



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Maestría en Sanidad Vegetal

Trabajo de Graduación

Prospección y riesgo de introducción del gorgojo khapra (*Trogoderma granarium* Everts) Coleoptera: Dermestidae, en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional, Nicaragua, 2014-2018

AUTOR

Ing. Oliver Douglas García Díaz

ASESOR

Ing. MSc. Yanet Gutiérrez Gaitán

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Maestría en Sanidad Vegetal

Trabajo de Graduación

Prospección y riesgo de introducción del gorgojo khapra
(*Trogoderma granarium* Everts) Coleoptera: Dermestidae,
en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional,
Nicaragua, 2014-2018

AUTOR

Ing. Oliver Douglas García Díaz

ASESOR

Ing. MSc. Yanet Gutiérrez Gaitán

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2018

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la facultad de agronomía de la sede central, Managua, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Maestro en Ciencias en Sanidad Vegetal

Dr. Edgardo Salvador Jiménez Martínez
Presidente

MSc. Trinidad Castillo Arévalo
Secretario

MSc. Isaías Ezequiel Sánchez Gómez
Vocal

Fecha y lugar: Managua, 04 de Diciembre del 2018

INDICE GENERAL

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Ubicación del estudio	4
3.2. Selección de bodegas fiscales para la implementación de trampeo	4
3.3. Diseño metodológico para el trampeo en bodegas de carga internacional y almacenes fiscales	5
3.4. Prospección de <i>T. granarium</i> en los almacenes fiscales y bodega de carga internacional	6
3.5. Detección del género <i>Trogoderma</i> en mercancías importadas, bodegas y almacenes fiscales	8
3.6. Procesamiento de registros de los puestos de cuarentena agropecuaria acerca de las intercepciones de plagas	9
3.7. Muestreo y colecta de insectos en trampas artesanales y convencionales	9
3.8. Identificación morfológica del género <i>Trogoderma</i>	9
3.9. Metodología de riesgo de introducción del gorgojo khapra y su probabilidad de establecimiento en Nicaragua	10
3.9.1. Primera etapa: Inicio	10
3.9.2. Segunda etapa: Evaluación del riesgo	11
3.9.3. Tercera etapa: Manejo del riesgo de la plaga	16
a) Selección de medidas fitosanitarias disponibles	17
b) Análisis de la información	17

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1. Análisis entomológico del género <i>Trogoderma</i> en mercancías importadas, bodegas y almacenes fiscales e intercepciones en puestos de cuarentena	20
4.2. Análisis de riesgo para plagas cuarentenarias	21
4.2.1. Primera etapa: Inicio	21
4.2.2 Segunda Etapa: Evaluación del riesgo	24
a) Categorización de la plaga <i>T. granarium</i>	24
b) Presencia/ausencia de <i>T. granarium</i> en el área de ARP, Nicaragua, Valoración técnica de encuesta a los expertos Entomólogos	25
c) Argumentos de comunicación personal sobre la introducción <i>T granarium</i> a Nicaragua	26
4.2.3. Tercera Etapa: Manejo del Riesgo	37
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. LITERATURA CITADA	44
VIII. ANEXOS	50

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación se lo quiero dedicar a las personas que han grabado en mi corazón, los momentos más agradables de mi vida y formado en mi mente el deseo de alcanzar las metas que me proponga.

A mi madre, Abigail Díaz Aguilera, la mujer que siempre me enseñó a levantarme cada vez que caía, con mucha paciencia y determinación.

A mi padre, Julio Cesar García Cruz (q. e. p. d.), quien me inculcó perseverancia y seguridad, me enseñó el valor de aprender de mis errores.

A mis hijos, Marcelo Jesús, María Abigail y Oliver Alejandro García de quienes tengo la esperanza que alcanzarán sus metas propuestas.

A mi esposa, sin ella la vida sería difícil de enfrentar.

A mis hermanas Cristina Montenegro y Selena García, mis hermanos, Julio Cesar, Manuel Ignacio, Juan Bosco y Arístides Joseph García Díaz, por ser mis mejores amigos.

Oliver Douglas García Díaz

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a: **JEHOVA**, nuestro divino creador, por permitirme conocer el dolor de la vida, para saber apreciarla, que sin esfuerzo no hay recompensa y sin amor no hay eternidad.

Mi tía Reyna García, por ayudarme en los estudios de pregrado y alentarme en seguir avanzando en el conocimiento.

Mi tía Juana García, por enseñarme valores éticos y morales que forman a las familias más unidas.

Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) por la beca otorgada.

Al departamento de agricultura de los Estados Unidos a través de ENIMPORT, por su apoyo para mejorar las capacidades personales y profesionales de los trabajadores del estado.

Mi asesora, profesora Yanet Gutiérrez por la paciencia y empeño en la realización de este trabajo y por el apoyo brindado por la Universidad Nacional Agraria.

A: Dr. Jean Michel Maes, Dr. Edgardo Salvador Jiménez Martínez, Dr. Colmar Serra, Ing. MSc. Richard Fisher, Ing. Carlos Leonel Mairena y al Ing. Sabas Acuña por su paciencia y contribución en el llenado de encuestas formuladas.

Al ing. Julio Luna y a la lic. MSc. Hannia Sandy por su apoyo en la edición de este trabajo.

Y demás personas que, de una u otra manera, han apoyado mí que hacer como estudiante y trabajador.

Oliver Douglas García Díaz

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Bodegas de carga internacional y almacenes fiscales en prospección de <i>Trogoderma granarium</i> Everts 2014	6
2	Almacenes y número de trampas en el estudio de prospección de <i>Trogoderma granarium</i> Everts 2014	9
3	Criterios de clasificación del riesgo de introducción de plagas de <i>T. granarium</i>	17
4	Etapas de análisis de riesgo	19
5	Clasificación de las especies de insectos encontradas en las trampas artesanales en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional, Managua	20
6	Intercepción de <i>Trogoderma spp.</i> en los puestos fronterizos de Nicaragua, IPSA, 2014	22
7	Lista de hospederos vegetales de <i>T. granarium</i>	24
8	Clasificación de las consecuencias de introducción de la plaga <i>T. granarium</i> (APHIS, 2013)	32
9	Clasificación del riesgo de introducción de <i>T. granarium</i> Everts, APHIS, 2013	35
10	Potencial de riesgo de la plaga gorgojo khapra <i>T. granarium</i> APHIS, 2013	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Número de insecto en trampas artesanales, en almacenes y bodegas para la prospección, Managua	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Mapa y ruta de visita para realizar prospección en bodegas de carga internacional y almacenes fiscales, Managua	51
2. Plano de campo de prospección de gorgojo khapra	52
3. Continuación... Plano de campo de prospección de gorgojo khapra	53
4. Trampas convencionales (Trogo-trampas)	55
5. Fecha de visita a los almacenes fiscales para prospección	56
6. Encuesta generada para conocer la opinión de expertos acerca de la probabilidad de introducción	57
7. Claves de identificación de <i>T. granarium</i>	60
8. Mapa de Nicaragua con sus características climáticas según Köppen	65
9. Temperaturas mínimas, promedios y máximas anuales de países donde está presente <i>T. granarium</i> , en comparación con el área de ARP (Nicaragua) y países vecinos donde no está presente	66
10. Argumento de expertos acerca de la opinión de la probabilidad de introducción de <i>T. granarium</i> a Nicaragua	67
11. Intercepciones de <i>Trogoderma granarium</i> en los puestos fronterizos de Estados Unidos	68
12. Intercepciones de <i>T. granarium</i> en los puestos fronterizos de México	70

RESUMEN

En Nicaragua, el gorgojo khapra *Trogoderma granarium* Everts, es una plaga cuarentenaria. Es la más destructiva en productos almacenados. Las medidas de manejo e impacto económico y social para su erradicación son de alto costo y difíciles de implementar. Esta investigación cualitativa, argumentó de manera científico-técnica, el riesgo de introducción y prospección de *T granarium* en productos agropecuarios, no agropecuarios importados, medios de transporte, almacenes fiscales y bodegas de carga internacional en Nicaragua. En el riesgo de introducción de plagas se aplicaron las metodologías de las normas nacionales e internacionales de medidas sanitarias y fitosanitarias y la sistematización de información en bases de datos, informes institucionales y consultas a expertos. Para la prospección, se seleccionaron siete almacenes fiscales y dos bodegas de carga internacional, para determinar la presencia de larvas y adultos con trampas artesanales y trogo-trampas. En las trampas artesanales se colectaron los especímenes cada 15 días desde marzo a octubre del 2014. Se identificaron insectos del género *Tribolium* y *Oryzaephilus*; en las trogo trampas no se encontraron insectos. *T. granarium* no se ha reportado en los informes de registros de detecciones en almacenes fiscales y bodegas; su ausencia en el país confirma su categoría A1, de alto riesgo de ser introducida, dispersada y establecida en el área en peligro, como plaga cuarentenaria reglamentada. Las medidas de manejo, deben priorizarse con base a los argumentos técnicos y científicos que verifican la categorización de plaga cuarentenaria con un sistema preventivo del monitoreo y aplicación del marco regulatorio, legislación y uso racional de los recursos económicos y humanos.

Palabras clave: Cuarentenaria, trogo-trampas

ABSTRACT

In Nicaragua, the khapra weevil *Trogoderma granarium* Everts is a quarantine pest. It is the most destructive in stored products. Management measures and economic and social impact for its eradication are high cost and difficult to implement. This qualitative research, argued in a scientific-technical way, the risk of introduction and prospecting of *T. granarium* in imported agricultural, non-agricultural products, means of transport, fiscal warehouses and warehouses of international cargo in Nicaragua. In the risk of introducing pests, the methodologies of national and international standards of sanitary and phytosanitary measures and the systematization of information in databases, institutional reports and consultations with experts were applied. For prospecting, seven fiscal warehouses and two international cargo warehouses were selected to determine the presence of larvae and adults with artisanal traps and trogo-traps. In the artisanal traps, specimens were collected every 15 days from March to October 2014. Insects of the genus *Tribolium* and *Oryzaephilus* were identified; in the trogo traps no insects were found. *T. granarium* has not been reported in the detections records reports in fiscal warehouses and warehouses; its absence in the country confirms its A1 category, with a high risk of being introduced, dispersed and established in the area in danger, as a regulated quarantine pest. The management measures must be prioritized based on the technical and scientific arguments that verify the categorization of quarantine pest with a preventive system of monitoring and application of the regulatory framework, legislation and rational use of economic and human resources.

Key words: quarantine, Trogo-traps

I. INTRODUCCION

El gorgojo khapra (*Trogoderma granarium*, Everts), es de origen oriental, donde es casi cosmopolita. En países europeos es una plaga de importancia económica en Chipre, Tunisia y Turquía. En América latina tiene importancia económica y cuarentenaria, en los países que se ha introducido y en los que no se ha reportado (OIRSA, 1999)

Muchos países tienen experiencias amargas de las pérdidas ocasionadas por artrópodos que han ingresado a su país por la introducción de los mismos y que tienen condiciones favorables para que se establezcan, teniendo que recurrir en la mayoría de las veces a programas de control que más bien vienen a agravar el problema en vez de solucionarlo ya que el abuso de agroquímicos ha generado resistencia en los insectos (OIRSA, 1989).

Con el avance tecnológico y el incremento de las formas de transportar grandes cantidades de personas, cargas y envíos, en el menor tiempo posible, ha dado lugar a que se transporte material vegetal que puede estar contaminado con agentes biológicos de su lugar de origen, que por sus condiciones, estaban en bajas poblaciones por tener enemigos naturales nativos; pero que al trasladarse, se adaptan fácilmente y no encuentran obstáculo alguno para establecerse, como una plaga exótica puede ser altamente destructiva tanto en el país de origen como el país de destino (OIRSA, 1989); sumado a la cultura de cultivos extensivos que le proporcionan mejores condiciones para su explosión poblacional.

El ingreso de plagas de importancia cuarentenaria y económica, para los países que dependen en su mayoría de la agricultura, ven una amenaza en éstos; debido al perjuicio en el estatus fitosanitario que repercute en las exportaciones de los productos hacia los países donde no se encuentra dicha plaga y que representa una seria amenaza para la economía.

Muchas plagas tienen un amplio rango de hospederos, que los hace acumular un elevado potencial de adaptación a cualquier zona que presente similares condiciones tanto climáticas como biodiversidad donde se desarrollan, que su multiplicación es tan rápida que; en poco tiempo su colonización se vuelve una epidemia de grandes magnitudes.

En muchos países se han introducido plagas de forma accidental, que su detección por los métodos de inspección han resultado ineficaces debido a que las medidas de prevención no fueron analizadas con anterioridad y se expone a que la plaga u organismo perjudicial, se desplace tan aceleradamente, que los esfuerzos por contenerla se vuelven infructuosas al punto de abandonarse y tratar de convivir con la plaga.

Por lo general cuando se transporta cargas considerables de frutas, granos, hortalizas y otros productos vegetales puede haber riesgo de ingreso de plagas, pero estos cargamentos están sujetos a una serie de procesos de selección, inspección, certificación y tratamiento lo que reduce estos riesgos, no obstante, la posibilidad de entrada de organismos plagas puede darse en

materiales de empaque, bolsas, maletas, medios de transporte, embalajes, que pueden servir para trasladar una plaga exótica, por ejemplo una bolsa de arroz, que puede albergar al gorgojo khapra (OIRSA, 1989).

El gorgojo khapra de los granos almacenados (*Trogoderma granarium*, Everts) es una de las plagas con los atributos que le permiten una versatilidad en adaptabilidad que lo colocan en un lugar muy importante debido a un amplio rango de hospederos tanto de origen vegetal como animal, siendo de la familia de los derméstidos posiblemente el más agresivo por la capacidad que tiene la hembra, de poner huevos, aún sin alimento.

También las larvas pueden sobrevivir por varios años sin alimento y pueden entrar en diapausa facultativa que les permite sobrevivir en condiciones desfavorables como altas y bajas temperaturas, con falta de agua y alimento.

Además que las condiciones ecológicas de los países de donde se originan son similares a la región centroamericana la cual es factible su introducción por medio del transporte tanto marítimo y terrestre y aéreo que es el más rápido, a pesar de que existen referencias de que el adulto vuela, este no lo hace. (OIRSA, 1999)

Existe antecedentes, según Informe de intercepción MAGFOR, (2012-2013), en puestos de cuarentena agropecuaria: Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino y puestos de cuarentena marítimo, El Rama y Puerto de Corinto; refieren la detección de larvas de *Trogoderma* ssp., procedentes de la India, y de Estados Unidos en importación de granos de arroz.

Con el constante asedio de las plagas que ingresan por diferentes vías como vehículos, productos vegetales, animales, embalajes y artículos facilitadores de su dispersión se hace necesario la búsqueda del gorgojo con una prospección para conocer su presencia en ambientes propensos a ser colonizados por este insecto y anticipar su establecimiento para tomar las medidas correspondientes que ayudarán a erradicarlo antes que se convierta en un problema muy grande para la región.

El área en peligro, Nicaragua, debe tener un sistema de defensa que le permita disminuir o evitar daños o repercusiones económicas, ambientales, sociales que lo protejan de un eventual introducción de agentes indeseables, que sin su debida evaluación de riesgo de introducción del gorgojo khapra (*Trogoderma granarium*, Everts), el área de ARP quedaría vulnerable, ante la introducción, dispersión y establecimiento de forma accidental ya sea en transporte aéreo, marítimo, terrestre, en equipajes de pasajeros, en carga de productos agropecuarios y no agropecuarios. La importancia de este estudio, se fundamentó en recopilar información que permita obtener argumentos y evidencias científicas para realizar un análisis de riesgo y seleccionar las medidas fitosanitarias, para evitar la introducción del gorgojo khapra (FAO, 2004).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Generar información que documente el riesgo de introducción y prospección de gorgojo khapra (*T. granarium*, Everts), con fundamentos científicos en productos agropecuarios, no agropecuarios importados, medios de transporte, en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional en Nicaragua.

2.2. Objetivos específicos

Determinar mediante la prospección en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional la presencia del gorgojo khapra y sus vías de dispersión.

Reconocer morfológicamente el género *Trogoderma*, en mercancías importadas en productos agropecuarios y no agropecuarios.

Determinar las consecuencias económicas, sociales, ambientales y culturales que implican el riesgo de introducción del gorgojo khapra (*T. granarium*, Everts) y su probabilidad de establecimiento en Nicaragua.

Seleccionar las medidas fitosanitarias correspondientes o apropiadas para evitar la introducción del gorgojo khapra (*T. granarium*, Everts) en granos importados para Nicaragua.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en Managua, en los almacenes fiscales y bodegas de carga internacional, cercanas al aeropuerto internacional Augusto C. Sandino en el km 11 carretera norte y en el laboratorio de Entomología del Departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Universidad Nacional Agraria, ubicado en el km 12 ½ carretera norte (Anexo 1).

En esta investigación cualitativa, se realizó búsqueda de información relacionada al tema, haciendo uso de información existente en el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA), en bases de datos del Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), Centro Nacional de Diagnóstico Fitosanitario (CNDF), consultas a expertos, así como informes institucionales y base de datos en internet.

La prospección de *T. granarium*, Everts, comprendió el período del 07 de marzo hasta el 31 de octubre del 2014; para esto se solicitó colaboración de las personas responsables de los almacenes fiscales para formalizar y controlar los días del muestreo, ubicación de trampas artesanales y convencionales y calendario de visita de acuerdo con las condiciones particulares de cada almacén; así mismo disponibilidad de personal para custodia, seguridad y registro.

3.2. Selección de bodegas fiscales para la implementación de trampeo

Se seleccionó la ubicación de los almacenes de depósito fiscal y bodegas de carga internacional que estuvieran próximas entre sí, para la colocación de trampas en la búsqueda de insectos de importancia económica y cuarentenaria que pudieran ser transportados por barco, aviones o vía terrestre en camiones, furgones, automóviles, embalajes de madera, cajas, equipaje de pasajeros, vehículos o productos agropecuarios y no agropecuarios que sirvieran como refugio a los insectos. Las bodegas de carga internacional y bodegas de depósito fiscal, se localizaron cerca del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino a una distancia no mayor de cinco km. entre sí (Cuadro 1).

