



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA
ECOLÓGICA DE TIERRA DE DIATOMEAS Y SU
IMPACTO EN LOS INSECTOS PLAGA DE GRANOS
ALMACENADOS DEL VALLE DE ICA, 2015.**

PRESENTADO POR LA BACHILLER

SARAVIA GARCIA ALEXANDRA PAMELA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

ICA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mi familia, el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo a través del tiempo

AGRADECIMIENTOS

A mi alma máter, por mi formación profesional.

A mis asesores, José Quije y Guido Tenorio, por ser mi gran guía y respaldo durante todo este proceso.

A Luis Suárez, Carlos Blanco, Juan José Guillermo, Luis Castañeda y César Reto, que con su excelencia profesional me nutrieron de conocimiento para realizar esta investigación.

A mis padres Nora Garcia y Juan Saravia, a mi abuela Alicia Fernández y a mi hermano Mijael Saravia, por creer plenamente en mí y darme fuerzas para mejorar día a día.

A todos mis compañeros de aventuras, por estar conmigo en las buenas y las malas.

A las personas que a pesar de estar lejos de mí, me inspiraron y ayudaron a finalizar mi primer gran proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	17
1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. Delimitaciones	21
A. Delimitación Espacial	21
B. Delimitación Temporal	21
C. Delimitación Social	21
1.2.2. Definición del Problema	21
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3.1. Problema Principal	23
1.3.2. Problemas Específicos	23
A. Problema Específico Uno	23
B. Problema Específico Dos	23
C. Problema Específico Tres	23
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. Objetivo General	23
1.4.2. Objetivos Específicos	23
A. Objetivo Específico Uno	23
B. Objetivo Específico Dos	24
C. Objetivo Específico Tres	24

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.6. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.7.1. Limitación Temporal	25
1.7.2. Limitación Económica	26
1.7.3. Limitación de Información	26

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

ASPECTOS TEÓRICO Y CIENTÍFICOS	28
2.1. MARCO REFERENCIAL	39
2.1.1. Antecedentes de la Investigación	34
2.1.2. Análisis de Antecedentes de la Investigación	36
2.2. MARCO TEÓRICO	39
2.2.1. Definición de plaga	39
2.2.2. Clasificación de plagas	39
A. Biológicas	39
Hierbas invasoras	39
Vertebrados	39
Artrópodos	40
✓ Arácnidos	40
✓ Insectos	41
B. Por su importancia fitosanitaria	49
C. Por el tipo de daño que causan	50
2.2.3. Plagas Agrícolas	50
A. Categorías de las plagas agrícolas	50
B. Daños que ocasionan las plagas agrícolas	51
C. Insectos plaga presentes en el Valle de Ica	52
2.2.4. Métodos de control de plagas	56
A. Control Cultural	57
B. Control Biológico	57
C. Control Etológico	58
D. Control Mecánico	59
E. Control Físico	59
F. Control Legal	60

G. Control Genético	60
H. Control Químico	60
2.2.5. Tierra de diatomeas	72
A. División <i>Bacillariophyta</i>	72
B. Clasificación de las Diatomeas	74
C. Forma y función de las Diatomeas	76
D. Reproducción de las Diatomeas	77
E. Nutrición de las Diatomeas	78
F. Topología de las Diatomeas	79
G. Hábitat de las Diatomeas	80
H. Tierra de diatomeas	81
I. Origen de la Tierra de diatomeas	81
J. Importancia de la Tierra de diatomeas	82
K. Composición de la Tierra de diatomeas	84
L. Propiedades Físicas de la Tierra de diatomeas	85
M. Usos de la Tierra de diatomeas	86
N. Inocuidad de la Tierra de diatomeas	88
O. Tierra de diatomeas en Ica	89
2.3. MARCO HISTÓRICO	90
2.4. MARCO LEGAL	91
2.5. MARCO CONCEPTUAL	94

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS

METODOLOGÍA	102
3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	102
3.1.1. Hipótesis General	102
3.1.2. Hipótesis Específicas	102
A. Hipótesis Específica Uno	102
B. Hipótesis Específica Dos	102
C. Hipótesis Específica Tres	102
3.2. VARIABLES	102
3.2.1. Variable Independiente	102
A. Dimensión	102
B. Indicadores	102

