestra por cada trampa o sitio inspeccionado. Cada una

de las muestras debe ser captura al sistema SIRVEF con las fotografías correspondientes, y cada frasco debe ser correctamente etiquetado.

Alerta fitosanitaria

Con el objetivo de detectar oportunamente brotes de la plaga, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha puesto a disposición pública el teléfono: 01-(800)-98-79-879 y el correo electrónico: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx para atender los reportes sobre la posible presencia de brotes emergentes.

LITERATURA CITADA

Agriculture Western Australia. 2014.

Customs agents find destructive insect pest in shipment at Lewiston-Queenston Bridge. En línea: https://www.niagara-gazette.com/news/local_news/customs-agents-find-destructive-insect-pest-in-shipment-at-lewiston-queenston-bridge/article_821471e6-63d6-11e4-8bc0-7f1edeb2a49e.html#:~:text=U.S.%20Customs%20and%20Border%20Protection,of%20rain%20onchos%20from%20China. Fecha de consulta: julio de 2021.

Ahmed KS. 1996. Studies of the ectoparasitoid, *Anisopteromalus calandrae* How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a biocontrol agent against the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.) in Saudi Arabia. *Journal of Stored Products Research*, 32:137–40.

Ahmed KS, Khatun M, Rahman MM. 1991.

Biological notes on *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae). Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science, 17:65-67.

Ali SS, Sirvastava M, Shankar P. 2011. First report on susceptibility of khapra beetle (*Trogoderma granarium*) against *Stienernema masoodi* and its in vivo production. Bioscience trends, 4: 40–41.

Al-Kirshi A, Gabbar A, Reichmuth C, Bochow H. 1997. Potential of the larval parasitoid *Lalius pedatus* for the control of the khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts in grain. Mitt. Dtsch. Ges. Allgemeine and Angewandte Entomologie, 111:367–372.

Al-Hadidi IK. 2002. The life of beetles *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) (Herbst) and *Trogoderma granarium* Everts (Coleopteran: Dermestidae) in some local wheat products and its sensitivity to low pressure, carbon dioxide and nitrogen. Master's Thesis, Univ. Mosul, Mosul, Iraq.68pp.

Arroyo M y Rebolledo R. 1993. Prospección de *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) mediante trampas de feromonas en Madrid. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, ISSN 0213-6910, Vol. 19, N° 3, 1993, pags. 361-367.

Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Boukouvala MC, Mavroforos ME, Kontodimas DC. 2015. Efficacy of alpha-

cypermethrin and thiamathoxam against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. Journal of Stored Products Research, 62:101–7.

Banks HJ. 1994. Illustrated identification keys for *Trogoderma granarium*, *T. glabrum*, *T. inclusum* and *T. variabile* (Coleoptera: Dermestidae) and other *Trogoderma* associated with stored products. CSIRO Division of Entomology Technical Paper, No. 32. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Canberra. 66 p.

Badawi A. 1973. The biology of two species of *Trogoderma* existing in Egypt (Coleoptera Dermestidae). Bull. Soc. Entomol. Egypte. 57: 239-246.

Baker AC. 1939. The basis for treatment of products where fruit flies are involved as a condition for entry into United States. USDA Circular No. 551:1-7.

Bains SS, Battu GS, Atwal AS. 1974. Population dynamics of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera:Dermestidae) in rural wheat stores in the Punjab. Indian Journal of Ecology, 1:38–47.

Barak AV. 1989. Development of a new trap to detect and monitor khapra beetle (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Economic Entomology, 82:1470–77.

Barak AV, Burkholder WE. & Faustini, DL. 1990. Factors affecting the design of traps for

stored-products insects. Journal of the Kansas Entomological Society, 63(4): 466-485.

CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2021. *Trogoderma granarium* (khapra beetle). Invasive Species Compendium. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55010>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Canning EU. 1964. Observations on the life history of *Mattesia trogodermae* sp. n., a schizogregarine parasite of the fat body of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. Journal of Insect Pathology, 6:305-317.

Customs and Border Protection. 2017a. CBP at JFK intercepts Khapra beetle. En línea: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/cbp-jfk-intercepts-khapra-beetle>. Fecha de consulta: mayo de 2022.