Cuadro 1. Bodegas de carga internacional y almacenes fiscales en prospección de *Trogoderma granarium*, Everts 2014

Bodega	Dirección	Tipo de bodega	de Latitud	Longitud
Almacén Puerto Libre	Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua	Bodega fiscal	12°08'39.42"N	86°10'09.4"O
Bodega de carga de TACA Airlines	Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua	Bodega de carga internacional	12°08'42.2"N	86°10'25.7"O
Bodega de Aduana de Carga Aérea	Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, Managua	Bodega de carga internacional	12°08'43.2"N	86°10'33.4"O
Almacén GLOBAL	De la Aduana de Carga Aérea, 300 m. al Norte, Managua	Bodega Fiscal	12°09'07.2"N	86°10'31.8"O
Almacén ALPAC	De la Subasta, 300 m. al Norte, Managua	Bodega Fiscal	12°09'15.1"N	86°11'45.5"O
Almacén LA FISE	De la Subasta 100 m. Al Sur, Managua	Bodega Fiscal	12°08'44.5"N	86°11'47.6"O
Almacén ACONISA	De la Subasta 3 km al Sur, 100 m al este, 50 m. al sur, Managua	Bodega Fiscal	12°07'21.8"N	86°12'07.4"O
Almacén TEZLA	Km. 8 carretera Norte, 30 m. al Norte, 100 m. al oeste, 40 m. al Norte, Managua	Bodega Fiscal	12°09'01.6"N	86°12'03.9"O
Almacén ALMEXSA	Portezuelo 50 m. al Norte, Managua	Bodega Fiscal	12°09'07.7"N	86°13'24.0"O

3.3. Diseño metodológico para el trampeo en bodegas de carga internacional y almacenes fiscales

Con el propósito de llevar a cabo un procedimiento basado en normativas aceptadas y aprobadas en el ámbito científico metodológico, se recurrió al uso de las normas internacionales fitosanitarias elaboradas por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) regidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

3.4. Prospección de *T. granarium* en los almacenes fiscales y bodega de carga internacional

La prospección se efectuó de acuerdo a la Norma Internacional de Medidas Fitosanitaria NIMF N° 31 (FAO, 2008); Metodologías para muestreo de envíos, la que refiere a muestreo no estadístico.

Estos fueron, muestreo de conveniencia, arbitrario y selectivo o dirigido, para determinar la presencia o ausencia de *T. granarium* en condiciones de almacén. Se definió una ruta de visita, iniciando con la Bodega de Puerto Libre Internacional. Cada unidad muestreada se localizó de acuerdo a las necesidades de logísticas, traslado, accesibilidad, manejo, tiempo y espacio para la realización de las inspecciones, toma y preparación de muestra, reemplazo de trampas y material atrayente y uso de custodia.

En cada bodega se ubicaron tres trampas artesanales y una convencional para *T. granarium*, estas se instalaron en una disposición de L, para ubicar fácilmente las trampas, en lugares que no interrumpieran las labores que se realiza en los almacenes y que fueran accesibles para sus correspondientes inspecciones y remoción en caso necesario para el cambio de material atrayente (Anexo 2). La disposición de las trampas no obedece a ninguna referencia bibliográfica sino a una disposición arbitraria de ubicación con el propósito de adecuarlo a las esquinas de los almacenes donde haya acumulación o refugio de insectos objetivo.

3.4.1. Diseño de trampas artesanales

Las trampas artesanales por su bajo costo según Mertilus *et al.*, (2017) consistieron en panas plásticas con tapa, rectangulares, con dos depósitos, de colores rojo y celeste, para ser lo suficientemente visibles. A cada lado de los recipientes se hicieron dos perforaciones, para permitir el ingreso de los insectos y se impregnó miel como pegante en el lado interno, cerca de cada orificio, para asegurar la captura en la entrada y salida de los insectos. Para la atracción de larvas de *Trogoderma* o adultos de otras especies de insectos que atacan granos y alimentos concentrados para animales fueron utilizadas estas trampas sencillas según EPPO (2013). Los atrayentes alimenticios fueron granos de arroz y concentrado para aves (purina), que se colocaron por separado en cada uno de los depósitos de las panas plásticas (Anexo 3).

Las trampas fueron tapadas herméticamente, con el objetivo de evitar la salida de los insectos, acceder a los insectos atrapados y mantenimiento a las trampas al momento de la colecta de los insectos (Anexo 3).

3.4.2. Diseño de trampas convencionales

Las trampas convencionales específicas llamadas Trogo-trampas consistieron de un cuadrado de cartón corrugado con una bandeja doble de plástico para el aceite atrayente y la feromona sexual y una tapa o cobertor. Estas trampas se colocaron en el suelo, cercanas a una de las trampas artesanales con atrayente alimenticio para facilitar su localización al momento de la revisión (Anexo 3). Estas trampas fueron proporcionadas por el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria.

Etiquetado de las trampas

En cada trampa se redactó información que indicó el nombre del almacén o de la bodega, número de la bodega, número de la trampa, toda esta información se representó con un código de identificación de la trampa, para su posterior registro de datos (Anexo 3).

Número de trampas en bodegas de carga internacional y almacenes fiscales

Para la identificación de foco de infestación, las trampas fueron ubicadas en las bodegas y almacenes en forma de L, de acuerdo a la distribución de carga de los productos; también se consideró una posible ruta de movimiento de los insectos. La ruta de ubicación de trampas, muestreo y visita a los almacenes fiscales y bodegas de carga internacional, inició con el almacén Puerto Libre Internacional, en cada bodega se almacenan productos importados tales como: licores, chocolates, cigarros puros, cigarrillos, llantas, electrodomésticos; estos productos son empacados en cajas de cartón o madera para su posterior desaduanaje (Cuadro 2).

Cuadro 2. Almacenes y número de trampas en el estudio de prospección de *Trogoderma granarium* Everts, Managua, 2014

Almacén	Nombre de Bodega	Cantidad de bodegas	Trampas artesanales	Trogo-trampas	Sub total
Puerto Libre Internacional	1	1	3	1	4
Bodega de TACA Airlines	1	1	3	1	4
Bodega Aduana de Carga Aérea	1	1	3	1	4
GLOBAL	1 y 4	2	6	2	8
ALPAC	2 y 4	2	6	2	8
LA FISE	1 y 2	2	6	2	8
ACONISA	2	1	3	1	4
TEZLA	1	1	3	1	4
ALMEXSA	1 y 2	2	6	2	8
Total		13	39	13	52

Frecuencia de revisión de trampas

La revisión de las trampas se realizó cada 15 días según programación de visitas a los almacenes y bodegas IPSA (2000). El cambio de las trogo-trampas se realizó cada dos meses teniendo 150 trampas para la realización del ensayo durante 8 meses que duró la prospección. Las trampas eran cambiadas por deterioro, pérdida o disminución en su efectividad. El cambio de las trampas artesanales se dio solamente por deterioro o pérdida el momento de realizar las visitas para revisión y toma de datos (Anexo 4)

3.5. Detección del género *Trogoderma* en mercancías importadas, bodegas y almacenes fiscales

En los registros de plagas que son enviados desde los puestos de cuarentena agropecuaria a la jefatura de cuarentena vegetal, se consolidan en un informe para las estadísticas, después de la obtención de los resultados del laboratorio considerando la fecha, puesto de cuarentena,

producto de importación, país de origen y el tipo de organismo e identificación a nivel de los taxones de género y especie.

3.6. Procesamiento de registros de los puestos de cuarentena agropecuaria acerca de las intercepciones de plagas

Se revisó información de los registros de las intercepciones en los puestos de cuarentena agropecuaria en Nicaragua, para conocer la ocurrencia de insectos de granos almacenados de importancia cuarentenaria que son transportados en productos de consumo como: arroz, maní, trigo, maíz amarillo y medios de transporte, material de empaque o embalaje; de acuerdo con informes presentados por el (IPSA, 2012-2016).

3.7. Muestreo y colecta de insectos en trampas artesanales y convencionales

Los insectos colectados y toma de datos de las trampas artesanales y convencionales, en los almacenes y bodegas, se realizaron de acuerdo a la ruta de ubicación de los almacenes y fechas de visita (Anexo 1 y 4). Los insectos fueron colocados en bolsas plásticas con un insecticida en polvo Clorpirifos (Lorsban TM) para evitar escape de los insectos vivos y con su respectiva etiqueta de identificación con fecha, bodega o almacén, cantidad de insectos vivos y muertos, tipo de trampa.

Fuera del almacén, posterior a la revisión de las trampas, se procedió a colocar los insectos en los viales con alcohol a 75 % para su identificación en laboratorio entomológico de la Universidad Nacional Agraria.

Para la identificación de los insectos colectados, ésta fue asistida con un especialista entomólogo de la Universidad Nacional Agraria, además, se usó clave taxonómica sencilla según Borror y Delong (1992) y se comparó en Walker (2008) y hojas de datos de plagas de importancia cuarentenarias para la región del OIRSA (1999). Posteriormente los insectos identificados fueron colocados en caja entomológica.

3.8. Identificación morfológica del género *Trogoderma*

Para la identificación de *T. granarium*, se utilizó la clave taxonómica de Borror y Delong (1992) que determina el orden y la familia a la que pertenece el gorgojo khapra; después se aplicó la clave de identificación de Kingsolver (2002) para distinguirlo de los géneros: *Anthrenus*, *Anthrenocerus*, *Attagenus* y *Dermestes*.

3.9. Diferenciación de larvas de Dermestidos

Se utilizó una clave dicotómica sencilla para la diferenciación de otras larvas aun cuando esta clave no incluye el origen geográfico o las intercepciones de los especímenes teniendo el

cuidado de usarse con cautela debido a que existen todavía muchas especies de Derméstidos no descritas en el mundo EPPO (2013), (Anexo 7).

Otras claves taxonómicas utilizadas fueron: Identificación larvaria del género *Trogoderma* del último estadio, Diferenciación de adultos de derméstidos e Identificación de adultos de *Trogoderma* en NIMF 27 (FAO, 2012) y (EPPO, 2013) (Anexo 7.2)

3.9. Metodología de riesgo de introducción del gorgojo khapra y su probabilidad de establecimiento en Nicaragua

La determinación del riesgo de introducción de plagas de importancia cuarentenaria en un área, se realizó según la NIMF 11 FAO, (2013), análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias y NIMF 2, FAO, (2013), Directrices para el análisis de riesgo de plagas. También se tomó como referencia las directrices de APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service) (FAO, 2013); se consideró para este estudio las siguientes etapas: inicio, evaluación y manejo del riesgo.

3.9.1. Primera etapa: Inicio

En esta etapa se identificó las vías de entrada de *T. granarium*, mediante los productos básico importados y transporte. También se identificó la plaga, verificando su condición como plaga cuarentenaria, recopilando información para evidenciar y argumentar científicamente la aplicación de medidas fitosanitarias que serán requeridas para evitar su ingreso o su establecimiento en Nicaragua.

Este proceso se realizó mediante la recopilación de la siguiente información: Se recopiló información del listado de plagas cuarentenarias en Nicaragua (IPSA, 2016), lista de plagas presentes en Nicaragua (IPSA, 2016), listado de los hospederos de *T. granarium* y datos de embarque y desembarque de contenedores llenos y vacíos, productos y movimiento de carga y turismo para conocer las vías que pueden seguir la plaga para su introducción al país (COCATRAM, 2017).

Para la identificación de las vías de entrada se recopiló información de productos de granos básicos importados a Nicaragua (BCN, 2014), de acuerdo con su procedencia y compararlos con los productos importados de México, Estados Unidos donde se han realizado intercepciones de *T. granarium*.

Se revisó información de los registros de las intercepciones en los puestos de cuarentena agropecuaria en Nicaragua, para conocer la ocurrencia de insectos de granos almacenados de importancia cuarentenaria que son transportados en productos de consumo como: arroz, maní, trigo, maíz amarillo y medios de transporte, material de empaque o embalaje; de acuerdo con informes presentados por el IPSA, (2012-2016).

Para conocer la disponibilidad, cantidad y distribución de hospederos dentro del área de ARP, las condiciones de temperatura y humedad, compatibilidad ecológica, potencial de adaptación, estrategia reproductiva y métodos de supervivencia se recurrió a las fichas técnicas del ciclo biológico de *T. granarium* en hojas de datos del OIRSA (1999).

Para la obtención de datos climáticos, de temperatura y humedad relativa se revisó la base de datos climáticos de TuTiempo.net (2015) de los países donde se encuentra establecido *T. granarium* y relacionó con el área en riesgo en Nicaragua y países vecinos.

3.9.2. Segunda etapa: Evaluación del riesgo

Para determinar la categorización de *T. granarium*, se revisó información en internet si la plaga cumple con los criterios geográficos, potencial de entrada, potencial de establecimiento, dispersión, consecuencias económicas para ser incluida como plaga cuarentenaria (FAO, 1995).

Se valoró los criterios de probabilidad de entrada, establecimiento y dispersión de *T. granarium* y consecuencias económicas potenciales para determinar si es una plaga cuarentenaria (FAO, 2004).

Se recopiló lista de plagas reglamentadas según IPSA (2016), NIMF 19, FAO (2003) Directrices sobre la lista de plagas reglamentadas y comunicación personal con técnicos del IPSA.

En esta segunda etapa también se consideró la consulta a expertos en entomología.

Consulta a expertos

Con el objetivo de conocer la probabilidad subjetiva de introducción de *T. granarium* en Nicaragua, se solicitó la opinión de seis expertos en las áreas de entomología, quienes conocen los hábitos de los insectos.

Se contactó por correo electrónico a profesionales que han impartido capacitación de entomología en la institución del IPSA, docentes de la Universidad Nacional Agraria, técnicos que realizan monitoreo y vigilancia fitosanitaria del IPSA, profesionales de las ciencias agrarias nacionales e internacionales con experiencia en entomología, trampeo y monitoreo, profesionales de Republica Dominicana y Bélgica, que tienen colaboración con Nicaragua en materia de Sanidad Vegetal.

Se les solicitó el llenado de preguntas abiertas y cerradas, en formato de excel, para determinar su percepción de introducción de *T. granarium* a Nicaragua y sus consecuencias socio-económicas, impacto ambiental y cultural.

La validez del juicio de expertos se basó en los criterios propuestos por Skjong & Wentworth (2011) como son: a) Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia o experticia, b) Reputación en la comunidad, c) Disponibilidad y motivación para participar y d) imparcialidad (Anexo 6).

Según la directriz del APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service) que clasifica los riesgos de la plaga por las consecuencias de la introducción, posibilidad de introducción y estimación del riesgo potencial de la plaga, la clasificación del riesgo de la plaga fue evaluado por los elementos de la plaga y por los valores acumulados en alto, medio y bajo.

De acuerdo al APHIS (2013), se consideró cinco elementos para determinar las consecuencias de introducción (clima/hospedante, rango de hospederos, potencial de dispersión, impacto económico e impacto ambiental) para generar un valor de riesgo acumulado que es un indicador del potencial de la plaga para establecerse, dispersarse y causar impactos económicos y ambientales (Bremmer *et al.*, 2012).

Clima/hospedante

Para definir la puntuación se consideró la zonificación de susceptibilidad del hospedero y adaptabilidad al clima según Burges (1959), para el establecimiento de la plaga.

Bajo (1): Una zona susceptible para el establecimiento de la plaga

Medio (2): Dos o tres zonas susceptibles para el establecimiento a la plaga

Alto (3): Cuatro o más zonas susceptibles para el establecimiento de la plaga

Rango de hospederos

Mediante la lista de hospederos de *T. granarium* según CABI (2018) se clasificó de acuerdo a los niveles jerárquicos de hospederos, a niveles más altos en la jerarquía, más alto el riesgo.

Bajo (1): La plaga ataca una o más especies de un género de hospederos

Medio (2): La plaga ataca múltiples especies de una familia de hospederos

Alto (3): La plaga ataca múltiples especies de múltiples familias de hospederos

Potencial de dispersión

La determinación de las capacidades que tiene la plaga para dispersarse una vez introducida se hizo mediante búsqueda bibliográfica de los hábitos de dispersión. De acuerdo a la NIMF 11 (2004), se establecieron los siguientes criterios de puntaje

Bajo (1): La plaga no tiene alta capacidad reproductiva y de dispersión

Medio (2): Plaga con alta capacidad reproductiva

Alto (3): Plaga alto potencial biótico y dispersión rápida (mayor de 10 km/año)

Impacto económico *T. granarium* a Nicaragua

Mediante búsqueda bibliográfica sobre los daños y pérdidas en hospederos que causa *T. granarium* se determinó su impacto económico de acuerdo con los siguientes criterios definidos en la NIMF 2 (2004); (Lindgren *et al.*, 1955)

Bajo (1): La plaga ocasiona daños directos a los productos hospederos

Medio (2): La plaga provoca aumento en los costos de producción o su comercialización y daño directo a productos hospederos

Alto (3): La plaga ocasiona pérdidas por disminución del valor comercial nacional e internacional y los dos impactos anteriores

Impacto medioambiental

Se recopiló lista de insectos benéficos en Nicaragua que pueden ser afectados por la introducción de *T. granarium* y son parte de la biodiversidad, se asignó los siguientes criterios (NIMF 2, 2004).

Bajo (1): Pueda afectar especies de la biodiversidad

Medio (2): Afecte o altere hábitats sensibles de la biodiversidad

Alto (3): Provoque un fuerte uso de agroquímicos para su control

Posibilidad de introducción

Para la posibilidad de introducción se tomaron en cuenta seis elementos (Cantidad importada anual, sobrevivencia al tratamiento pos-cosecha, sobrevivencia al transporte, no detección en puertos de entrada, acceso a un entorno adecuado para su supervivencia y entrada en contacto con material adecuado para reproducción (NIMF 11, 2004), que se detalla a continuación:

Cantidad de producto importado anual

Se tomó la cantidad contenedores estandarizados de 40 pies (APHIS, 2013) o su equivalente en kg. que fueron importados.

Bajo (1): Menos de 10 contenedores por año

Medio (2): Entre 10 a 100 contenedores por año

Alto (3): Más de 100 contenedores por año

Sobrevivencia al tratamiento pos-cosecha

También se tomó información según hojas de datos del OIRSA (1999), se determinó la capacidad que *T. granarium* tiene para sobrevivir los tratamientos después de la cosecha.

Bajo (1): La plaga no sobrevive al tratamiento pos-cosecha

Medio (2): La plaga puede sobrevivir al menos uno de los estadios al tratamiento pos-cosecha

Alto (3): La plaga sobrevive su estadio más infectivo al tratamiento pos-cosecha

Sobrevivencia al transporte

Se determinó por medio de la información de OIRSA (1994), la capacidad de supervivencia al transporte

Bajo (1): La plaga sobrevive menos del 1 % en medios de transporte

Medio (2): La plaga sobrevive entre el 1 y 10 % en medios de transporte

Alto (3): La plaga puede sobrevivir entre el 10 % y 100 % en medios de transporte

No detección en puerto de entrada

De acuerdo a EPPO (2013), *T. granarium* requiere de métodos y técnicas de detección.