C. Índices	103
3.2.2. Variable Dependiente	103
A. Dimensión	103
B. Indicadores	103
C. Índices	103
3.3. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	104
3.3.1. Tipo de la Investigación	104
3.3.2. Nivel de la Investigación	104
3.3.3. Diseño de la Investigación	104
3.4. MÉTODO	111
3.4.1. Método de la Investigación	111
3.5. COBERTURA DE INVESTIGACIÓN	111
3.5.2. Población de la Investigación	111
3.5.3. Muestra de la Investigación	111
3.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS	111
3.6.1. Técnicas de la Investigación	111
3.6.2. Instrumentos de la Investigación	112
3.6.3. Fuentes de Recolección de Datos	112

CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	114
4.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	114
4.1.1. Contrastación de la Hipótesis Uno	114
4.1.2. Contrastación de la Hipótesis Dos	134
4.1.3. Contrastación de la Hipótesis Tres	146
CONCLUSIONES	152
RECOMENDACIONES	153
BIBLIOGRAFÍA	154
LINCOGRAFÍA	158
ANEXOS	160

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA TIERRA DE DIATOMEAS .	85
TABLA 2 CONTEO DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 7DDA	120
TABLA 3 PORCENTAJE DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 7DDA	121
TABLA 4 CONTEO DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 14DDA	123
TABLA 5 PORCENTAJE DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 14DDA	124
TABLA 6 CONTEO DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 21DDA	126
TABLA 7 PORCENTAJE DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 21DDA	127
TABLA 8 CONTEO DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 28DDA	129
TABLA 9 PORCENTAJE DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 28DDA	130
TABLA 10 CONTEO DEL TOTAL DE S. ZEAMAIS MUERTOS A LOS 28DDA	132
TABLA 11 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE S. ZEAMAIS	133
TABLA 12 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (5 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	138
TABLA 13 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (6 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	139
TABLA 14 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (7 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	140
TABLA 15 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (8 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	141
TABLA 16 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (9 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	142
TABLA 17 CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (10 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	143
TABLA 18 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE ZEAMAIS VAR. SACCHARATA	144
TABLA 19 PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DE GRANOS DE MAÍZ (ZEAMAIS VAR. SACCHARATA)	149

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 RESPUESTA A LA MISMA DOSIS	31
FIGURA 2 PROMEDIO DE RESPUESTAS	32
FIGURA 3 CUERPOS QUERATIZADOS DE LOS INSECTOS	33
FIGURA 4 <i>HELIOTHIS (HELICOVERPA) ZEA (BODIE)</i>	52
FIGURA 5 ADULTOS DE MOSCA BLANCA	53
FIGURA 6 MAÍZ ATACADO POR <i>SITOPHILUS ZEAMAI</i> S	54
FIGURA 7 VARIEDAD DE DIATOMEAS MARINAS	76
FIGURA 8 ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE ÁCIDO SILÍCICO EN FUNCIÓN DEL PH Y LA TEMPERATURA	84
FIGURA 9 CERRO PILETA	89
FIGURA 10 PESAJE DE <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i>)	115
FIGURA 11 GORGOJOS DEL MAÍZ (<i>SITOPHILUS ZEAMAI</i> S)	115
FIGURA 12 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE TIERRA DE DIATOMEAS	116
FIGURA 13 MOLIENDA Y CERNIDO DE TIERRA DE DIATOMEAS	116
FIGURA 14 PESAJE DE LAS DOSIS DE TIERRA DE DIATOMEAS	117
FIGURA 15 DOSIS DE TIERRA DE DIATOMEAS PARA CADA TRATAMIENTO	118
FIGURA 16 PREPARACIÓN DE 15 UNIDADES EXPERIMENTALES	118
FIGURA 17 LOS TRATAMIENTOS Y SUS REPETICIONES	119
FIGURA 18 REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES CON TRATAMIENTO 0.7%TD A LOS 7DDA	122
FIGURA 19 REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES DEL TESTIGO BLANCO A LOS 14DDA	125
FIGURA 20 REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES CON 0.5%TD A LOS 21DDA	128
FIGURA 21 REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES CON TRATAMIENTO 1.5%TD A LOS 28DDA	131
FIGURA 22 <i>S. ZEAMAI</i> S MUERTOS EN EL TRATAMIENTO AL 1.0%TD ₂	131
FIGURA 23 REMOJO DE GRANOS DE MAÍZ POR 48 HORAS	135