Customs and Border Protection. 2017b. CBP Atlanta intercepts Khapra beetle from Nepal. En línea: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/cbp-atlanta-intercepts-khapra-beetle-nepal>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Customs and Border Protection. 2017c. Port Huron intercepts the destructive Khapra beetle. En línea: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/port-huron-cbp-intercepts-destructive-khapra-beetle>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Customs and Border Protection. 2017d. Baltimore CBP finds destructive pest in

cumin shipment. En línea: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/baltimore-cbp-finds-destructive-pest-cumin-shipment>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Customs and Border Protection. 2017e. CBP seizes prohibited meat, intercepts destructive pest. En línea: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/cbp-seizes-prohibited-meat-intercepts-destructive-pest>. Fecha de consulta: julio de 2022.

DA. 2015. Offshore Phosphine Treatment Providers. Australian Government Department of Agriculture. <https://www.agriculture.gov.au/import/before/prepare/treatment-providers/phosphine>. Fecha de consulta julio de 2022.

Day C, White B. 2016. Khapra beetle, *Trogoderma granarium* interceptions and eradications in Australia and around the world. 10.13140/RG.2.2.23786.31682.

DGSV-CNRF. 2020. *Trogoderma granarium*. Laboratorio de Entomología y Acarología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Tecámac, México.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 1996. Norma Oficial Mexicana Fitosanitaria NOM-005-FITO-1995. Por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción del gorgojo khapra. México, D.F.

Dunkle RL. 2007. New pest response guidelines Khapra beetle. United States

Department of Agricultural (USDA)-Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)-Plant Protection and Quarantine (PPQ). 114 p.

EPPO. 2016. EPPO A1 and A2 list of pests recommended for regulation as quarantine pests. European and Mediterranean Plant Organization (EPPO). 17 p.

EPPO. 2021. *Trogoderma granarium* (TROGGA). En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/TROGGA>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Fields PG. 1992. The control of stored product insects and mites with extreme temperatures. Journal of Stored Products Research. 28:89–118.

Fields PG, White NDG. 2002. Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. Annual Review of Entomology, 47:331–59.

Gao M, Wang C, Li S, Zhang S. 2004. Irradiation as a phytosanitary treatment for *Trogoderma granarium* Everts and *Callosobruchus chinensis* L. In: Food and agricultural products. Pp. 75-86. In: FAO/IAEA (Eds.). Irradiation as a phytosanitary treatment of food and agricultural commodities. Vienna Austria.

Ghimire MN, Myers SW, Arthur FH, Phillips TW. 2017. Susceptibility of *Trogoderma granarium* Everts and *Trogoderma inclusum* LeConte (Coleoptera: Dermestidae) to residual contact insecticides. Journal of Stored Products Research, 72:75–82.

Haines CP. 1991. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification (A Training Manual) Second edition. Natural Resources Institute. 246 pp.

Hamdani IHAA, Mubasher MK, Ibraheem MK. 2018. Effect of bacterial toxin for bacteria, *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in some life stages of grain beetle (kahpra) *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: dermestidae). Biochem. Cell. Arch, 18: 2293-2297.

Harris DL. 2015. *Trogoderma granarium* Everts (Insecta: Coleoptera: Dermestidae). University of Florida (UF). Department of Agriculture and Consumer Services. Division of Plant Industry. En línea: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN667>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Háva J. 2004. Claves mundiales para los géneros y subgéneros de Dermestidae (Coleoptera) con descripciones, nomenclatura y registros de distribución. Acta Musei Nationalis Pragae, Serie B, Historia Natural, 60 (3-4): 149-164.

IPPC. 2012. Protocolos de diagnóstico de la NIMF No. 27. P. D. 3. *Trogoderma granarium* Everts. 37 p. En Línea: https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/01/DP_03_2012_Es_2016-01-29.pdf. Fecha de consulta: julio de 2022.

IPPC. 2015. Lista de plagas reglamentadas de México. En línea: <http://www.fao.org/3/x2968e/x2968e.pdf>. Fecha de consulta: julio de 2022.

IPPC. 2020. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5 Glosario de términos fitosanitarios. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea:

<http://www.fao.org/3/mc891s/mc891s.pdf>.

Fecha de consulta: julio de 2022.

IPPC. 2021. ISPM 8 Determination of pest status in an área. En línea:

<http://www.fao.org/3/x2968e/x2968e.pdf>.

Fecha de consulta: julio de 2022.

Khashaveh A, Safaralizadeh MH, Ghosta Y.