Bajo (1): La plaga se puede detectar a simple vista

Medio (2): No hay indicios de la plaga en el producto hospedante o medio de transporte

Alto (3): Difícil detección de la plaga por inspección visual, muestreos y prospecciones

Movimiento a hábitat adecuado para su supervivencia

Bajo (1): Producto susceptible a *T. granarium*, es almacenado en ambiente frío

Medio (2): Producto susceptible a *T. granarium*, tiene destino en ambiente menor de 20 ° C

Alto (3): Producto susceptible es almacenado a temperatura ambiente mayor de los 20 ° C y menor de 40 ° C

Contacto con material hospedante

Se determinó de acuerdo a información de Mohammadzadeh e Izadi (2018), que tipo de hospedantes primarios y óptimos para un rápido crecimiento poblacional de *T. granarium*.

Bajo (1): Contacto con material no hospedante

Medio (2): Contacto con hospedante alterno

Alto (3): Contacto con material hospedante

La clasificación de criterios del riesgo de introducción de plagas de *T. granarium* se realizó de acuerdo a la metodología APHIS (2013); con el cálculo de la siguiente fórmula:

El riesgo de la plaga = Consecuencias de introducción + probabilidad de introducción

Cuadro 3. Criterios de clasificación del riesgo de introducción de plagas de *T. granarium*

Valores acumulados	Clasificación de criterios		
	Bajo	Medio	Alto
Consecuencias de introducción	5-8	9-12	13-15
Probabilidad de introducción	6-9	10-14	15-18
Riesgo de introducción de la plaga	11-18	19-26	27-33

La puntuación mínima y máxima de los valores bajo, medio y alto de las consecuencias de introducción y la probabilidad de introducción se suma, obteniéndose los valores acumulados del riesgo de introducción de la plaga. Estos resultados permitirán determinar qué medidas disponibles y su intensidad debe aplicarse para tener un nivel de seguridad sobre el riesgo percibido que pudiera determinarse en la etapa III correspondiente al manejo del riesgo de la plaga (Cuadro 3).

Los valores según el APHIS (2013), son criterios definidos de acuerdo a la amenaza que representa una plaga cuarentenaria y se definen de la manera siguiente:

Bajo (1): Básicamente la plaga no requiere medidas fuertes de mitigación y se esperará que las inspecciones en puestos de entradas sean suficientes para contrarrestarla.

Medio (2): Se esperaría el uso de medidas específicas para su contención.

Alto (3): Es recomendable el uso de medidas de forma exhaustivas para prevenir el ingreso de plagas de alto riesgo fitosanitario.

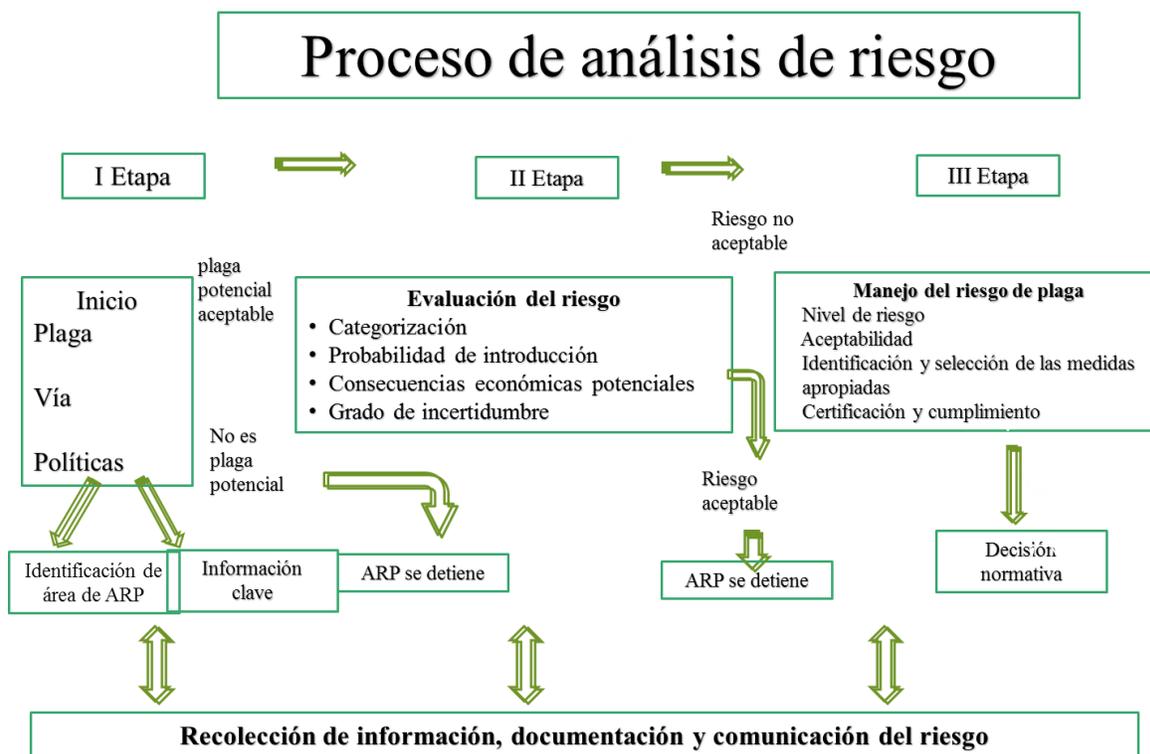
3.9.3. Tercera etapa: Manejo del riesgo de la plaga

Se elaboró una lista de las medidas que son necesarias para el manejo de *T. granarium* en donde se encuentra la plaga y se apliquen las medidas correspondientes para evitar el establecimiento de dicha plaga en Nicaragua. Se estableció un nivel de riesgo aceptable de acuerdo a pérdidas económicas estimadas y en comparación con niveles aceptados por otros países.

Las opciones de manejo para la disminución de los riesgos encontrados en la etapa II, las cuales se evalúan de acuerdo a su eficacia, viabilidad y repercusiones para seleccionar las apropiadas se determinó según (FAO, 2004)

Se evaluó el manejo del riesgo en función de las vías de entrada y las medidas usadas tradicionalmente y que sean consecuentes con las repercusiones mínimas para el comercio y minimicen el riesgo de introducciones posteriores (FAO, 2004) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Etapas de análisis de riesgo



Fuente: NIMF n° 2 (FAO, 2007) y NIMF n° 11 (FAO, 2013)

a) Selección de medidas fitosanitarias disponibles

En relación a la aplicación de medidas fitosanitarias, se revisó la ley 291, Ley Básica de Salud animal y Sanidad Vegetal y su Reglamento La Gaceta (1998), Normas internacionales Fitosanitaria, Normas técnicas obligatorias nacionales y Manuales de tratamientos cuarentenarios, resultados de análisis de laboratorio de sanidad vegetal y plan de contingencia de otras plagas como referencia al uso de medidas fitosanitarias. Se consultó información en internet sobre los daños que presentan otros países con khapra y cuales has sido las medidas utilizadas para contrarrestar los perjuicios.

b) Análisis de la información

Con la información se realizó un análisis descriptivo y se argumentó de acuerdo a las fuentes bibliográficas, normas nacionales e internacionales, opiniones de expertos y documentales, con la finalidad de definir las medidas que se van a utilizar; para el manejo del riesgo inminente de introducción de plaga *T. granarium*.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

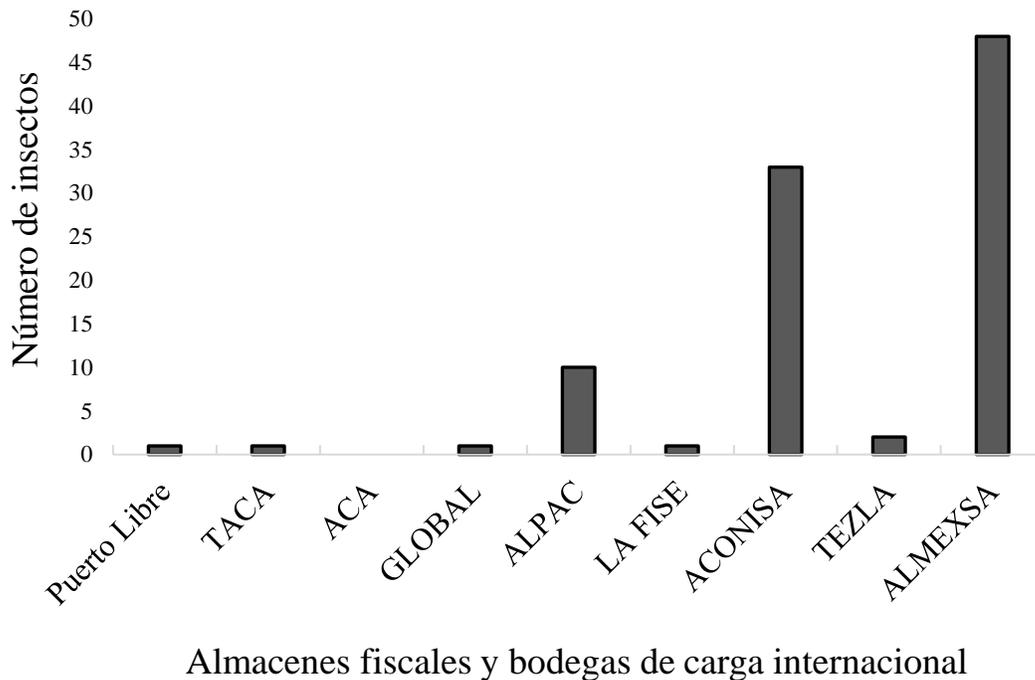
4.1. Prospección de gorgojo khapra en los almacenes fiscales y bodegas de carga internacional

En las trampas artesanales se encontraron insectos del género *Tribolium* y *Oryzaephilus*, gorgojos del orden Coleóptera y familia *Tenebrionidae* y *Silvanidae* respectivamente. El mayor número de insectos encontrados en las trampas y los predios de almacenes se encontró, en almacenes que resguardan productos alimenticios como sopas instantáneas, alimentos para mascotas, en artículos de madera y empaques de cartón. La presencia de los insectos se observó influenciado por los productos mencionados en este párrafo (Cuadro 5 y Figura 1).

En las trogo-trampas no se encontraron insectos, estas fueron cambiadas cada mes para asegurar la efectividad y el cambio de atrayente alimenticio y las feromonas. Las trampas artesanales y trogo-trampas extraviadas y vencidas fueron desechadas e incineradas de acuerdo a la NIMF 11, FAO (2004).

Cuadro 5. Clasificación de las especies de insectos encontradas en las trampas artesanales en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional, Managua

Nombre de Almacén	Orden	Familia	Genero	Especie
Puerto Libre Internacional	Lepidoptera	Gelechidae		
TACA Airlines Bodega de Aduana de Carga Aérea	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium</i>	<i>spp.</i>
GLOBAL	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium</i>	<i>Spp</i>
ALPAC	Coleoptera	Silvanidae	<i>Oryzaephilus</i>	<i>Surinamensis</i>
LA FISE	Desconocido	Desconocido		
ACONISA	Coleoptera	Silvanidae	<i>Oryzaephilus</i>	<i>Surinamensis</i>
TEZLA	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium</i>	<i>spp.</i>
ALMEXSA	Coleóptera	acarinae		
		Tenebrionidae	<i>Oryzaephilus</i>	<i>surinamensis</i>
			<i>Tribolium</i>	<i>spp.</i>



Figural. Número de insecto en trampas artesanales, en almacenes y bodegas para la prospección, Managua

En los almacenes ALPAC, ACONISA Y ALMEXSA se encontró *Oryzaephilus surinamensis* en arroz y alimento concentrado para aves.

Los controles de plagas que utilizan en los almacenes fiscales y bodegas de carga internacional se realizan en dos modalidades, la interna que utiliza la fumigación con productos gasificados y se aplican cada seis meses y el granulado cada 3 meses; en el gasificado se utiliza Malatión® combinado con diésel y el granulado o espolvoreado, se distribuye en forma de cuadrícula.

En los almacenes TEZLA y bodega de TACA Airlines se encontraron dos arácnidos del suborden *Acarine* y un insecto de *Tribolium*, en el período de estudio; en estos almacenes no se aplica plaguicida cuando existe baja cantidad de productos o cargamento a guardar y tiempo de permanencia (Cuadro 5).

4.1. Análisis entomológico del género *Trogoderma* en mercancías importadas, bodegas y almacenes fiscales e intercepciones en puestos de cuarentena

La identificación de las especies es priorizada para las plagas cuarentenarias. Para el caso del género *Trogoderma* se identifican las especies *Trogoderma variabile* Ballion y *T. granarium* Everts, no así las otras especies de *Trogoderma* (Cuadro 6).

La identificación de *T. granarium* no se pudo realizar en laboratorio por no tener especímenes, sin embargo, se encuentra en la NIMF 27, un protocolo de diagnóstico para la identificación de *T. granarium* diferenciándolo de otros derméstido. Este protocolo es la herramienta que debe utilizarse en los laboratorios de diagnóstico y el reconocimiento en los puestos de cuarentena vegetal.

Cuadro 6. Intercepción de *Trogoderma spp.* en los puestos fronterizos de Nicaragua, IPSA, 2014

Puesto	Producto	Fecha	Origen	Intercepciones <i>Trogoderma spp.</i>
Aduana Central Aérea Managua		2012	Argentina	1
Corinto	Arroz	2012	U.S.A.	2
El Rama	Automóviles	2013	U.S.A.	8
El Rama	Automóviles	2014	U.S.A.	53
El Espino	Achiote	2014	Guatemala	1
Aeropuerto	Aeronave	2017	U.S.A.	1
Aeropuerto	Aeronave	2017	Panamá	4

En las trampas artesanales y en las trogo-trampas, no se encontraron espécimen de *Trogoderma*. En las trogo-trampas no se encontró *T. granarium* el atrayente alimenticio no propició la captura de ningún insecto, estas solo tienen la capacidad de atrapar insectos adultos y en esta etapa no posee hábitos alimenticios o se alimenta muy poco.

En las trampas artesanales se capturó una larva, que no se logró identificar. Este hallazgo, se valora, como un grado de incertidumbre. Otros insectos identificados fueron del género *Tribolium* y *Oryzaephilus*, gorgojos del orden Coleóptera y familia *Tenebrionidae* y *Silvanidae* respectivamente.

Otras intercepciones de *T. granarium* en países de la región muestran nuevos hospederos en Chile seco y flor de Jamaica, baldosas, ponchos de lluvia los cuales han sido identificados se muestran en los Estados Unidos se han interceptado especímenes de *T. granarium* hasta 6

veces en el año del 2,005 a 2,006 y para el 2,007 al 2,009 unas 15 intercepciones; pero el aumento de las mismas ocurrió de forma dramática en el 2011; al encontrarse hasta el mes de julio, 100 intercepciones a nivel nacional. Un estimado realizado por el Departamento de agricultura de Indiana calcula en US \$ 800 millones en pérdidas o más si llegara a establecerse en dicho estado. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos ha encontrado en semilla de chiltoma, comino, arroz, en los efectos personales de pasajeros que ingresan de Emiratos Árabes Unidos, Irak, Arabia Saudita, Sudán (Anexo 11) (CBP, APHIS, USDA, 2009, 2011-2014, 2016 y 2017).

4.2. Análisis de riesgo para plagas cuarentenarias

4.2.1. Primera etapa: Inicio

Identidad de *T. granarium*

Reino: Animalia

Filo: Artrópoda

Subfilo: Hexápoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Dermestidae

Género: *Trogoderma*

Especie: *Trogoderma granarium*

Vías de entrada de *T. granarium*

Los productos vegetales importados: Arroz, maíz, trigo y contenedores desembarcados en los puestos de cuarentena agropecuaria de Nicaragua que transportan vehículos usados, cuernos decorativos de animales (COCATRAM, 2014-2017). La lista de hospederos para *T. granarium*, también lo refiere OIRSA (1999), (Cuadro 7).

Cuadro 7. Lista de hospederos vegetales de *T. granarium* (OIRSA, 1999)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Trigo	<i>Triticum sativum</i> Lam.	Poácea
Avena	<i>Avena sativa</i>	Poácea
Alpiste	<i>Phalaris canariensis</i>	Poácea
Mijo	<i>Panicum miliacium</i>	Poácea
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Poácea
Centeno	<i>Secale cereale</i>	Poácea
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Poácea
Maíz	<i>Zea mays</i>	Poácea
Maní	<i>Arachis hipogea</i>	Fabácea
Linaza	<i>Linu musitatissimum</i>	Linácea
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Fabácea
tomate (semilla)	<i>Licopersicum esculentum</i>	Solanácea
Frijol	<i>Faseolus vulgaris</i>	Fabácea
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i> L.	Fabácea
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Poácea
Soya	<i>Glicine max</i>	Fabácea
Algodón	<i>Gossipium hirsutum</i>	Malvácea

Inicio del ARP por una plaga, gorgojo khapra (*T. granarium* Everts)

De acuerdo con la NIMF n° 11 (FAO, 2013) el inicio del Análisis de Riesgo de Plagas se determina por las repetidas intercepciones en Nicaragua del mismo género que pueden confundirse con *T. granarium*. En los puestos de cuarentena, en las intercepciones se detectó e identificó larvas y adultos de derméstidos como son *Trogoderma simplex*, *Trogoderma variabile* y otras especies de *Trogoderma* no *granarium* (MAGFOR, 2012); introducido a Nicaragua en importaciones de arroz procedentes de los Estados Unidos, embalaje utilizado para transportar café desde Vietnam, trigo originario de Rusia, equipo y vehículos procedentes de Estados Unidos, equipajes de pasajeros que ingresan en aeronaves originarios de Turquía, India, donde se registra la presencia de *T. granarium* (IPSA, 2014).

En Estados Unidos no se encuentra *T. granarium* por su erradicación, las constantes intercepciones indican que este derméstido ha superado el tránsito en otros países y colonizado otro de forma accidental debido a las triangulación de los productos de granos básicos, que son la vía más frecuente de trasladarse de un país a otro y por los medios de transporte que son la vía más rápida de movimiento de personas y artículos en los que puede sobrevivir una plaga como *T. granarium* (SENASICA, 2016).

Otra de las situaciones por las que se da inicio al ARP es por la notificación de que una plaga en una nueva área, distinta de la propia de ARP, más perjudicial que en su área de procedencia; siendo el gorgojo khapra una de las plagas más temidas de los granos almacenados que no está presente en Nicaragua y que tiene las condiciones para su introducción, dispersión y establecimiento (FAO, 2006).