FIGURA 24 MATERIALES PARA LA PRUEBA DE GERMINACIÓN	136
FIGURA 25 <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i> PARA PRUEBA DE GERMINACIÓN	137
FIGURA 26 ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN PLACAS PETRI	137
FIGURA 27 MUESTRAS DE GRANOS PARA LA PRUEBA DE GERMINACIÓN	137
FIGURA 28 GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.7%TD Y SUS REPETICIONES (5 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	138
FIGURA 29 GRANOS DEL TRATAMIENTO 1.0%TD Y SUS REPETICIONES (6 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	139
FIGURA 30 GRANOS DEL TRATAMIENTO 1.5%TD Y SUS REPETICIONES (7 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	140
FIGURA 31 GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.5%TD Y SUS REPETICIONES (8 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	141
FIGURA 32 GRANOS DEL TESTIGO BLANCO Y SUS REPETICIONES (9 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	142
FIGURA 33 GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.7%TD Y SUS REPETICIONES (10 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)	144
FIGURA 34 PRIMER PESAJE DE <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i>	147
FIGURA 35 SEGUNDO PESAJE DE <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i>	148
FIGURA 36 PESAJE DEL TRATAMIENTO 0.7%TD3	149

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE <i>S. ZEAMAI</i> S (%)	134
GRÁFICO 2 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i> (%)	145
GRÁFICO 3 PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DE <i>ZEA MAYS VAR. SACCHARATA</i> (%)	150

RESUMEN

El proyecto de investigación se llevó a cabo con el propósito de que al analizar la actividad insecticida ecológica de la Tierra de diatomeas presente en la ciudad de Ica, esta se convierta en una opción de reemplazo a insecticidas químicos y combatan a insectos plaga sin llegar a contaminar el ambiente o afectar la salud humana.

Con los datos resultantes se pudo establecer que esta Tierra de diatomeas se puede considerar como control ecológico ya que su efectividad para combatir gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) resultó por sobre el 50% de porcentaje de mortalidad.

El proyecto de investigación es de tipo experimental ya que se ha empleado el método científico y correlacional pues se deseó saber cuál era la respuesta de la variable problema frente al tratamiento conociendo esta última; posee un método científico – experimental pues se van a utilizar los procedimientos de observación, problema o pregunta, búsqueda de información, hipótesis, experimentación, análisis de resultados hasta finalmente llegar a las conclusiones y uno por experimentación ya que se va a realizar una prueba que nos permita controlar y manipular ambas variables; tiene un nivel aplicativo porque busca resolver un problema que es frecuente en el lugar de la investigación, así mismo, es innovador y explicativo porque hay relación causa – efecto entre la aplicación del tratamiento y la variable problema, además se explica el comportamiento del primero con relación al segundo; el primer diseño usado es Experimental – 5 grupos aleatorios con post test pues se realizó una prueba al final y el segundo es Experimental – 5 grupos aleatorios con pre y post test, con una prueba al inicio y otra al final.

Finalmente, llegamos a la conclusión de que este control ecológico, mediante el uso de Tierra de diatomeas presente en la ciudad, aportaría favorablemente con las personas interesadas que buscan una opción para combatir a los insectos plaga de granos almacenados sin que se vea comprometida la estabilidad del ambiente o su propia salud.

Palabras Claves: Actividad insecticida ecológica, Tierra de diatomeas, insectos plaga, granos almacenados de maíz, gorgojos del maíz.

ABSTRACT

The investigatory project was done with the purpose that from the analyze of the ecological insecticides activity of the Diatomaceous earth existing in Ica city, it becomes an option of replacer of the chemical insecticides, so they can fight the plague of insects and avoid the environmental pollution or human health troubles.

With the data obtained it can be sustained that this Diatomaceous earth could be considered as an ecological control since its effectivity to fight maize weevils (*Sitophilus zeamais*) resulted more than the 50% of mortality.