2011. Pathogenicity of Iranian isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Ascomycota: Hypocreales) against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Biharean Biologist*, 5:51-5

Kapil RP, Chaudhary JP. 1973. Record of nine new hymenopterous parasites for Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *Indian Journal of Entomology*, 35:353-355.

Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Arthur FH.

2015. Efficacy of deltamethrin against stored product beetles at short exposure intervals or on a partially treated rice mass. *Journal of Economic Entomology*, 108:1416-21.

Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Diamantis GC, Gioukari HG, Boukouvala MC.

2017. Evaluation of six insecticides against adults and larvae of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on wheat,

barley, maize and rough rice. *Journal of Stored Products Research*, 71:81-92.

Kingsolver JM. 1991. Dermestid beetles

(Dermestidae, Coleoptera). En J.R. Gorham, ed. *Insect and mite pests in food. An illustrated key*, pp. 113-136. Washington, DC, USDA ARS and USDHHS, PHS, Agriculture Handbook, 1(655): 324 p.

Kingsolver JM. 2002. Dermestidae En R.H.

Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley, & J.H. Frank, eds. *American beetles*, Vol. 2, pp. 228-232. Boca Raton, Florida, CRC Press. 861 p.

Mansour M. 2016. Irradiation as a

phytosanitary treatment against *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Florida Entomologist*, 99: 138-142.

Mordkovich YB, Sokolov EA. 2000.

Выявление капрowego жука в складских помещениях, Защита и карантин растений, 12: 26-27.

Mound L. 1989. Common insect pests of

stored food products. A guide to their identification. Londres, British Museum (Natural History). 68 p.

Navarro S, Finkelman S, Sabio G, Isikber A,

Dias R, Rindner M, Azrieli A. 2002.

Quarantine treatment of storage insect pests under vacuum or CO₂ in transportable systems. In *Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide: The Remaining Challenges*, ed. TBatchelor, J Bolivar, pp. 375- 79. Brussels, Belg.: Eur. Comm.



Negrete C. 2020. Inspección en puntos de ingreso de mercancías transportadas vía marítima. Secretaría Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Veracruz, México. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=1yG6yh8P1hk>. Fecha de consulta: julio de 2022.

NOM-005-FITO-1995. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-005-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción del gorgojo khapra. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Vegetal). 1999. Hojas de Datos sobre Plagas y Enfermedades de Productos Almacenados de Importancia Cuarentenaria y/o Económica para los Países Miembros del OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria México, Centro América, Panamá, República Dominicana, Belice. El Salvador, 6: 164 p.

Olejarski P. 2012. In: CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). 2016. NIMF 27. Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas. PD 3: *Trogoderma granarium* Everts. CIPF, FAO. Roma, Italia. 36 p.

Pasek JE. 1998. Khapra beetle (*Trogoderma granarium* Everts): Pest-initiated pest risk assessment. University of Wyoming. 21 p.

Porter I, Banks J, Mattner S, Fraser P. 2009. Global phaseout of methyl bromide under the

Montreal Protocol: Implications for bioprotection, biosecurity and the ozone layer, in: Recent Developments in Management of Plant Diseases, Plant Pathology in the 21st Century. Springer, Netherlands, pp. 293–309.

PVEF-CNRF. 2019. Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria de plagas cuarentenarias: Gorgojo khapra (*Trogoderma granarium*). Tecámac, México. En línea: <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Gorgojo%20khapra.pdf>. Fecha de consulta: julio de 2022.

Rahman MM, Islam W, Ahmad KN. 2009. Functional response of the predator *Xylocoris flavipes* to three stored product insect pests. Int. J. Agric. Biol. 11:316–320.

Rebolledo R, Arroyo M. 1994. Prospección de especies de *Trogoderma* (Coleoptera: Dermestidae) mediante trampas de feromonas en Madrid, segundo año de observaciones. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 20: 49-56.

Rees DP. 2004. Insects of stored products. Melbourne, Australia, CSIRO Publishing; London, UK, Manson Publishing. viii +181 p.

Rees DP, H J Banks. 1999. “The Khapra Beetle, *Trogoderma Granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae), a Quarantine Pest of Stored Products: Review of Biology, Distribution, Monitoring and Control”. CSIRO.

Saplina GS. 1984. Обследование складских помещений с помощью ловушек. Защита растений, 9: 38.

SE (Secretaría de Economía). 2015. Comercio Exterior / Países con Tratados y Acuerdos firmados con México. Acciones y Programas de la Secretaría de Economía. Ciudad de México, México. En línea: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>. Fecha de consulta: julio de 2022.