Identificación de las vías de la plaga

De acuerdo con los reportes de Sanidad Vegetal las vías para la introducción de *T. granarium* en Nicaragua se registran las intercepciones del género *Trogoderma* encontrados son en productos básicos preferentemente arroz, lentejas, frijol seco, semilla de cebada, habas, garbanzos, en aeronaves.

Determinación del Área de ARP

De acuerdo a la definición según la NIMF n° 11, FAO (2013) el área está representada por varios países, un país o parte de este, Nicaragua es considerada en este estudio como área de ARP. Esta se considera un área en peligro debido a que presenta las condiciones climáticas adecuadas para su establecimiento.

Características del área de ARP

Condiciones climáticas de Nicaragua

La diferencia de temperatura en las regiones en las que está dividida Nicaragua no es factor que determinaría una condición desfavorable para el establecimiento de *T. granarium*, ya que también los ambientes protegidos de los almacenes y bodegas donde se mantienen y guardan alimentos, no están exentos de ser invadidos por estos insectos que son transportados por camiones, cajas, sacos u otros artículos no agropecuarios que sirven de albergue y escondite.

Según Köppen (2014) las características climáticas de Nicaragua son de clima caliente y subhúmedo con lluvias en verano: Predominantemente en toda la región del pacífico y mayor parte de la zona norte, presenta una estación seca (noviembre-abril) y lluviosa (mayo-octubre). La precipitación varía de 600 mm en valles intra-montañosos de la región norte hasta 2000 mm al este del municipio de Chinandega y municipio del Tuma, La Dalia. La temperatura media anual registra valores de 30 ° C en la parte central de la región del Pacífico y 18 ° C en lugares elevados del macizo montañoso central (Anexo 8).

En Nicaragua también predomina el tipo de clima monzónico, representado por las llanuras de las regiones autónomas del Atlántico, abarca al este del municipio de Boca de Sábalo y se extiende a los municipios del Tuma, La Dalia, Bonanza y Cabo Gracias a Dios, bordea la faja

costera al mar Caribe hasta el municipio de Bluefields, en pequeña proporción al sur del lago de Nicaragua. Registra periodo lluvioso de 9 o 10 meses con precipitación promedio anual de 2 000 mm a 4 000 mm, las lluvias disminuyen en los meses de marzo y abril. Las temperaturas medias anuales están por los 25 a 26 °C. (Anexo 9). Estas condiciones permiten a *T. granarium* poder dispersarse y encontrar un hospedante adecuado para su reproducción sin inconveniente

La humedad ambiental, que se presenta en los almacenes que son sitios protegidos para el resguardo de granos o silos, son las condiciones que favorecen el establecimiento del gorgojo khapra en estos sitios. Según Köppen (2014), el clima caliente y húmedo con lluvia todo el año se presenta al sureste de la Región Autónoma del Atlántico Sur y en el Departamento de Río San Juan, desde Punta Mono hasta Greytown, Cabecera Municipal del Municipio de San Juan de Nicaragua. En esta área llueve durante todo el año y registran acumulados anuales de precipitación de 5000 mm a 6000mm. Estas condiciones climáticas descritas favorecen el establecimiento de la plaga de granos *T. granarium*.

El rango de temperaturas donde tiene lugar el óptimo desarrollo de *T. granarium* es de los 20 a 40 °C, tales condiciones permiten que el gorgojo khapra pueda completar su ciclo biológico y aumentar las poblaciones en poco tiempo sin faltarle el alimento. Existen países que no presentan las temperaturas que favorecen el desarrollo del gorgojo khapra sin embargo esta condición no es limitante para la reproducción de este insecto.

4.2.2 Segunda Etapa: Evaluación del riesgo

a) Categorización de la plaga *T. granarium*

T. granarium, está en la lista de plaga cuarentenaria para Nicaragua. No existen registros de detecciones en almacenes fiscales y su ausencia en base a la prospección realizada en 2014; se considera de categoría A1, plaga cuarentenaria reglamentada (OIRSA, 2005)

Identificación de *T. granarium*

Sinónimos

Attagenus undulatus Motsch

Aethriostoma undulatus Motsch

Trogoderma affrum Priesner

Trogoderma koningsbergeri Pic

b) Presencia/ausencia de *T. granarium* en el área de ARP, Nicaragua, Valoración técnica de encuesta a los expertos Entomólogos

En la valoración de las encuestas realizadas a los expertos entomólogos coincidieron en sus argumentos científicos técnicos acerca del peligro que constituye la introducción de *T. granarium*. Según la NIMF n° 8, FAO (2013), la valoración científica de expertos para determinar la presencia de dicha plaga, deberá estar basado en los registros de vigilancia. Los criterios que argumentaron fueron: monitoreo, fortalecimiento de las acciones de la vigilancia fitosanitaria y el sistema de cuarentena agropecuaria en el país (Anexo 10).

El monitoreo de *T. granarium* mediante el uso trampas como alternativa de manejo preventivo los expertos manifestaron, que existe limitada información y divulgación acerca de registros y presencia del gorgojo khapra. La vigilancia fitosanitaria y cuarentena vegetal deben brindar información de estos registros y reportar las plagas cuarentenarias detectadas.

Los expertos también argumentaron sobre la probabilidad de introducción de *T. granarium*, a través de las actividades de comercialización de importaciones de productos vegetales, procedente de países donde la plaga se encuentra establecida y ésta, no es reportada para tener acceso al mercado internacional.

Las infestaciones de *T. granarium* al país, a través de productos agropecuarios y no agropecuarias, también existe la probabilidad de dispersión a los países vecinos en sus vegetales, mediante el tránsito internacional por el desconocimiento de las vías de entradas representando un gran peligro de introducción de esta plaga.

En la prospección realizada en los almacenes fiscales, no se detectó la presencia de *T. granarium* y de acuerdo con la encuesta realizada a expertos en entomología, y el trampeo constante por vigilancia fitosanitaria del IPSA no existen registros de intercepciones a esta plaga según el ing. Rosales¹, esto de acuerdo con la NIMF n° 8, determinación de la situación de una plaga en un área (FAO, 1996)

También los experto afirman que *T. granarium* posee alto potencial de establecimiento en la región centroamericana. El sistema de cuarentena agropecuaria, en sus funciones debe de hacer fiel cumplimiento a los requisitos, establecidos para esta plaga, sobre todo para productos vegetales que se reciben a través de donaciones, debe contar con el apoyo técnico científico de las instituciones nacionales e internacionales para cualquier eventualidad de introducción de esta plaga y la constante revisión de los requisitos legales y políticos.

Martin Agenor Rosales, Director de Sanidad Vegetal (IPSA) comunicación personal, 2015

c) Argumentos de comunicación personal sobre la introducción *T. granarium* a Nicaragua

No existe información en los registros de vigilancia fitosanitaria acerca de detecciones del gorgojo khapra, basado en el monitoreo con trapeo convencional (trogo-trampas), de acuerdo con el Ing. Rosales¹,

El desconocimiento de la presencia de *T. granarium* de países que se importan granos aunque en estos exista un sistema de monitoreo eficaz, el peligro de introducción de esta plaga puede persistir en un lapso de tiempo corto, cuando el país de origen del producto, desconoce la presencia de la plaga y no informaría a tiempo y puede dispersar la plaga a otros países a través de los embarques,

Consecuencias de introducción de la plaga *T. granarium*

Los resultados de la valoración de cada componente se detallan en el (Cuadro 8)

Interacción clima/hospedante

Las temperaturas en Nicaragua oscilan entre el 25 y 36 °C, y humedad entre el 60% y 75 % para las zonas central, pacífico y del caribe, lo cual son condiciones adecuadas para que *T. granarium* se desarrolle y se establezca sin problemas, ocasionando un riesgo de introducción alto (INETER, 2012)

Según Burges (1959) para el desarrollo del gorgojo khapra se pueden reconocer tres niveles de temperatura: muy calientes, arriba de los 40 °C, favorables entre 30 °C y 40 °C y muy frías para la reproducción rápida, debajo de 30 °C. La larva del gorgojo khapra, al entrar en diapausa, le permite resistir condiciones de altas temperaturas hasta 57 °C por corto tiempo según Shoab (2009), y bajas temperaturas hasta -20 °C según Wilches *et al.*, (2017); las larvas diapausivas aclimatadas, a esta condición se restablecen en poco tiempo; y en condición de humedad relativa de hasta el 2% (Lindgren *et al.*, 1955). También la especie *T. granarium* ha presentado resistencia a los fumigantes utilizados en almacén, como la fosfamina de acuerdo a Bell y Wilson (1995), malatión, cipermetrina y soportar hasta seis años sin alimento (OIRSA, 1999).

En Nicaragua, las temperaturas promedios anuales están por el orden de los 28 °C colocando a *T. granarium* con ventajas para su establecimiento, en caso que pudiera introducirse y diseminarse ya que el gorgojo khapra se ha establecido en países de Europa, África y Asia, países de clima templado pero con condiciones en ambientes protegidos; siendo nativo de la

¹ Martin Agenor Rosales, Director de Sanidad Vegetal (IPSA) comunicación personal, 2015

India con temperaturas promedios anuales similares, que potencialmente la colocan en condiciones iguales a su origen.

Rango de hospederos

Los hospederos que son vías de dispersión de *T. granarium* se encuentran en las familias de plantas que abarcan las Poáceas, Asteráceas, Fabáceas, Malváceas, Pedaliáceas con amplio rango de géneros y especies, que le permiten sobrevivir de forma alterna para invadir nuevos territorios desde donde es nativa (CABI, 2014).

Potencial de dispersión de *T. granarium* en Nicaragua

El movimiento de hospederos en el territorio nacional facilitarían la dispersión de *T. granarium* en Nicaragua ya sea por la distribución de alimentos como maíz, arroz, frijoles, harinas y medios de transporte que pueden estar infestados con larvas que son altamente cripticas y se alojan en lugares como: rendijas de puertas, polines, sacos, ropa, pieles, cartón.(OIRSA, 1999)

El crecimiento poblacional de *T. granarium* es de 12.5 veces por mes lo que equivale que una hembra grávida puede generar una población de 14.55 billones de individuos en un año, y siendo que la dispersión con ayuda del hombre le permite trasladarse de un país a otro en un día; el potencial biótico y su rápida dispersión lo colocan en un alto riesgo de dispersión (SENASICA, 2016).

Potencial de impacto económicas de *T. granarium* a Nicaragua

Las repercusiones económicas y sociales negativas debido a la introducción del gorgojo khapra, es por las restricciones a las exportaciones de productos hospederos de éste a los países vecinos, principales importadores desde Nicaragua de productos agropecuarios como maní, frijoles, arroz, maíz.

Uno de los rubros de mayor importancia que afectarían las exportaciones por una posible introducción del gorgojo khapra es el frijol rojo que para el año 2012 y 2013 tuvo un precio de US \$ 1333 y de US \$ 974 la tonelada respectivamente (DGCE, 2014).

Impacto medio ambiental

El problema básico radica en los daños indirectos ocasionados por exuvias y pelos dejados en el producto los que pueden causar serios daños si son ingeridos, además de sus deyecciones y polvo dejados en los granos mordisqueados que le hacen perder su valor. (OIRSA, 1994)

La población en Nicaragua tiene como alimentos tradicionales el maíz, el frijol y el arroz que componen básicamente la dieta de entre el 80 y 90 % de la población urbana y rural.

Consecuente a una introducción de *T. granarium*, los perjuicios en el turismo serían evidentes en un determinado grupo de personas hipo alérgicas, debido a los pelos dejados por estos insectos ya que en los restaurantes, centros comerciales, locales de venta de alimentos preparados donde las tortillas, el pan, el arroz serían susceptibles de portar esta parte indeseable en el consumo humano.

De acuerdo al protocolo de Montreal según Guus *et al.*, (2007) con la eliminación gradual de las sustancias agotadoras de ozono como el bromuro de metilo, permitiendo su uso solamente para cuarentena y pre-embarque, los países se han visto obligados a disminuir el uso los productos pesticidas por estrategias más amigables con el medio ambiente como el monitoreo preventivo que permite la detección temprana de plagas requiriendo de un proceso científico para evitar la introducción de especies invasoras según Andersen *et al.*, (2004), y la consecuente activación de medidas encaminadas a evitar su diseminación.

También con el propósito de disminuir el consumo de sustancias que afectan los ecosistemas con el continuo uso de pesticidas que alteran el equilibrio medioambiental, provocando aumento del efecto invernadero, el protocolo de Kioto de acuerdo a Velázquez de Castro González (2005), ha regulado la emisión de gases que son portadoras de dióxido de carbono teniendo consecuencias perjudiciales para el medio ambiente y favorable para las plagas con el aumento de temperatura a nivel mundial.

Aun cuando *T. granarium* tiene un amplio rango de hospederos a los cuales ataca para su supervivencia, prefiere los granos, que le dan las condiciones óptimas para su desarrollo y puede ocasionar pérdidas de entre el 2% y 73% o una pérdida total cuando no se le perturba (Lindgren *et al.*, 1955).

Según CABI (2014), las pérdidas ocasionadas por *T. granarium* en silos eran de más del 50 % en las muestras en Irak 1977-1978 y los niveles de infestación se elevan hasta 685 insectos kg⁻¹ de grano.

Para ambientes urbanos no existe información de la biodiversidad sobre perjuicios en Nicaragua, sin embargo Kattwinkel *et al.*, (2011), señalan que tanto para plantas como insectos, no existe diferencia en la proporción de biodiversidad en lotes grandes como pequeños pero los valores aumentaron en proporción decreciente en lotes abiertos.

Cuando existe la necesidad de realizar tratamientos con productos químicos para llevar a cabo una erradicación de plagas, se utilizan pesticidas que generan deriva por el equipo de aplicación y factores climáticos que repercuten en la biodiversidad del entorno. La distancia a la cual se ha encontrado depósitos de pesticidas son de 150 metros fuera del objetivo según Carlsen *et al.*, (2006). Esto afecta directamente en la biodiversidad circundante en ambientes donde se realiza tratamiento como almacenes y bodegas en sitios urbanos.

Cuadro 8. Clasificación de las consecuencias de introducción de la plaga *T. granarium* (APHIS, 2013)

Plaga	Elemento de Riesgo 1 Interacción Clima/Hosped ante	Elemento de Riesgo 2 Rango de Hospederos	Elemento de Riesgo 3 de Potencial de Dispersión	Elemento de Riesgo 4 de Impacto Económico	Elemento de Riesgo 5 Impacto Medio ambiental	Evaluación Acumulada del Riesgo
Especie: <i>Trogoderma granarium</i> Familia: <i>Dermestidae</i> Orden: <i>Coleoptera</i>	M (2)	M (2)	A (3)	A (3)	A (3)	A (13)

Probabilidad de introducción

Cantidad importada

La probabilidad de entrada (NIMF 11) se considera alta por las siguientes razones:

Las importaciones de productos alimenticios hacia Nicaragua es del 14 al 22 % del total de productos importados, equivalente entre 2 y 3 millones de toneladas anual, esto representa riesgo alto como vía de introducción de plagas a Nicaragua (COCATRAM, 2016).

De acuerdo al origen de los productos que presentan riesgo de introducción de plagas para Nicaragua, tiene un riesgo alto por tener más de un millón de toneladas métricas en importaciones de países con presencia de *T. granarium* en los últimos 5 años (COCATRAM, 2016)

Las intercepciones de *T. granarium* en Nicaragua son nulas, sin embargo se han interceptado especímenes del género *Trogoderma spp.* en los puestos de Cuarentena Agropecuaria y en los almacenes fiscales (MAG-FOR, 2015). Existe un incremento en las intercepciones de *T. granarium* en Estados Unidos y México que son países con mayor intercambio comercial con Nicaragua, esto representa un nivel de riesgo medio.

El diagnóstico de *Trogoderma* debe ser de acuerdo con técnicas confiables como son la caracterización morfológica y el uso de la técnica de PCR que se debe realizar por personal especializado que tenga experiencia en la identificación y pericia en la disección, esta se basa particularmente en individuos inmaduros (larvas), las cuales son muy difícil de identificar no así en los adultos que se requiere de disecciones de sus genitales para su correcta identificación

y centra su atención en *Trogoderma granarium* como prioridad de identificación para ser descartada su presencia lo que implica un riesgo muy alto por su grado de dificultad en su identificación (CIPF, 2012).

Las experiencias de otros países cuando han ocurrido introducción del gorgojo khapra ha sido muy costosas y nefastas para el medio ambiente del cual se han utilizado productos químicos como bromuro de metilo y malatión para su contención y erradicación; siendo estos productos nocivos para la capa de ozono, motivo por el cual el protocolo de Montreal ha restringido el uso de éstos para cuarentena y para productos pre-embarque (Guus *et al.*, 2007). También estos productos utilizados para control y erradicación de plagas contribuye en el deterioro del ambiente por el efecto invernadero (Velázquez de Castro González, 2005), teniendo en cuenta que estos efectos son perjudiciales a largo plazo, muchos países están tomando acciones para disminuir el consumo de sustancias que contribuyen en la acumulación de dióxido de carbono y metano a la atmósfera.

Sobrevivencia al tratamiento post cosecha

La tolerancia a la fosfina se observó en las etapas larvarias mantenidas durante 2 a tres meses antes de la fumigación a 20 °C (Bell, 1995).

T. granarium es uno de los insectos de granos almacenados con respuesta positiva a gradientes de humedad relativa, menores de 40% que le brindan mejores condiciones para su reproducción y que es repelido por humedades relativas de más del 60% (Bell, 2014).

Existen dos variaciones genéticas de las larvas de *T. granarium*, donde unas sufren el estado de diapausa y las que no pueden hacerlo.

Supervivencia del transporte

El movimiento de vehículos que distribuyen los productos que sirven de albergue al gorgojo y la temperatura ambiental no habría ningún obstáculo para que dicho insecto pueda encontrar un lugar para refugiarse y reproducirse para después movilizarse con la ayuda del hombre en el intercambio y movimiento de artículos que faciliten su dispersión.

Su pequeño tamaño lo hace casi imposible de detectar y eliminar si no se tiene conciencia ni conocimiento de su presencia y de las acciones a tomar para evitar su dispersión de forma accidental.

T. granarium puede tener de una a más de 10 generaciones por año con buen alimento, temperatura y humedad adecuados Lingrend *et al.*, (1955) esto; la vuelve una plaga de alto riesgo ya que en las condiciones más alentadoras podría llegar a alcanzar poblaciones de más de 58 billones de individuos en un año.