This investigatory project is Experimental Type because it has been used the scientific method and Correlational because it is wanted to know which one is going to be the answer of the trouble's variable against the treatment, knowing the last one; it has a Scientific - Experimental Method because it needs the procedures of Observation, Question, Research, Hypothesis, Experiment, Data and finally Conclusions and For Experimentation Method because it is going to be used an experiment test where we can control and manipulate both variables; it has an Application level because tries to resolve a frequent problem in the investigation's place, it is also innovative and Explicative because there's a cause - effect relation between the treatment and the trouble's variable, and also it's explain the first one's comportment respect the second one; the first design used is the Experimental – 5 random groups with post test because it had a test in the end and the second design used is the Experimental – 5 random groups with pre and post test because it had a test in the beginning and the end.

Finally, we conclude that this ecological control, using Diatomaceous earth present in the city, contribute favorably to interested people seeking an option to fight plague of insects of stored grains without being compromised the environment's stability or their health.

Keywords: Organic insecticidal activity, Diatomaceous earth, plague of Insects, stored grains of corn, corn weevils.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación se basó en la utilización del método científico para comprobar cuán efectiva es la Tierra de diatomeas presente en la ciudad de Ica y que de tal forma se pueda considerar como un insecticida ecológico.

La importancia que recayó en este proyecto de investigación fue equivalente al valor de haber encontrado una opción eficaz, novedosa y sostenible para combatir insectos plaga que afecten a granos almacenados y que representen una fuente considerable para la población dedicada a la actividad agrícola sin que llegue a verse afectada su salud durante el empleo de este control.

La persona interesada en realizar este proyecto de investigación buscó que al emplearse este tratamiento se puedan tanto combatir a los insectos plaga que afectan a granos almacenados como reducir el uso del ya convencional control químico, de modo que se reduzcan los posibles daños que este último pueda causar.

El desarrollo del contenido se ha dividido en cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación.

En el Capítulo I se presenta el planteamiento del problema, en este se detalla la descripción del problema el cual incluye tanto la descripción de la realidad problemática como las delimitaciones y definición del problema, también se encuentra la formulación del problema, los objetivos, la justificación, la importancia y las limitaciones del proyecto de investigación.

En el Capítulo II se abordan los fundamentos teóricos de la investigación y en este se plasma el marco referencial, el que al mismo tiempo contiene los antecedentes de la investigación. También dentro de este capítulo se pueden identificar el marco teórico, histórico, legal y finalmente el conceptual.

En el Capítulo III se encuentran los planteamientos metodológicos; dentro de la metodología encontramos las hipótesis, las variables dependiente e independiente, así como también sus indicadores e índices, respectivamente, el tipo, nivel, diseño y método de la investigación, la cobertura del estudio de la investigación y las técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos.

En el Capítulo IV se presenta la organización, presentación y análisis de resultados, lo cual contiene la contrastación de hipótesis y la discusión de resultados.

Finalmente, se cuenta con las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

LA AUTORA

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad podemos encontrar restos contaminantes químicos presentes en el aire, suelo, agua y hasta en los mismos alimentos que consumimos. Año tras año se arrojan sustancias como herbicidas, insecticidas, fungicidas, entre otros y a pesar que sabemos que su propósito es elevar la producción alimentaria, estos representan un peligro potencial para el hombre debido a que su presencia residual en dichos alimentos significa el ingreso al organismo humano y una vez dentro, se facilita a la interacción entre ambos. Por otro lado, es bien sabido que los insecticidas son nocivos para los insectos beneficiosos y además, crean problemas de resistencia, sin olvidar que son muy costosos y representan un factor importante de pérdida de la biodiversidad animal de los ecosistemas de agua dulce.

Posteriormente se buscaron alternativas para evitar problemas de aquella magnitud, surgiendo así los insecticidas ecológicos como alternativa más saludable pues tienen la particularidad de descomponerse rápidamente después de la aplicación y son específicos para la plaga que se busca controlar o eliminar. Por tanto, sus efectos son menos perjudiciales para el ser humano, la vida silvestre y el ecosistema.

España, desde 1993 y proveniente de Arabia Saudí, se vio afectada por una plaga de coleópteros llamada “Picudo rojo” (*Rhynchophorus ferrugineus*) la cual ha acabado desde entonces con miles de palmeras.