SENASICA. 2018. Larva de *Trogoderma granarium*. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Tecámac, México.

SENASICA. 2021. Directorio de oficinas de inspección de sanidad agropecuaria (OISA´S). En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/637650/DIRECTORIO_OISA_30.04.2021.pdf. Fecha de consulta julio de 2022.

SIAP. 2021. Estadísticas de la producción Agrícola 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En línea: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php. Fecha de consulta: julio de 2022.

Spratt E, Dignan G, Banks HJ. 1985. The effects of high concentrations of carbon dioxide in air on *Trogoderma granarium* everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 21:41-46.

SNAA. 2017. Proyecto Almacenamiento de Granos e Información para el Desarrollo

Agrícola. Evaluación social. Sistema Nacional de Almacenamiento Agroalimentario (SNAA). En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184145/Evaluacion_Ambiental_Proyecto_Almacenamiento_de_Granos_y_Servicios_de_Informacion_para_el_Desarrollo_Agricola.pdf. Fecha de consulta julio de 2021.

Stibick JNL. 2007. New Pest Response Guidelines: Khapra Beetle. Riverdale, MD: USDA-APHIS-PPQ Emerg. Domest. Progr. En línea. <http://download.ceris.purdue.edu/file/3482>. Fecha de consulta: julio de 2022.

USDA. 2009. New pest response guidelines Khapra beetle. United States Department of Agriculture (USDA). USDA. 2016. Plant Protection and Quarantine Treatment Manual. Washington, DC: United States Department of Agriculture (USDA). 125. https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/treatment.pdf Fecha de consulta: marzo de 2022.

Vega EH. 2020. Diagnostico fitosanitario de Gorgojo khapra y especies relacionadas. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF)- Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DGSV). Tecámac, México. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=1yG6yh8P1hk>. Fecha de consulta: julio de 2022.

VUCEM (Ventanilla Única de Comercio Exterior Mexicano). Granos, especias, semillas, cereales y subproductos. Secretaria de Hacienda y Crédito Público. En línea:

<https://www.ventanillaunica.gob.mx/vucem/index.html>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2022.

Ward A. 1965. The khapra beetle, *Trogoderma granarium* and two other species of *Trogoderma* (Coleoptera: Dermestidae) intercepted entering New Zealand. *New Zealand Entomologist*, 3(4): 39-41. DOI: 10.1080/00779962.1965.9722847.

Wilches DM. 2016. Effects of extreme temperatures on the survival of the quarantine stored product pest, *Trogoderma granarium* (Khapra Beetle) and on its associated bacteria. Master's Thesis, Univ. Lethbridge, Lethbridge, Can.

Wilches DM, Laird RA, Floate KD, Fields PG. 2017. Effects of acclimation and diapause on the cold tolerance of *Trogoderma granarium*. *Journal Entomologia Experimentalis et Applicata*, 165:169-178.

Wilches DM, Laird RA, Floate KD, Fields PG. 2019. Control of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) Using High Temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 112: 963-968.

Vassilakos TN, Riudavets J, Castañé C, Rey D, Iturralde-García RD, and Christos G. Athanassiou. 2019. Efficacy of Modified Atmospheres on *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, XX(XX), 2019, 1-8. doi: 10.1093/jee/toz139.

REFERENCIAS DE IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS

Cornel AJ. 2012. Larva. In: ISPM 27. Diagnostic protocol for regulated pest DP 3: *Trogoderma granarium* Everts. FAO. Italia. 38p

NPDN. 2014. A Quarterly Pest Update for WPDN First Detectors. / (4); 8p. En línea: <https://www.npdn.org/system/files/WPDN%20Fall%202012%20News.pdf>. Fecha de consulta julio de 2022.

Weingarten S. 2018. Adulto de *Trogoderma granarium*. University of Florida. En línea: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/beetles/khapra_beetle.htm. Fecha de consulta julio de 2022.

Shutterstock. 2020. Pupa de *Trogoderma granarium*. En línea: <https://www.shutterstock.com/es/search/khapra+beetle>. Fecha de consulta julio de 2022.

Forma recomendada de citar:

DGSV-CNRF. 2022. Ficha Técnica. Gorgojo khapra *Trogoderma granarium* Everts, 1899. SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal- Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México. 32 p.

Nota: Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuales han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.

DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde

Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

M.C. Guillermo Santiago Martínez