No detección en puerto de entrada

Las inspecciones de *T. granarium* en los puertos de entrada se dificultan cuando existen infestaciones a bajo nivel, lo que dificultaría su detección inmediata y ocasionaría la entrada con la consecuente dispersión y establecimiento si llegaran a fallar al menos una de las medidas para prevenir su introducción como son: inspección, muestreo, trampeo preventivo y prospección.

Movimiento a hábitat adecuado

La dispersión natural del gorgojo khapra puede considerarse como limitada ya que no vuela, pero su capacidad para entrar en diapausa facultativa le permite esconderse, buscar alimento y reanudar la diapausa en cualquier momento; lo que la convierte en una plaga muy difícil de detectar en los embarques de granos a granel que se transportan por barco, contenedores, camiones, sacos, en menajes de casa y en embalajes de maderas y otros productos no agropecuarias, siendo de tamaño pequeño, oscuro, con gran adaptabilidad a los cambios de clima y alta capacidad de sobrevivencia a la inanición por largo tiempo (OIRSA, 1994).

La mayor cantidad de intercepciones de *Trogoderma* se han realizado en importaciones de arroz procedentes de los Estados Unidos aunque la especie de este género solamente se ha diagnosticado como *Trogoderma spp.*, aclarando no ser *T. granarium* puede ocurrir el traslado de éste de forma desapercibida. Se han encontrado en barcos, buses, camionetas, arroz, achote y que han ingresado por los puestos de Cuarentena Agropecuaria de Nicaragua (IPSA, 2014-2017).

Si bien no se trata de *T. granarium*, existe la posibilidad de encontrarse con éste, sin darle mucha importancia debido a lo difícil de su diagnóstico por que rara vez se encuentra en el material de empaque, y que la identificación, por observación de las larvas, son difíciles de diferenciar de las de otras especies de *Trogoderma* incluyendo las nativas de los Estados Unidos (FAO, 2012).

Contacto con material adecuado para su supervivencia

Los almacenes y las bodegas de carga guardan productos que son hospederos de insectos y tienen temperaturas más altas que el ambiente circundante, que permite las condiciones adecuadas para el establecimiento de *T. granarium*. Además este insecto puede encontrarse en sitios que le sirven de refugio donde puede permanecer largos periodos sin ser detectado.

Probabilidad de introducción de *T. granarium*

La clasificación de la probabilidad de introducción de *T. granarium* a Nicaragua se alcanzó el valor de riesgo de (15) (Cuadro 9), siendo una probabilidad alta causado por la capacidad que tiene al plaga a sobrevivir largos periodos sin alimento y tolerar en estado de diapausa a una amplia gama de productos pesticidas que son efectivos a altas dosis y por tiempo prolongado.

Probabilidad de establecimiento de *T. granarium* en Nicaragua

El ciclo de vida se ve influenciado por la temperatura, cantidad y calidad de alimento; siendo su longitud (huevo-adulto) varía de 26 días a 32-36 °C hasta 220 días a 21 °C (OIRSA, 1999).

Cuadro 9. Clasificación de la probabilidad de introducción de *T. granarium* (Everts), (APHIS, 2013)

Plaga	Cantidad importada anualmente	Sobrevivencia al tratamiento cosecha	Sobrevive al transporte	No detección en puerto de entrada	Movimiento a hábitad adecuado	Contacto con material Hospedante	Evaluación Acumulada del Riesgo
Especie: <i>Trogoderma granarium</i>							
Familia: <i>Dermestidae</i>	M(2)	A (3)	A(3)	M(2)	M(2)	A(3)	A(15)
Orden: Coleóptera							

Disponibilidad, importancia y distribución de especies hospedantes de *T. granarium* en Nicaragua

En Nicaragua la dieta de la población se basa en el consumo de alimentos como: arroz, maíz, avena, cebada, trigo, centeno y granos de cultivos de leguminosas como: frijol, lentejas, garbanzos, chicharos; que son almacenables por un tiempo relativamente largo y que están expuestos a ser atacados por insectos de granos almacenados que completan su ciclo biológico en estos productos, que normalmente se resguardan a temperaturas mayores a los 30 °C y humedad relativamente baja.

Probabilidad de dispersión de *T. granarium* después del establecimiento

La dispersión de esta plaga estaría favorecida por la falta de control dentro del país a productos susceptibles cuando las cantidades de estos productos sean muy pequeñas. La capacidad de la plaga de esconderse en lugares poco visibles y la diapausa que le permite sobrevivir sin alimento por largo tiempo le facilitan las condiciones de pasar inadvertidas y colonizar lugares lejanos del foco de infestación inicial.

El 66% de expertos acerca de la probabilidad de dispersión de *T. granarium* concuerda con una alta probabilidad que le permita establecerse sin problemas, puede pasar inadvertido en vehículos, ropa, telas, pieles, maquinaria, semillas, granos, equipos, menajes de casa, embalajes de madera, cartón, basura, corteza de árboles, arpillera, sacos, contenedores y en insectos muertos.

El potencial de riesgo de *T. granarium* es alto por las consecuencias de la introducción A (13) + la probabilidad de introducción A (15) igual a A (28) (Cuadro 10). Esto por las condiciones ambientales y hospedantes del área de ARP. Además de las capacidades de *T. granarium* a resistir altas y bajas temperaturas y tolerancia a fumigantes.

Cuadro 10. Potencial de riesgo de la plaga gorgojo khapra (*T. granarium*), (APHIS, 2013)

Plaga	Consecuencias de la introducción	Probabilidad de introducción	Potencia de riesgo de la plaga
Especie: <i>Trogoderma granarium</i>			
Familia: Dermestidae	A(13)	A(15)	A(28)
Orden: Coleóptera			

Otras características de *T. granarium* que influyen en la probabilidad de establecimiento

a) Probabilidad de transferencia de un hospedante apropiado

El riesgo de introducción es alto debido a que tiene un amplio rango de hospederos, siendo los granos básicos, el trigo y harinas los productos de mayor importación llegando a 51 % del total de las importaciones totales en los últimos 4 años (UNCOMTRADE, 2015). Además del aumento de arribo de medios de transporte que son susceptibles de ser invadidas o servir de dispersores de plagas, los ambientes de almacenamiento presentan condiciones para pasar de un hospedante a otro.

En las importaciones de granos por barco, vehículos, granos por equipaje de pasajeros y productos agropecuarios y no agropecuarios, que puedan albergar al gorgojo khapra; existe alta probabilidad de encontrar un hospedante apropiado que le permita establecerse debido a que la temperatura y humedad en los meses de verano le darían tiempo suficiente para desplazarse por medios móviles o ayudado por la acción del hombre en el traslado de productos y materiales que sirven de transporte a las larvas del gorgojo, para que pueda alcanzar condiciones que favorezcan su perpetuidad en el área de ARP (Cuadro 3)

El almacenamiento de productos en almacenes fiscales, en compartimiento de aviones, barcos, camiones, vehículos pesados y livianos que son propicios para albergar sin ser detectados especímenes que pueden quedar inmóviles por largo periodo de tiempo y reanimarse cuando las condiciones se estabilicen.

Las necesidades de la población Nicaragüense de obtener los alimentos y almacenarlos, sobre todo los cereales (arroz, maíz, cebada, avena, trigo, mijo, sorgo) que son los de mayor consumo, sumado a otros granos (frijoles, maní) que componen la dieta diaria de alimentos y el uso regular de alimento para animales domésticos (concentrados), proporciona condiciones a los insectos de granos almacenados, que son comercializados tanto en el mercado formal como el informal que son fuente de infestaciones accidentales y de distribución no trazable (rastreadable) que dificultaría un consecuente programa de erradicación si llegara a establecerse.

Las condiciones que necesita el gorgojo khapra para dispersarse están dadas por el transporte distribuidor de productos alimenticios y de toda índole, que proveen a los establecimientos de almacenaje y comerciales como: Supermercados (Pali, La Colonia, La Unión); Los mercados locales, las pulperías, casas comercializadoras de alimentos para animales, restaurantes, comedores, bodegas, almacenes de depósito.

El problema es la falta de información que tienen los transportistas de prestarle atención a la limpieza de los vehículos que operan, sin la debida supervisión y el manejo de los productos que distribuyen, además de la constante presión de realizar la distribución en tiempo muy corto, derivado de la necesidad de obtención de ganancias continuas en ese lapso de tiempo estimulado por los incentivos.

b) Adaptabilidad de *T. granarium* al medio ambiente en el área de ARP Nicaragua

Las condiciones del medio ambiente en Nicaragua, no se prevé límites para el establecimiento de *T. granarium* en la región ya que son similares del país nativo con Nicaragua. Además este insecto no se encuentra normalmente en campo y su principal medio es en ambientes de humedad baja y temperaturas altas que se mantienen constantes como los almacenes, casas, bodegas, medios de transportes.

c) Método de supervivencia de *T. granarium*

La estrategias más notable de las de supervivencia de esta plaga es que en condiciones desfavorables en estado larvario puede entrar en diapausa facultativa, cuando hay falta de alimento, altas o muy bajas temperaturas y falta de agua (OIRSA, 1994). Esta diapausa le permite reanimarse al encontrar las condiciones que le permitan continuar con su desarrollo. Si las temperaturas caen por debajo de los 25 °C por corto tiempo o hay altas poblaciones de larvas

de más de 38 larvas g⁻¹ dieta, éstas buscan activamente un lugar donde esconderse y entrar en diapausa, según Wilches *et al.*, (2017) pueden sobrevivir a -20 °C cuando la larva diapausiva tiene las condiciones para aclimatarse.

d) Información de importancia Económica

Siendo el gorgojo khapra una de las plagas más importantes de los productos almacenados, se debe tener en cuenta muchos aspectos que la acreditan como la plaga más temida de dichos productos y de la economía de un país basada exclusivamente en la generación de divisa por estos productos.

Las poblaciones de gorgojo khapra aumentan con las condiciones calurosas y secas en presencia de material hospedante, contaminando y disminuyendo la calidad y peso de los productos almacenados, además provoca pérdidas comerciales por su apariencia por los pelos dejados por las larvas a pesar de las bajas infestaciones debido al polvo dejado por la alimentación del gorgojo (EPPO, 2012).

La falta de humedad y las altas temperaturas en los ambientes protegidos no es problema para el gorgojo khapra porque puede soportar temperaturas superiores a los 100 grados Fahrenheit (37.7 ° C).

La alta capacidad de las larvas del gorgojo khapra de sobrevivir sin alimento por periodos largos le permite establecerse en lugares muy alejados de su tierra natal.

e) Principales impactos directos de las infestaciones por *T. granarium*

- Las reducciones de peso del grano, por estos insectos puede llegar al 70 % o más.
- Los pelos dejados por el insecto al momento de la muda, puede provocar problemas digestivos extremos al punto de necesitar hospitalización.
- Su alta capacidad reproductiva le permite poblaciones muy altas en poco tiempo debido a que puede tener hasta 12 generaciones por año en condiciones favorables (Lindgren *et al.*, 1955)
- Habilidad de entrar en diapausa facultativa lo que le hace que sea más peligrosa como plaga debido a que es menos susceptible a los tratamientos insecticidas.
- Detección, control y erradicación difíciles.
- Cuando las larvas entran en diapausa pueden permanecer inactivas durante largos periodos de tiempo en grietas y hendiduras, donde son muy difíciles o casi imposibles de detectar por ser extremadamente crípticas
- Disminución del poder germinativo de la semilla por daño al embrión.
- Pérdida de valor nutritivo, sabor y olor.

- Pérdida de valor comercial del producto atacado, por la presencia de exuvias, deyecciones y pelos.
- Provoca reacciones alérgicas a personas en contacto con los productos atacados como dermatitis y asma (de los Mozos Pascual, 1997).
- Aumenta la posibilidad de contaminación por *Aspergillus flavus* (Sinha y Sinha, 1990).
- La actividad metabólica de los insectos puede provocar aumento de temperatura en los granos, ocasionando condensación de humedad en la periferia de la zona atacada, favoreciendo el desarrollo de hongos y la germinación del producto y sirviendo, los insectos, de vector del hongo por todo el producto (de los Mozos Pascual Marcelino, 1997).
- Efectos en la salud humana (toxicidad, alergenidad, turismo)

f) Análisis de las consecuencias comerciales

El daño indirecto que ocasionaría esta plaga en el turismo es consecuente con el procesamiento de los productos atacados, los pelos dejados por las larvas y mudas provocarían alergia a los niños y adultos que asisten a los restaurantes o centros recreativos, supermercados, centros turísticos donde ofrecen alimentos típicos que en sus menús llevan arroz, frijoles, maíz, cebada, trigo (Bassan *et al.*, 2013).

4.2.3. Tercera Etapa: Manejo del Riesgo

Las medidas necesarias para evitar la introducción de *T granarium* a Nicaragua, son clasificadas de acuerdo a la dirección del flujo comercial de un país exportador, sus vías potenciales como vectores y la comunidad ecológica receptora vulnerable de ser invadida y que esto no constituya una barrera técnica arbitrarias al comercio, según la Organización Mundial del Comercio, mediante las obligaciones y derechos del Acuerdo Sanitario y Fitosanitario (Andersen *et al.*, 2004).

Para la implementación de un manejo de riesgo se debe prever un plan de acción de emergencia que respalde las acciones a tomar antes, durante y posterior a una posible invasión de una plaga no presente en Nicaragua.

Según el OIRSA (1989), la primera condición para tomar en cuenta un plan de acción, debe ser la búsqueda de los recursos económicos y humanos para poner en práctica inmediata un plan de contención, al menos antes de gestionar fondos para un programa completo que abarque desde el momento de la introducción hasta la erradicación de una plaga. Con este argumento coincide el Dr. Maes², para evitar el ingreso de plagas cuarentenarias debe ser una responsabilidad compartida con los importadores.

En los requisitos y procedimientos de importaciones de productos que constituyen un alto riesgo de introducción de la plaga, pueden implementarse normativas con tasas de impuestos a las importaciones, para aquellos países que no cumplen con lo que establece la norma de muestreo para granos de acuerdo a la cantidad de importación y su origen.

De acuerdo con la Ley 291, será de estricto cumplimiento las inspecciones de aeronaves, vehículos terrestres y marítimos, bolsos, maletas, contenedores o material que pueda albergar insectos o agentes nocivos para la salud pública, sanidad vegetal y animal y en especial atención del origen de los productos o vehículos que procedan de países con presencia de *T. granarium*.

Todo equipaje o recipiente que se sospeche que contenga plantas, productos o subproductos de origen vegetal o animal que pueda propagar organismos de importancia cuarentenaria o endémico será objeto de inspección, muestreo, decomiso y destrucción cuando no presente los requisitos para su debida importación (La Gaceta, 1998).

Mediante la cuarentena agropecuaria, que constituye la primera barrera para evitar las introducciones de plagas y organismos nocivos invasores se debe reforzar con la capacitación del personal en técnicas de muestreo y reconocimiento del gorgojo khapra, con el uso de las

² Dr. Jean Michel Maes, Director del Museo Entomológico de León, comunicación personal, 16 febrero 2015

normas de muestreo, reconocimiento de la plaga en estado adulto y larvario según el Dr. Jiménez³.

Para llevar a cabo un plan de emergencia que permita ahorrar dinero, tiempo y esfuerzo para evitar el ingreso, dispersión y establecimiento de esta plaga, de importancia económica y cuarentenaria para Nicaragua se debe, en primera instancia, conocer los contactos principales para notificar una incursión o brote de plaga.

Contacto principal

La oficina de Sanidad Vegetal del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) es la encargada de recibir las notificaciones de incursiones de plagas y enfermedades en el país. Existen también otras instancias en las que pueden ser notificadas y canalizadas las denuncias de presencia de plagas como: universidades, escuelas agrícolas y centros departamentales de sanidad vegetal que pertenecen o estén vinculadas con el sistema de vigilancia del país (OIRSA, 2010).

Plan de contingencia

Un programa previamente concebido para confrontar una plaga que no se ha introducido, dispersado o establecido, suministra tiempo adicional para evaluar, investigar y obtener información complementaria para contrarrestar los efectos de las introducciones.

Hallazgo inicial de evento sospechoso

Cuando en uno o varios casos de detección sospechosa o confirmada de la presencia de *T. granarium* ocurra en uno o varios sitios simultáneos o en corto tiempo.

Se elaborará un informe de la detección con los datos exactos y completos posibles con los nombres común y científico de la plaga, así como los hospedantes, artículos o lugares donde se detectó. También fecha, personal responsable de la detección, identificación, contención, medidas a tomar, los involucrados en el hallazgo, rastreo de las circunstancias anteriores y posteriores a la detección (OIRSA, 2010).

Se deberá realizar un diagnóstico preliminar por personas con conocimientos de entomología y capacitadas en la manipulación de la toma de muestra y transporte de la misma hacia los laboratorios; identificación en laboratorios autorizados para la confirmación del diagnóstico y

³ Dr. Edgardo Salvador Jiménez Martínez, docente investigador, Universidad Nacional Agraria, comunicación personal, 17 abril 2015

uso del juicio de expertos. Esto puede ayudar en documentar y respaldar con seguridad la notificación y recomendar un curso de actuación (FAO, 1998).

Legalidad de un plan de emergencia fitosanitaria

La reglamentación de *T. granarium* debe estar protegida por un plan que permita enfrentar una eventual incursión posible y estar preparado para evitar su establecimiento en la región.

Comunicación y divulgación: La comunicación entre los actores interesados como importadores, distribuidores de alimentos, supermercados, pulperías y comunidad en general debe ser permanente y clara para no llegar a entorpecer el proceso de toma de decisiones de forma oportuna.

La incursión de una plaga cuarentenaria como el gorgojo khapra, activaría un plan de emergencia que iniciaría con una evaluación de las magnitudes de dicha incursión, teniendo en cuenta los recursos técnicos y económicos que implicaría la ejecución de la misma.

Son requerimientos mínimos para la buena aplicación de las medidas a utilizar la declaración de emergencia, la cual ya está reglamentada, los fondos de emergencia que dependerá de la dimensión de la incursión, personal calificado, capacitado y con experiencia en contención de plagas, preparación de cuarentenas internas al grado de instalar y establecer, aplicación correcta y eficaz de los procedimientos fitosanitarios, las compensaciones a las partes afectadas como los usuarios, publicación de las notificaciones nacionales y aplicación y exigencia en las sanciones por incumplimiento.