Desde su detección por vez primera, en el municipio granadino de Almuñécar, intentó controlarse aplicando tratamientos de plaguicidas que inicialmente resultaron efectivos. Sin embargo, a partir de 2005 se produjo una explosión de esta plaga fuera de las zonas de control, que afectó incluso a Elche, donde se encuentra el mayor palmeral de Europa. Para combatir este problema, se ha puesto en marcha el programa “Palm Protect”, algunos de los tratamientos son: usar inyecciones en el tronco de fitosanitarios cien por cien efectivas, sustituyendo así a la fumigación; trabajar con aplicaciones de microondas sobre las palmeras; poner a prueba la lucha biológica, como el uso de los hongos entomopatógenos y sus proteínas insecticidas en el control microbiano de las plagas, como el hongo *Beauveria bassiana*, que actúa por contacto y enferma al picudo rojo. Este es un hongo deuteromiceto, pertenece a los hongos entomopatógenos, crece de forma natural en los suelos de todo el mundo

y es capaz de infectar insectos de diferentes especies, a los que causa la enfermedad de la muscardina, actualmente es utilizado como insecticida biológico o biopesticida y resulta efectivo contra el picudo (Ruíz, 2013).

Cropguard, desarrollado por Chemrez Technologies Inc. y distribuido por Sinochem Crop Protection Philippines Inc. es un insecticida oleoso orgánico que ha demostrado erradicar los insectos escama del cocotero en 48 horas en Filipinas. Su eficacia ha sido probada en Calabarzon y Basilán, donde existe una fuerte infestación de *Aspidiotus rigidus*. Los agricultores se oponen al uso de neonicotinoides debido a sus supuestos efectos negativos, como el envenenamiento del xilema y el floema de los árboles. El Gobierno ha destinado 460 millones de pesos filipinos para la puesta en marcha de la primera fase del proyecto, que irá de junio a agosto, mientras que se han asignado 204 millones y 88 millones de pesos para la segunda y tercera fase, respectivamente (Czeriza Valencia, 2014).

En México, el manejo inadecuado de insecticidas en el campo ha provocado la contaminación de ecosistemas, resistencia por parte de los insectos, emergencia de nuevas plagas, resurgimiento de otras, toxicidad en organismos benéficos y consiguientes daños a la salud humana por intoxicación directa e indirecta para el aplicador y consumidor. Esto ha obligado a los investigadores a generar y transferir tecnología que sea eficiente que responda a los intereses y necesidades de los agricultores sin detrimento del medio ambiente. Daniel Arturo Rodríguez Lagunas, especialista en protección vegetal, nos dice que según sus investigaciones, las sustancias naturales extraídas de algunas plantas pueden actuar como insecticida y utilizarse igual que los organosintéticos, pero sin tener los mismos efectos contaminantes y riesgos para la salud humana. Este es el caso del árbol de Neem o Margosa (*Azadirachta indica*) ya que se ha demostrado su efectividad en el control de más de 200 especies de insectos y ácaros de importancia económica, un árbol originario de la India que hoy se encuentra en muchas partes del mundo (Chaín-Revuelta, 2003).

Al Sur de Honduras, buscando producir cosechas saludables, la microempresa “Buen Samaritano” ha comenzado a producir líquidos amigables con el ambiente, pero con la misma potencia de destrucción de plagas que los insecticidas químicos. Hojarasca y troncos, cemolina, maíz molido y melaza son los ingredientes que al mezclarse dan

la fórmula indicada para eliminar insectos que afectan los cultivos. Óscar Giacoletti, instructor de Infop, dijo que el centro de formación es pionero en la promoción de la agricultura orgánica en el país. A la fecha se ha producido insecticidas, fungicidas, acaricidas y foliar, expresó el experto. Con la fabricación de estos productos, Infop busca otorgarle a los productores nuevas alternativas para el tratamiento de plagas y a su vez mejorar la calidad de las cosechas; entre las plagas que se pueden controlar con estos productos están el gusano cogollero, mosca blanca y la langosta, entre las comunidades que han aplicado estos productos se encuentran el Cerro Guanacuare, cuenca río Laure, Los Terreros, Monjarás y Orocuina (Espinal, 2012).