El orden del programa comprende la vigilancia para conocer la distribución espacial de la plaga, la contención evitara la dispersión y el tratamiento asegurara la erradicación de la plaga de acuerdo con la NIMF N° 9 (FAO, 2006).

Establecimiento de un grupo de manejo

Encargado de coordinar y dirigir las actividades de erradicación, con un tamaño dependiendo del alcance del programa y los recursos disponibles. Además tendrá la responsabilidad de asegurar una erradicación exitosa, formular, implementar y modificar el plan según lo necesario, manejo de datos exactos y registros, comunicación con los involucrados, proporcionar capacitación y facultades a los ejecutores del programa; así como sus obligaciones en cuanto a eficiencia y eficacia de las actividades a realizarse.

Conducción del programa de erradicación

Comprende tres actividades básicas:

Vigilancia: Consiste en la delimitación y sondeo de la plaga para establecer los alcances de erradicación. Esta se basa según la plaga, en monitoreo, trampeo y encuestas de delimitación.

Contención: Define el área que puede utilizar geo-referenciación para instalar y establecer los puntos de control para evitar la diseminación de la plaga. Esta puede implementarse con puntos de control de medios de transporte, material hospedante, artículos reglamentados procedentes del punto de detección.

Medidas de tratamiento y/o control: Actividades encaminadas a eliminar la plaga en el hospedante, equipo y maquinaria que pueda contaminarse y ambientes invadidos. Las medidas de control se basan en trampeo masivo, atomizaciones, aplicación de plaguicidas y control biológico.

El Trampeo masivo: Es un control etológico que reduce la utilización de pesticidas y está dirigido a la captura masiva de insectos o evitar su eventual apareamiento u oviposición en un área objetivo, con el propósito que las plagas no ocasionen daños a los hospederos (El-Sayed, *et al.*, 2006).

Atomizaciones: La desinsectación se realiza con aerosol, en medios de transporte terrestre y aeronaves, con la recomendación que se aplique al aterrizar (OMS, 1971).

Aplicación de plaguicidas: Los plaguicidas a utilizarse son malatión, deltametrina, bromuro de metilo; sin embargo estos productos estarían restringidos su uso a cuarentena en los puestos periféricos y la dosis adecuada. Para los tratamientos en bodegas afectaría la biodiversidad circundante, provocando daños medioambientales.

Bromuro de Metilo

Se recomienda el uso de bromuro de metilo a presión atmosférica normal, según el OIRSA, 1999.

40 g m⁻³ (2 ½ lb/1000 pies³) durante 12 horas a 32 °C (90 °F) o más.

56 g m⁻³ (3½ lb/1000 pies³) durante 12 horas a 26.5 – 31.5 °C (80-89 °F).

72 g m⁻³ (4 ½ lb/1000 pies³) durante 12 horas a 21-26 °C (70-79 °F).

96 g m⁻³ (6 ½ lb/1000 pies³) durante 12 horas a 15.5-20.5 °C (60-69 °F).

120 g m⁻³ (7 ½ lb/1000 pies³) durante 12 horas a 10-15 °C (50-59 °F).

Con la recomendación que además del tratamiento a bodegas y lugares de almacenamiento bajo carpa se asperjen pisos, paredes y muros con malatión, diésel y agua, según dosis del producto y temperatura ambiental.

Por tal razón se requieren otras alternativas más amigables con el medio ambiente como: el tratamiento en frío, en calor, baja presión y control biológico.

Tratamiento en frío: *T. granarium* muere a temperatura de -20 °C y no surte efecto dañino con el producto (Wilches *et al.*, 2017).

Tratamiento en calor: A 60 °C, todas las etapas de *T. granarium* mueren en cinco minutos (Shoab, 2009); sin embargo la mayoría de los productos tratados a esta temperatura deben enfriarse rápidamente para evitar daño a la viabilidad de la semilla.

Tratamiento a baja presión: Los resultados obtenidos por Finkelman, *et al.*, (2006) indican que se puede lograr el 99 % de mortalidad para *T. granarium* con 50 ± 5 mm de Hg y 30 °C por 46 horas.

Control Biológico: El uso del insecto, himenóptero, parásito *Anisopteromalus calandrae*, Howard (Schotman, 1989), es un enemigo natural que se encuentra en América del Norte y América del Sur, con potencial de bajar las poblaciones de *T. granarium* (). También se encuentra en Canadá y Brasil el acaro depredador *Blattisocius keegani* (CABI, 2018). En Colombia, Perú, Venezuela y Nicaragua existe el insecto, himenóptero, parásito *Dinarmus basalis* (), *Pyemotus tritici*, presente en Barbados, Cuba, Puerto Rico y en los Estados Unidos se encuentra en los estados de Arizona, Georgia, Florida, Michigan y Texas (). El himenóptero *Theocolax elegans* se encuentra presente en Brasil y Uruguay ().

V. CONCLUSIONES

En la prospección *Trogoderma granarium* Everts, en almacenes fiscales y bodegas e informes de las intercepciones en puestos cuarentena y vigilancia fitosanitaria, esta se encuentra ausente en el país, confirmando su categoría A1, de alto riesgo de ser introducida, dispersada y establecida en el área en peligro, como plaga cuarentenaria reglamentada.

T. granarium no se detectó en las trampa, el atrayente alimenticio no propició la captura de ningún insecto, estas solo tienen la capacidad de atrapar insectos adultos y en esta etapa no posee hábitos alimenticios o se alimenta muy poco. Se identificó otras especies de *Trogoderma* en las intercepciones, en puestos de cuarentena.

El potencial de riesgo de introducción de *T. granarium* resultó de alta probabilidad de introducción A (28). Existen las condiciones climáticas, rangos de hospederos y facilidades de dispersión por las actividades comerciales y características bio-ecológicas del insecto, constituyendo, un alto potencial daño económico, social y cultural.

Las vías con mayor probabilidad de infestación son arroz, lentejas, habas, frijol rojo, semillas de cebada, garbanzos. También se puede encontrar en hospedantes no regulares como chile seco y flor de Jamaica. En lugares no hospedantes como aeronaves, ponchos para lluvia, baldosas.

En el manejo del riesgo de *T. granarium* deben priorizarse un sistema preventivo de monitoreo a través del uso trampa y aplicación del marco regulatorio, legislación e inspección de cuarentena periférica.

El conocimiento de métodos efectivos contra gorgojo khapra se deben adoptar de países con experiencias de erradicación de *T. granarium* como Venezuela y Estados Unidos que lograron una erradicación exitosa.

Las técnicas actuales para manejo de plagas de granos almacenados requieren de experiencia y capacidad del personal, equipo de aplicación y la tecnología para eliminación completa de una plaga de esta clase, las cuales tendrán que ser importadas y validadas para su eventual puesta en marcha.

VI. RECOMENDACIONES

Las trogo-trampas utilizadas son para captura de insectos adultos de *T. granarium*, por esto se propone el uso de trampas artesanales para monitoreo de *T. granarium* para la detección de larvas, porque éstas, sobreviven a largos periodos bajo condiciones adversas.

El manejo del riesgo debe priorizarse en la prevención de la introducción con el trampeo artesanal apoyando el trampeo convencional con trogo-trampas.

Crear un plan de contingencia que esté dirigido a prevenir la introducción de *T. granarium* enfatizando en el ahorro y potencialización de los recursos económicos y humanos.

Preparación técnica y experticia del personal en tecnologías amigables con el medio ambiente que repongan el uso de plaguicidas u otras técnicas que utilicen el mínimo posible de los contaminantes de suelo, aire, agua y alimentos.

Capacitación previa a cualquier incursión específica sobre *T. granarium* correspondiente a los métodos y técnicas de erradicación de plagas.

VII.LITERATURA CITADA

- Análisis e Investigación de Mercados, Centro de Comercio Internacional (CCI); Bases de datos de las naciones unidas en el comercio internacional (2015). Consultado en julio 2015.
- Andersen, M. C., Adams, H., Hope, B., & Powell, M. (2004). Risk assessment for invasive species. *Risk Analysis*, 24(4), 787-793. Doi:10.1111/j.0272-4332.2004.00478x
- Baltimore CBP finds surprise in cumin seed shipment.* (2012). (). Lanham: Federal Information & News Dispatch, Inc. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1009186792?accountid=165672>
- Bassan, N., Vinuesa, M., Monaco C., & Moreno, F. (2013). Alergia a alimentos y su relación con otras patologías alérgicas en una población de estudiantes de una facultad de medicina. *Electronic Journal of Biomedicine*, 3(3), 22-27.
- Bell, C. H., & Wilson, S. M. (1995). Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* everts (coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 31(3)199-205. doi:10.1016/0022-474X(95)00012-V
- Bell, C. H. (2014). A review of insect responses to variations encountered in the managed storage environment. *Journal of Stored Products Research*, 59, 260-274. doi:10.1016/j.jspr.2014.06.004
- Borror, D. J., DeLong, D. M., & Triplehorn, C. A. (1981). *An introduction to the study of insects.* Philadelphia: Saunders College Pub.
- BUFFALO CUSTOMS AND BORDER PROTECTION AGRICULTURE SPECIALISTS DISCOVER 1 OF THE WORLD'S MOST DESTRUCTIVE PESTS. (2014, Nov 04). *US Fed News Service, Including US State News* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1619494487?accountid=165672>
- Burges, H. D. (1959). Studies on the dermestid beetle *Trogoderma granarium* everts: Ecology in malt stores. *Annals of Applied Biology*, 47(3), 445-462. Doi:10.1111/j.1744-7348.1959.tb07278.x
- CABI (Invasive Species Compendium) 2014, Base de datos acerca de *Trogodermagranarium*, consultado en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/55010> febrero, 2015

- Cajina González, I. S. (2016) *Evaluación del Control Fitosanitario Fronterizo de la República de Nicaragua, Aduana Central Aérea, Managua Periodo febrero 09 a agosto 07 de 2015*. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA. Recuperado de: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/tnd50c139.pdf>
- Carlsen, S. C. K., Spliid, N. H., & Svensmark, B. (2006). Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 2. primary drift (droplet drift). *Chemosphere*, 64(5), 778-786. doi:10.1016/j.chemosphere.2005.10.060
- Castalanelli, M. A., Baker, A. M., Munyard, K. A., Grimm, M., & Groth, D. M. (2012). Molecular phylogeny supports the paraphyletic nature of the genus trogoderma (coleoptera: Dermestidae) collected in the australasianecozone. *Bulletin of Entomological Research*, 102(1), 17-28. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485311000319>
- CBP AT JFK INTERCEPTS KHAPRA BEETLE. (2017, Feb 03). *US Fed News Service, Including US State News* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1864348238?accountid=177584>
- Chavarria V, J.A.. [s.l.]. [s.e.]. [199-?]. 15 p. *Análisis de riesgo de plagas* Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. **H10 Ch512**
- COCATRAM (Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo) 2017. Sistema de integración centroamericana/Estadísticas portuarias/Sistema de Estadísticas Marítimas Portuarias C.A., <http://www.cocatram.org.ni/redmarport.html>
- De los Mozos Pascual M, 1997. Plagas de los productos almacenados, *Los Artrópodos y el Hombre*. Boletín S.E.A., n^o 20 (1997) 93-109.
- El-Sayed, A. M., Suckling, D. M., Wearing, C. H., & Byers, J. A. (2006). Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. *Journal of Economic Entomology*, 99(5), 1550-1564. doi:10.1603/0022-0493(2006)99[1550:POMTFL]2.0.CO;2;101603/0022-0493-99.5.1550
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M., & Dias, R. (2006). Effect of low pressure on the survival of trogoderma granarium everts, lasioderma serricorne (F.) and oryzaephilus surinamensis (L.) at 30 °C. *Journal of Stored Products Research*, 42(1), 23-30. Doi:10.1016/j.jspr.2004.09.001
- Floate, Kevin D., Laird, Robert A., Wilches Correal, Diana Maria, & University of Lethbridge. Faculty of Arts and Science. (2016). *Effects of extreme temperatures on the survival of the quarantine stored-product pest, Trogodermagranarium (khapra beetle) and on its*

- associated bacteria*. Lethbridge, Alta: University of Lethbridge, Dept. of Biological Sciences.
- Guus. J. M. Velders, Andersen, S. O., Daniel, J. S., Fahey, D. W., & McFarland, M. (2007). The importance of the montreal protocol in protecting climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(12), 4814. doi:10.1073/pnas.0610328104
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER) 2012. Clima de Nicaragua, *Notas Informativas y boletines meteorológicos*, Dirección General de Meteorología.
- IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria) 2016). Manual de Vigilancia Fitosanitaria. Dirección de Sanidad Vegetal y Semillas.
- Jackowski, J., Hurej, M., Rój, E., Poplonski, J., Kosny, L., & Huszcza, E. (2015). Antifeedant activity of xanthohumol and supercritical carbon dioxide extract of spent hops against stored product pests. *Bulletin of Entomological Research*, 105(4), 456-461. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485315000255>
- Karso, B. A., & Al Mallah, N.M. (2015). Effectiveness of some vegetable oils and insecticide mixtures, against larvae of the khapra beetle *trogoderma granarium* everts (Coleoptera: Dermestidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 139-143.
- Kattwinkel, M., Biedermann, R., & Kleyer, M. (2011). Temporary conservation for urban biodiversity. *Biological Conservation*, 144(9), 2335-2343. doi:10.1016/j.biocon.2011.06.012
- LEY BASICA DE SALUD ANIMAL Y SANIDAD VEGETAL, Ley 291, n° 136. Diario Oficial La Gaceta, *Normas jurídicas de Nicaragua*, 22 jul. 1998
- Lindgren D., Vincent L. & Krohne H. (1955). The khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *A Journal of Agricultural Science Published by the California Agricultural Experiment Station*, Hilgardia 24 (1): 1-36. doi: 10.3733/hilg.v24n01p001
- Mertilus, F., Peña, J., Ring, D. & Schowalter, T. (2017). Inexpensive artisanal traps for mass trappin fruit flies (diptera: Tephritidae) in Haiti. *The Florida Entomologist*, 100(2), 390-395. Doi:10.1653/024.100.0241
- Mohammadzadeh, M. & Izadi, H. (2018). Different diets affecting biology, physiology and cold tolerance of *trogoderma granarium* everts (coleopteran: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 76, 58-65. doi:10.1016/j.jspr.2017.12.008

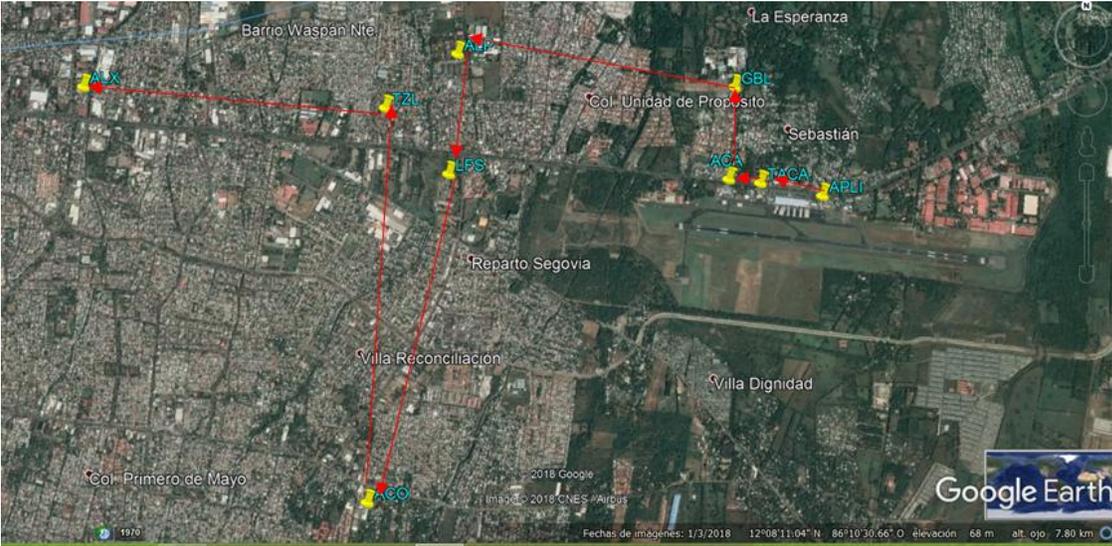
- Morgan, R. (2013) 'Escarabajos Khapra descubiertos en el Aeropuerto Internacional de Pittsburgh', *Beaver County Times, The (PA)*, 20 de septiembre. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nfh&AN=2W6107014867&lang=es&site=ehost-live> (Consultado: 1 de diciembre de 2018)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2012. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias, NIMF, n° 27, Protocolos de Diagnóstico para las plagas reglamentadas.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) 1989. LA CUARENTENA VEGETAL: TEORIA Y PRACTICA, San Salvador, El Salvador.
- _____, 1994. Hojas de datos sobre plagas y enfermedades agrícolas de importancia cuarentenaria para los países miembros del OIRSA, Vol. 1, San Salvador, El Salvador.
- _____, 1999. Hojas de datos sobre plagas y enfermedades de productos almacenados de importancia cuarentenaria y/o económica para los países miembros del OIRSA, Vol. 5, San Salvador, El Salvador.
- _____, 2005. Normas regionales para medidas fitosanitarias. Parte 2.Reglamentación fitosanitaria para la importación. Lineamientos para la preparación y divulgación de listas de plagas reglamentadas. Publicación N° 3, El Salvador.
- _____, 2010. Plan de contingencia ante un brote de cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus*) en un país de la región del OIRSA, San Salvador, El Salvador
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) 2015, Protocolo de Montreal, tomado de EcuRed recuperado el 03 diciembre 2015, disponible en http://www.EcuRed.cu/Protocolo_de_Montreal
- Organización Mundial de la Salud (OMS) 1971. *Desinsectación de aeronaves*. Asamblea Mundial de la Salud. 24. <http://www.who.int/iris/handle/10665/104735>
- Pest management; research from guangxi university provides new insights into pest management. (2012, Oct 23). *Life Science Weekly* Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1112469298?accountid=177584>
- PM 7/13 (2) trogoderma granarium. (2013). *EPPO Bulletin*, 43(3), 431-448. doi:10.1111/epp.12080