En Brasil, un equipo de investigadores que busca la posibilidad de reducir la fumigación de productos químicos en el ambiente (proceso que al aplicarse inadecuadamente llega a degradar el mismo), está experimentando la eficacia del uso del matico o cordoncillo como insecticida orgánico para proteger cultivos atacados por plagas. Las pruebas con el aceite del matico (*Piper aduncum*) como insecticida biológico y orgánico son realizadas por la Embrapa en asociación con la Universidad Federal de Vizosa. El matico es una planta nativa de la Amazonía, México y el Caribe con el olor y el sabor característico de la pimienta, y usada como condimento y, por la medicina popular, como antiséptico. "La gran demanda nacional y mundial por insecticidas biológicos fue lo que nos motivó a desarrollar esta investigación", aseguró Murilon Fazolin, el investigador. Las aplicaciones del aceite esencial del matico vienen siendo investigadas desde hace por lo menos diez años en Brasil. Además de las propiedades insecticidas, los estudios también han verificado que la planta tiene capacidad como sinérgico, es decir potencial para aumentar la potencia de los insecticidas comerciales. "La idea de usar la planta como insecticida orgánico es bastante interesante porque la demanda por insecticidas es grande y pocas instituciones trabajan con la posibilidad de aumentar la potencia de los productos ya existentes", agregó el biólogo Raúl Guedes, investigador de la Universidad Federal de Vizosa y otros de los coordinadores del proyecto (Viudes, 2010).

A finales de la década de 1930, todo el valle de Cañete en Perú se dedicaba a la producción de algodón, cuando en ese entonces la principal plaga era el gusano del tabaco (*Heliothis virescens*) y fue combatida, en primer lugar, con insecticidas de arsénico y luego con DDT, lindano y toxafeno. De esta manera se desarrolló la

resistencia a dichos pesticidas y surgieron otras plagas debido a que los depredadores y parasitoides no resistentes fueron eliminados del sistema. A mediados de 1950, se estaba realizando 16 aplicaciones de pesticidas por año, el complejo de plagas continuaba aumentando y la producción de algodón había colapsado. En 1956 se introdujo un Programa Integrado de Manejo de Plagas que involucraba la prohibición de insecticidas químicos, la liberación de algunos agentes de control biológicos (principalmente avispas parasitoides de la familia *Trichogrammatidae*) y algunos cambios en las prácticas de cultivo y cosecha para interrumpir el ciclo de vida de este gusano. Como resultado, el cultivo del algodón una vez más se volvió sostenible (Boza-Barducci, 1972).

El excesivo uso de insecticidas no sólo degrada el ambiente sino que también se ha provocado que la quinua peruana sea víctima de residuos de estas sustancias químicas, dificultando su envío a Estados Unidos, principal destino de exportación, país que la ha rechazado un total de 3 veces hasta fines del 2014 por sobrepasar los límites máximos permisibles de residuos de plaguicidas (Cruz-Fiestas, 2014).

A pesar de una disputa por la quinua entre Bolivia y Perú, Ayacucho logra producir hasta 2.500 kilos de quinua orgánica; Perú es tecnológico pero también ecológico y tiene esta clase de rendimientos porque hay menos heladas y llueve más en la sierra, mientras que en el altiplano sur de Bolivia llueve menos (Associated Press, 2014).

El Valle de Ica posee las condiciones agroecológicas apropiadas para desarrollar cultivos como el del maíz, en sus diferentes variedades, por ejemplo. Este cultivo, dentro de todos aquellos que se vienen desarrollando en el lugar, se considera de consumo interno, convirtiéndose así en una interesante alternativa económica para los pequeños y medianos productores quienes establecen que la época de siembra del mismo se puede llevar a cabo durante todo el año, según el cultivar.

Para hacerle frente a los insectos plaga que suelen infestar granos resultantes de este y otros cultivos, el uso y manejo excesivo e irracional de plaguicidas químicos trajo consigo problemas al medio ambiente, algunas veces pudiendo llegar a afectar la salud humana, contribuyendo a la aparición de nuevos biotipos de insectos resistentes a ciertos insecticidas, afectando a la economía del productor debido a que

los costos de producción aumentan considerablemente y además, disminuyendo sus márgenes de ganancia (Espinoza, 2012).

Por la presencia de estos problemas, el proyecto de investigación planteó el análisis de la Tierra de diatomeas para considerarlo una opción de control ecológico, de forma que se pueda hacer frente a uno de los problemas que afectan los granos almacenados como lo son las plagas de insectos, y que gracias a sus propiedades, para ser más precisos, gracias a su actividad físico – mecánica contribuya a la protección contra estas, presentándose como un reemplazo al uso del control químico.