- Rebolledo, R. y Arroyo, M.; (1995). Estudio del comportamiento de *Trogoderma granarium* Everts (Coleóptera: Derméstidos) en diapausa debida a la ausencia de alimento. *Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentación, Madrid* (España). EN: Boletín de Sanidad Vegetal (España). v.21(3) p. 319-327. 1995. PP H10 R292
- Riaz, T., Farah, R. S., & Syed, S. A. (2017). Effect of phosphine on esterases of larvae and adult beetles of phosphine-exposed populations of stored grain pest, *trogodermagranarium* collected from different godowns of punjab. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(3)
- SENASICA, 2016. Gorgojo khapra (*Trogoderma granarium* Everts). Direccion General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiologica Fitosanitaria. Mexico, D. F. Ficha Tecnica No. 64, 1 era edición. 25 p.
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (2018). SENASICA Secretaria Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria 5 de julio 2018
- Schotman, CYL, 1989. Plagas de plantas de importancia cuarentenaria para el Caribe. RLAC-PROVEG, No. 21:80 pp.
- Shoab, M. (2009). FHITOSANITARY MANAGEMENT OF *Trogoderma granarium* Everts WITH METHIL BROMIDE ALTERNATIVES TO ENSURE FOOD SECURITY AND SAFETY thesis Dr. of philosophy in Entomology, Arid Agriculture University Rawalpindi, Faculty of Crop and Food Sciences, Pakistan, PK. 364 p.
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2011). Expert Judgment and Risk Perception. Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference. 4. 537-544.
- Sinha, A.K. & Sinha, K.K. (1990). Insect pests, *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination in stored wheat: A survey at North Bihar (India). *Journal of Stored Products Research*, 26(4): 223-226.
- Tanzeela Riaz Farah, R. S., & Syed, S. A. (2014). Effect of temperature on the development survival fecundity and longevity of stored grain pest *trogoderma granarium*. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(6)
- UNCOMTRADE, 2015. Bases de datos de COMTRADE DE LA ONU. Tomado de <https://comtrade.un.org>
- United States : CBP at JFK intercepts khapra beetle. (2017). *MENA Report*, Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1890099301?accountid=177584>

- Velázquez de Castro González, F. (2005). Cambio climático y protocolo de Kioto. Ciencia y estrategias: compromisos para España. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 191-201
- Walker, K. (2006) escarabajo de grano con dientes de sierra (*Oryzaephilus surinamensis*) Actualizado el 29/01/2008 2:05:27 PM Disponible en línea: PaDIL - <http://www.padil.gov.au>.
- Wilches, D. M., Laird, R. A., Floate, K. D., & Fields, P. G. (2017). Effects of acclimation and diapause on the cold tolerance of *trogoderma granarium*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 165(2-3), 169-178.doi:10.1111/eea.12632

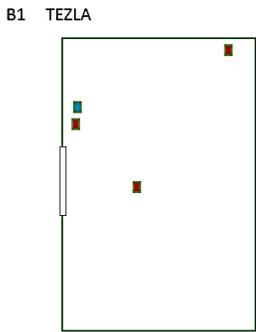
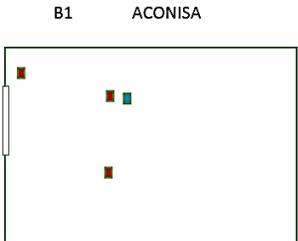
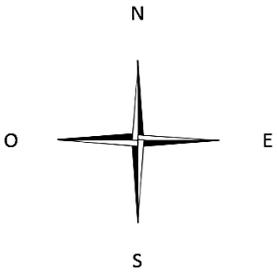
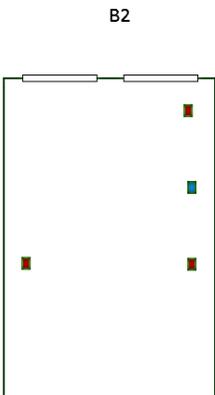
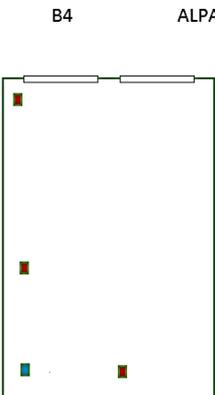
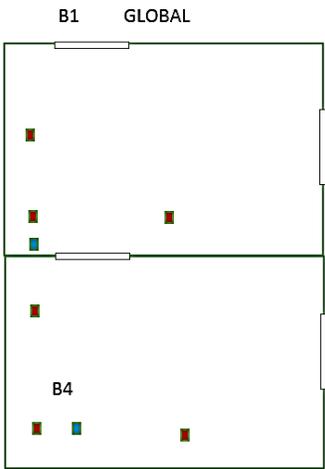
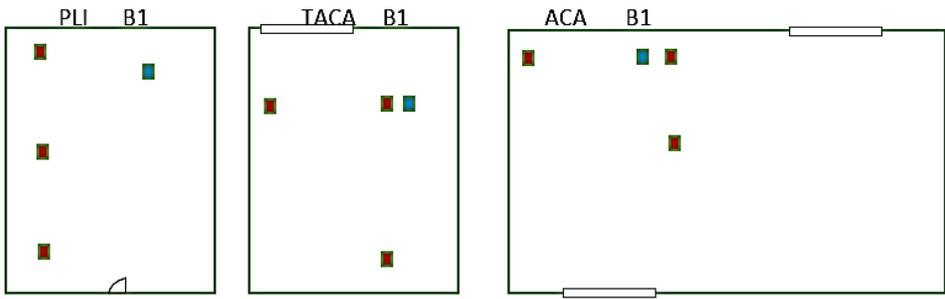
VIII. ANEXOS

Anexo 1. Mapa y ruta de visita para realizar prospección en bodegas de carga internacional y almacenes fiscales, Managua

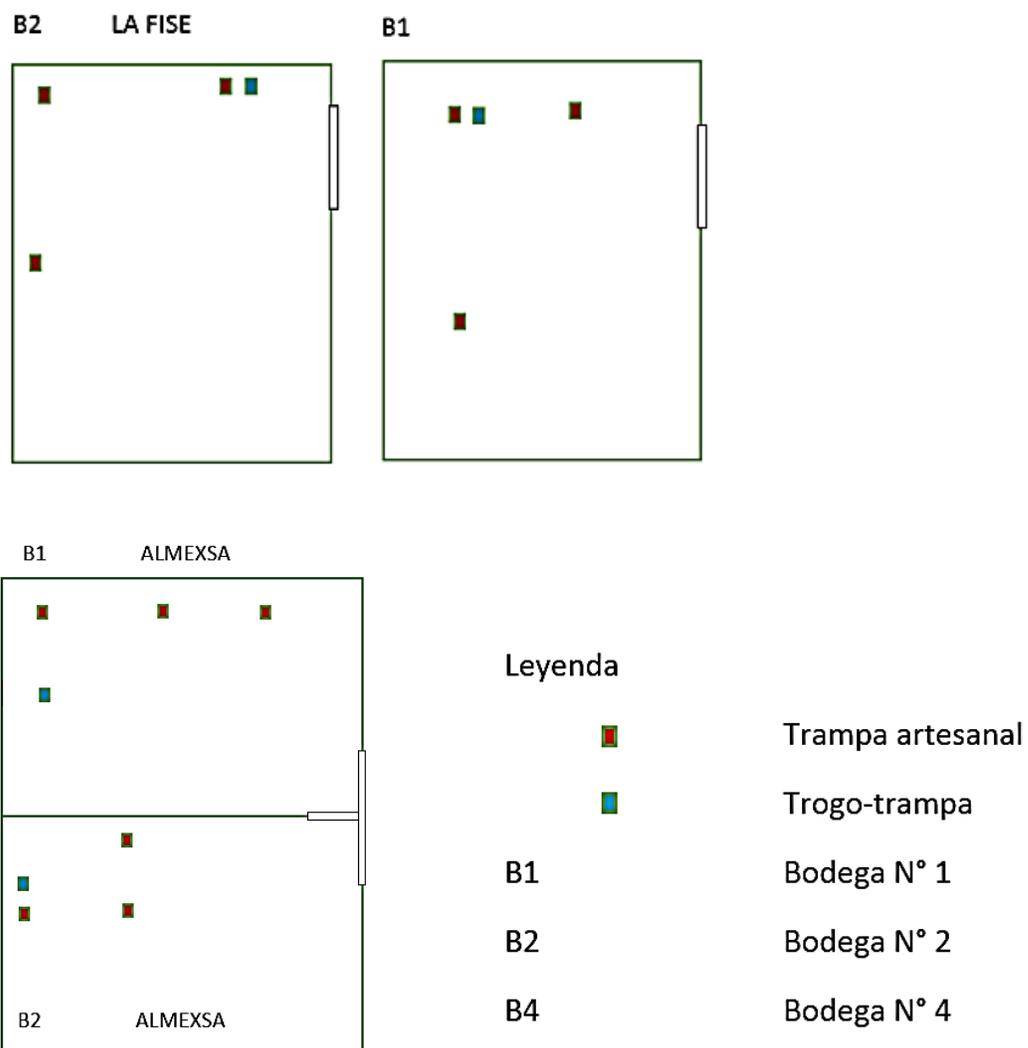


Mapa tomado de Google Earth, 2015

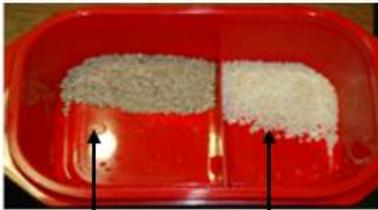
Anexo 2. Plano de campo de prospección de gorgojo khapra en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional



Anexo 2. Continuación... Plano de campo de prospección de gorgojo khapra en almacenes fiscales y bodegas de carga internacional



Anexo 3. Trampas artesanales, etiquetado y material pegante



Purina

Arroz



Orificios de entrada de cada depósito

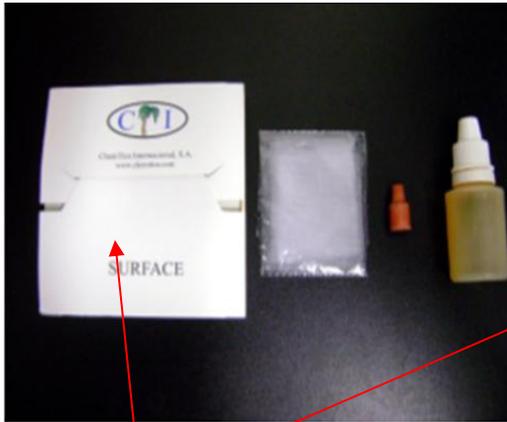


Etiquetado de panas

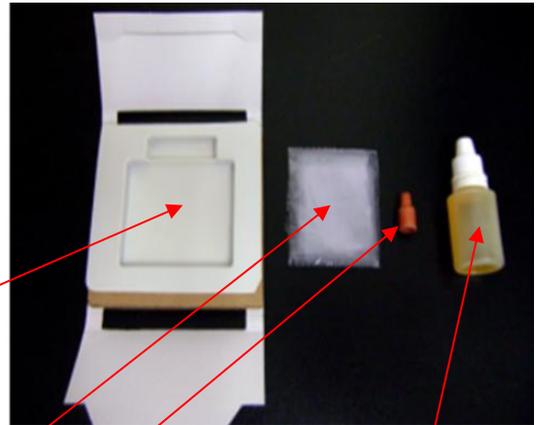


Miel (material pegante)

Anexo 3. Continuación... Trampas convencionales (Trogo-trampas)



Cuadro de cartón corrugado con bandeja plástica doble



Feromona y señuelo

Botella con atrayente alimenticio

Anexo 4. Fecha de visita a los almacenes fiscales para prospección de gorgojo khapra en
almacenes fiscales y bodegas de carga internacional

Nº	Fecha	PLI	TACA	ACA	GLO BAL	ALPAC	LA FISE	ACO NISA	TEZLA	ALME XSA
1	21/03/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2										
3	04/04/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4										
5	22/04/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6										
7	07/05/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8										
9	16/05/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10										
11	30/05/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12										
13	13/06/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14										
15	27/06/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16										
17	11/07/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18										
19	25/07/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20										
21	08/08/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22										
23	22/08/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24										
25	05/09/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26										
27	19/09/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28										
29	03/10/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30										
31	17/10/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32										
33	31/10/2014	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo 5. Encuesta generada para conocer la opinión de expertos acerca de la probabilidad de introducción, dispersión y establecimiento del gorgojo khapra a Nicaragua

Favor llenar solamente un espacio según el diseño o categoría de las preguntas. La marca será X

Formulario de preguntas

Nombre y apellidos del encuestado

Nivel académico

Técnico Universitario Posgraduado Doctorado

Orientación académica o especialidad

Agrónomo Sanidad vegetal Entomología Ecólogo Otro

Especificar en caso diferente.

1.- Que probabilidad cree usted que pueda tener el gorgojo khapra de introducción a Nicaragua?

Alta Media Baja

2.- Probabilidad de dispersión tendría el gorgojo khapra en Nicaragua

Alta Media Baja

3.- Probabilidad de establecimiento tendría el gorgojo khapra en Nicaragua

Alta Media Baja

4.- Vías de introducción del gorgojo khapra a Nicaragua

Alta Media Baja

Marítima

Aérea

Terrestre

"Medio de transporte"

Embalaje

Equipaje

Anexo 6. Continuación... Encuesta generada para conocer la opinión de expertos acerca de la probabilidad de introducción, dispersión y establecimiento del gorgojo khapra a Nicaragua

5.- Probabilidad de que las medidas de contención fallen y permitan la introducción del gorgojo khapra a Nicaragua

	Alta	Media	Baja
Inspección			
Muestreo			
Tratamiento			

6.- Probabilidad de que productos y subproductos favorezcan la introducción del gorgojo khapra a Nicaragua

	Alta	Media	Baja
Vegetales			
Animales			
Medios de transporte			
Embalaje			

7.- Probabilidad de que Condiciones de clima favorezcan el establecimiento del gorgojo khapra en Nicaragua

	Alta	Media	Baja
Temperatura			
Humedad			
Alimento			
"Ambientes protegidos"			

8.- Impactos negativos

	Alta	Media	Baja
Económico			
Social			
Medio ambiental			

Político
FECHA
FIRMA

Formulario de preguntas según la opinión del encuestado

9 ¿Qué estrategia implementaría para minimizar los riesgos de introducción del gorgojo khapra para Nicaragua?

Anexo 6. Continuación... Encuesta generada para conocer la opinión de expertos acerca de la probabilidad de introducción, dispersión y establecimiento del gorgojo khapra a Nicaragua

10 ¿En que forma cree usted que ayudarían los medios de comunicación para que el país evite la entrada de una plaga de este tipo?

11 ¿Cómo debería ser la participación de los actores involucrados en el transporte de productos susceptibles de ser atacados por el gorgojo khapra y como orientarlos para que tengan conciencia del peligro que representa este insecto para Nicaragua?

12 ¿Los recursos utilizados para la prevención, seguimiento y erradicación de una plaga, cree usted que debería distribuirse de forma equitativa o brindarle más apoyo a una de ellas? ¿a cuál?

13 En qué etapa de un análisis de riesgo cree usted que podría fallar el sistema de cuarentena concerniente a los insectos de importancia como el gorgojo khapra?

14 ¿Qué otros métodos de control de plagas sugiere que se utilicen en los almacenes y que no sea el convencional con productos agroquímicos?

15 ¿Cree usted que otro país que no tiene reportes de presencia de gorgojo khapra pueda transportar a Nicaragua este gorgojo sin darse cuenta? ¿Por qué?

16 ¿Qué política de gobierno cree usted que tiene mucha fortaleza para evitar la introducción de plagas como el gorgojo khapra y cuál es la debilidad que debería mejorar?

Anexo 7. Claves de identificación de *T. granarium*; Estas claves son una recopilación tomadas de la NIMF n° 27 de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012) y (EPPO, 2013)

Anexo 7.1. Clave dicotómica para la diferenciación de larvas de derméstidos

- 1 Urogonfo presente en el 9 ° segmento abdominal, 10 ° segmento esclerotizado, cilíndrico*Dermestes spp.*
- Urogonfo ausente, decimo segmento abdominal no esclerotizado.....2
- 2 Superficie dorsal sin hastiseta, palpo maxilar de 4 segmentos.....*Attagenus spp.*
- Superficie dorsal con hastisetas (Fig. 18A), palpo maxilar de 3 segmentos.....3
- 3 Márgenes posteriores del seno del tergo abdominal, o marginado, mechones de hastiseta colocados en las partes membranosas posteriores del tergo, 8vo tergo abdominal sin mechones de hastisetas.....*Antrenus spp.*
- Márgenes posteriores del tergo no están sinuados o marginados, mechones de hastiseta colocados en placas tergaes esclerotizadas, 8vo tergo con mechones de hastiseta.....4
- 4 Márgenes posteriores del tergo no están sinuados o marginados, mechones de hastisetas colocados en placas tergaes esclerotizadas, 8vo tergo con mechones de hastisetas.....*Antrenocerus spp.*
- Segundo y últimos segmentos antenales subiguales, cabeza de hastiseta menos de tres veces más larga que ancha en el punto más ancho.....*Trogoderma ssp.*

Anexo 7.2. Clave de Identificación larvaria del género *Trogoderma* del último estadio

- 1 Epifaringe con 4 papilas distales, generalmente en una excavación sensorial (Fig. 23A).....2
- Epifaringe con 6 papilas distales en una copa sensorial distal; a veces una o dos papilas fuera de la copa sensorial (Fig. 23(B), (C)).....3
- 2 Tergo uniformemente amarillento-marrón, sin pigmentación grisácea en la base de grandes espicisetas; acroterguitos débilmente esclerotizados; sutura antecostal en el octavo segmento abdominal casi siempre ausente (si está presente, débil y generalmente roto); seta que ocupan el 50%-75% del segmento antenal basal, segundo segmento usualmente con una sola seta o sin seta, segmento apical con poros sensoriales en el cuarto basal; morfología de las hastisetas como en la Fig. 20 (A), (B).....*Trogoderma granarium* Everts
- Tergo generalmente es marron grisáceo oscuro, al menos en la base de las principales espicisetas; acroterguitos parduzcos,, esclerotizados; sutura antecostal en octavo segmento abdominal distinto; segundo segmento antenal sin setas, morfología de las hastisetas como en las Fig. 20(C), (D).....*Trogoderma glabrum* (Herbst)
- 3 Setas en el segmento antenal basal agrupado en el lado interno y el interior de la parte dorsal, dejando el lado externo y el exterior del lado ventral glabros; en las antenas de extensión completa en el segmento basal que no llegan al vértice del segundo segmento, poro (s) sensorial (s) en los segmentos antenales apicales que no están en el cuarto basal; mediana espiciseta pequeña en acroterguitos no lo suficientemente larga como para extenderse sobre la sutura antecostal (Fig. 19 C; compárese con la Fig. D); hastisetas (Fig. 20 E, F) muy escasa en el tergo torácico y abdominal anterior (Fig. 19 A); tergo con una sola fila de grandes espicisetas (Fig. 19 B).....*Trogoderma variabile* Ballion
- Especímenes sin la combinación de caracteres anteriores.....otros *Trogodermas spp.*

Anexo 7.3. Clave de diferenciación de adultos de derméstidos

1 Ocelo medio ausente.....	<i>Dermestes spp.</i>
Ocelo medio presente.....	2
2 Cuerpo cubierto con pelos de tamaño parecido a una escala; cavidad de la antena llena de antenas, totalmente visible desde la vista anterior (Fig. A).....	<i>Antrenus spp.</i>
Cuerpo cubierto de setas simples, algunas de ellas blanquecinas, aplanadas (ensiformes) pero nunca en escala.....	3
3 Cavidad de la antena completamente cerrada por detrás, club de antenas de 3 segmentos y bien definido.....	<i>Antrenocerus spp.</i>
Cavidad de la antena abierta por detrás o delimitada parcialmente por una carina posterior, cavidad de la antena mucho más ancha que las antenas, no visible en la vista anterior.....	4
4 Cavidad de la antena abierta por detrás, margen posterior de la coxa posterior en angulo, primer segmento del tarso posterior más corto que el segundo segmento.....	<i>Attagenus spp.</i>
Cavidad antenal carinada posterior, margen posterior de la coxa posterior recta, arqueada o sinuosa, primer segmento del tarso posterior más largo que el segundo segmento.....	<i>Trogoderma spp.</i>

Anexo 7.4. Clave de identificación de adultos de *Trogoderma*

- 1 Pubescencia dorsal unicolor.....*Trogoderma spp.* no plaga
 La pubescencia dorsal no es unicolor pero con patrón o pubescencia completamente borrada; (setas ensiformes además de setas de color amarillento y marrón rojizo).....2
- 2 Elitro sin un patrón bien definido, unicolor o vagamente moteado.....3
- 3 Elitro con áreas más claras y oscuras bien definidas (Fig. 3).....4
- 3 Integumento negro, raramente con maculacion vagamente parduzca, loop basal, submediano y bandas subapicales formadas por setas ensiformes amarillentas y blanquecinas; antenas siempre segmentadas en 11 segmentaciones, masa antenal masculina de 5-7 segmentaciones, hembras 4-5 segmentadas; 5° esternito de macho con setas uniformes y recostadas Fig 6B.....*Trogoderma glabrum* (Herbst)
 La luz del intestino es de color marrón rojizo, a menudo con maculatura más clara indistinta, las setas ensiformes diseminadas rara vez forman 2-3 bandas indistintas; antenas usualmente 11, raramente 9 o 10 segmentos, masa antenal masculina 4-5 segmentada, hembra 3-4 segmentada; 5° esternito de macho con parche apical de setas densas y gruesas.....*Trogoderma granarium* Everts
- 4 Tegumento elitral con distinto lazo basal de luz.....5
- Tegumento elitral con bandas y puntos distintos solamente.....7
- 5 Margen anterior de los ojos distintamente emarginado.....*Trogoderma inclusum* Le Conte (Fig. 6 D)
- Margen anterior del ojo derecho o ligeramente sinuado.....6
- 6 Bucle basal nunca conectado a la banda antemediana.....*Trogoderma variabile* Ballion (Fig. 4 A-C, 5 y 6 H)
- El asa basal de la maculatura elitral conectada a la banda antemediana por una banda o bandas longitudinales (T. inclusum con menos obvio emarginacion de los ojos puede aparecer aquí) *T. simplex* Jayne (Fig. 6F), *T. sternale* Jayne (Fig 6G), *T. versicolor* (Creutzer) Fig 6I
- 7 Tegumento elitral con tres fascias bien definidas (basal, submedio y apical), setas en fascias en gran parte blancas, ensiformes con recostado amarillento muy escaso..*Trogoderma angustum* (Solier) Fig. 6A.
- Tegumento elitral con una banda basal bien definida y una mancha mediana o posterior (Fig. 5, izquierda).....*Trogoderma variabile* (patrón reducido)

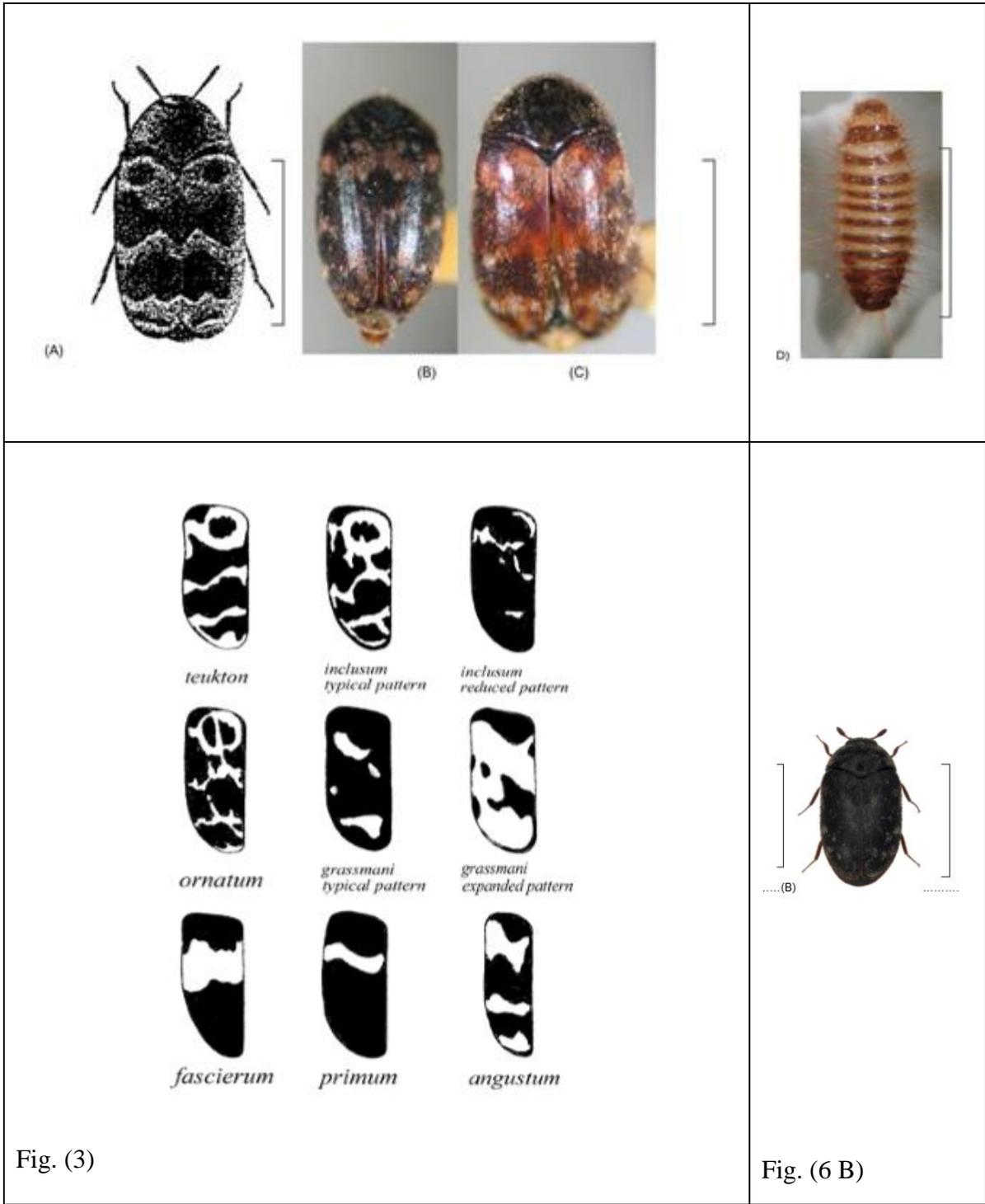


Fig. (3)

Fig. (6 B)



Fig. 18 A

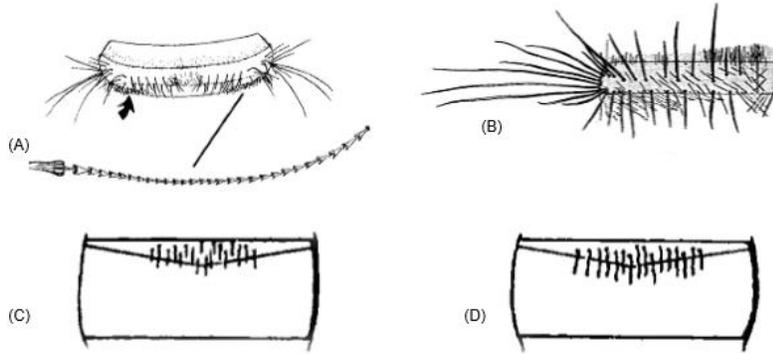


Fig. 19 (A, B, C y D)

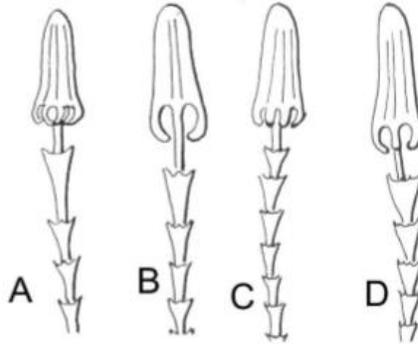
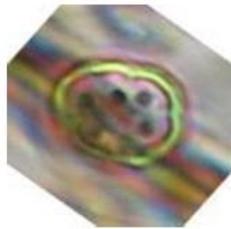


Fig. 20 (A, B, C y D)



(A)



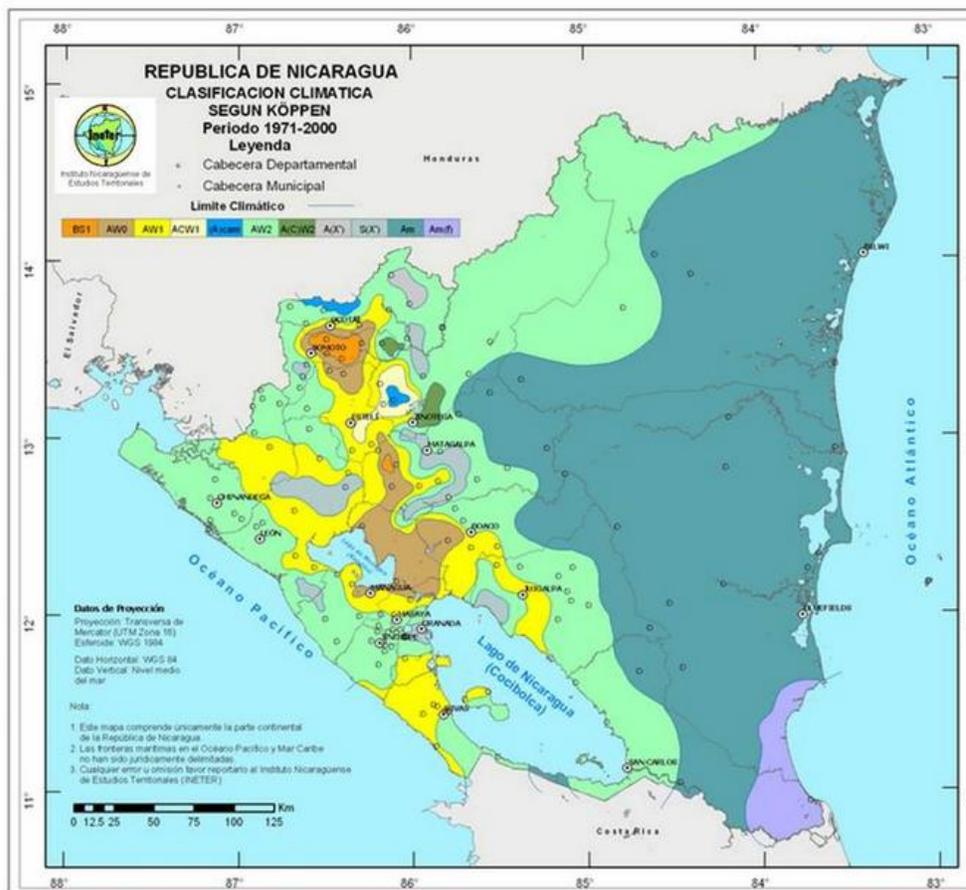
(B)



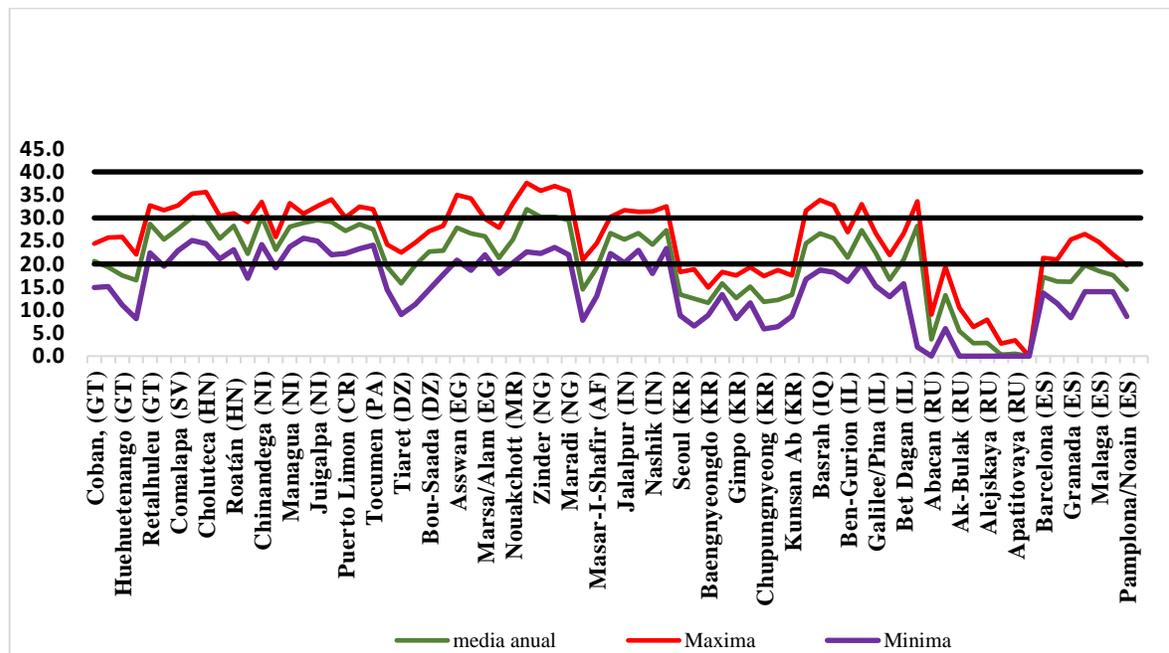
(C)

Fig. 23 A, B y C

Anexo 8. Mapa de Nicaragua con sus características climáticas según Köppen



Anexo 9. Temperaturas mínimas, promedios y máximas anuales de países donde está presente *T. granarium*, en comparación con el área de ARP (Nicaragua) y países vecinos donde no está presente. Elaboración propia. Datos disponibles en Tu tiempo.net [http://www.tutiempo.net/clima/\(2014\)](http://www.tutiempo.net/clima/(2014)) Consultado 20 oct. 2014



Anexo 10. Argumento de expertos acerca de la opinión de la probabilidad de introducción de *T. granarium* a Nicaragua

Expertos	Argumentos			
	Monitoreo	Vigilancia	Cuarentena	Manejo
Jean Michel Maes	Fortalecerlo, normativas por tasas de impuestos para altas garantías de monitoreo	Medidas tomadas son correctas	Mayores recursos en la prevención de introducción	Producir los propios granos
Colmar Serra	Prioridad a la prevención	Disponer de flujo-grama de acciones en caso de sospecha o confirmación periférica o interna	Mejorar las capacidades de detección en los inspectores	Uso de enemigos naturales, físico, químicos
Edgardo Salvador Jiménez	Enfatizar en la prevención	Muestreo en los puertos y aeropuertos	Capacitación a los técnicos en muestreo y reconocimiento del insecto	Divulgación de medidas de prevención
Richard Fisher	Dotar a inspectores de equipos modernos, scanner		Mas verificación de cuarentena, capacitar más a inspectores	
Carlos Leonel Mairena	Podría fallar el monitoreo		Fortalecer las inspecciones en los puertos de entrada	Uso de hongos entomopatógenos, trampas y atrayentes, Hacer cumplir las leyes y normativas, destinar más personal
Sabas Acuña			Mayor rigor en las inspecciones y más apoyo a los recursos de cuarentena	Más tiempo de exposición en los tratamientos cuarentenarios, uso de hongos entomopatógenos

Anexo 11. Intercepciones de *T. granarium* en los puestos fronterizos de Estados Unidos

Puesto	Producto	Fecha	Origen	Intercepciones
CBP Seattle, Washington	Aeronave	2009	Egipto, Grecia, Dinamarca	3 ⁺
CBP Oakland, California	Remesas	2009	Emiratos Árabes Unidos	2*
CBP Washington	Pasajeros, aviones, barcos	2011		44
CBP Michigan	Garbanzos	2011	India	1
CBP Puerto Ángeles, Long Beach	Habas	2011	Emiratos Árabes Unidos	2
CBP Los Ángeles, California	Arroz	2011	India	8
CBP Aeropuerto de O' Hare, Chicago	Arroz	2011	India	1
CBO Aeropuerto de Baltimore	Arroz basmati	2011	Pakistán	40
CBP Indianápolis	Semilla de cebada	2011	India	2
CBP Detroit	Baldosas	2011	China	1
CBP San Diego, California	Lentejas	2012	India	2*
CBP Pittsburgh (2013)	Arroz	2013	Arabia Saudita	2
CBP Buffalo	Ponchos para lluvia	2014	China	3*
CBP Aeropuerto de Dulles, Washington	Arroz	2014	Arabia Saudita	1*
CBP Aeropuerto de Atlanta, Georgia	Frijol seco	2016	Nepal	1
CBP Aeropuerto JFK, NY	Arroz	2017	Arabia Saudita	1

*Especímenes adultos o larvas vivas

+Lugares indefinidos de detección

| | El numero entre barras indica valor absoluto

Anexo 12. Intercepciones de *T. granarium* en los puestos fronterizos de México, SAGARPA (2018)

Puesto	Producto	Fecha	Origen	Intercepciones
Puesto fronterizo	Chile seco	2017	India	3
Puesto fronterizo	Arroz	2017	Uruguay	1
Puesto fronterizo	Flor de Jamaica	2017	Sudán	3
Puerto marítimo de Veracruz	Flor de Jamaica	2017	Nigeria	18