1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Delimitaciones

A. Delimitación Espacial

El proyecto de investigación cubrió el área del Valle de Ica, provincia y departamento de Ica.

B. Delimitación Temporal

El proyecto de investigación estuvo comprendido entre los meses de marzo y noviembre del año 2015.

C. Delimitación Social

El proyecto de investigación se elaboró pensando en la población del Valle de Ica, en la provincia de Ica, a quienes está orientado.

1.2.2. Definición del problema

En la actualidad, diversas plagas a mencionar, como en este caso los insectos, forman parte ya de la agricultura puesto que dicha actividad se convierte en su medio de alimentación, generando pérdidas de diversos cultivos y así mismo, pérdidas económicas; debido a este problema, las personas utilizan medidas para combatirlas (aunque a veces estas sólo signifiquen la creación de un ambiente aun más favorable para las plagas).

El problema principal a destacar, muy aparte de los daños que puedan ocasionarle las plagas de insectos a la agricultura (los cuales son ya muy

conocidos), es la manera inadecuada de hacer uso de los insecticidas para combatirlos. Los daños causados van desde ambientales hasta humanos y tan sólo por el manejo inadecuado de estas sustancias químicas.

Muchas veces se presentan problemas de gran impacto ambiental y entre ellos podemos encontrar: la pérdida de biodiversidad acuática al haber una contaminación del recurso en el que se desenvuelven; contaminación del suelo e incluso de los mismos alimentos que son “defendidos” por estas sustancias químicas y que al momento de ingerirlos nos pueden causar daños a la salud, así mismo pueden ocurrir derrames; en cuanto a contaminación del aire, esta se puede dar por la aplicación aérea no controlada, la aplicación directa o cuando alguna fuente de agua contaminada se evapora. Muy aparte de los problemas ya mencionados, el uso de los plaguicidas provoca que estas plagas de insectos desarrollen resistencia, lo que conlleva a que las personas que aplican estas sustancias químicas usen dosis más fuertes y venenosas.

Con respecto a los daños humanos, estas sustancias pueden provocar desde enfermedades hasta incluso la muerte. Existen dos tipos de intoxicaciones, agudas y crónicas; entre los síntomas de una intoxicación aguda se encuentran: dolor de cabeza, mareo, vómitos, sudoración, dolor de estómago, escozor y ardor en cara y ojos, vista nublada, irritación de la piel, diarrea, dolor en el pecho, secreciones, cansancio o debilidad, dificultad para respirar, inconciencia o desmayo; entre las consecuencias de una intoxicación crónica tenemos: esterilidad (hombres), malformaciones en los niños (en caso de embarazo), daño a los pulmones, irritaciones de la piel, lesiones en el hígado, disminución de fertilidad (mujeres), cataratas, daños en los nervios y cerebro, cáncer. Cabe mencionar que estas intoxicaciones se pueden dar por vía oral, respiratoria, dérmica y mediante la placenta y leche materna.

En este último caso, nosotros mismos hemos sido testigos de más de un problema con intoxicaciones a la salud humana a causa de estas sustancias químicas en nuestra ciudad de Ica.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema principal

¿De qué manera el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?

1.3.2. Problemas Específicos

A. Problema Específico Uno (1HE)

¿De qué forma el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?

B. Problema Específico Dos (2HE)

¿De qué manera el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?

C. Problema Específico Tres (3HE)

¿De qué forma el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Comprobar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

1.4.2. Objetivos Específicos

A. Objetivo Específico Uno (1OE)

Demostrar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

B. Objetivo Específico Dos (2OE)

Comprobar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

C. Objetivo Específico Tres (3OE)

Corroborar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Hoy en día, las plagas de insectos generan diversas pérdidas en el sector agrícola, que obliga al uso de plaguicidas químicos, los cuales al ser usados de forma inadecuada, se convierte en un problema de gran significancia a nivel mundial, afectando tanto al ambiente como a la salud, por ello mismo, el proyecto de investigación tuvo como propósito, el realizar un análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas iqueña, llevándonos esto a obtener resultados que nos dejaron conocimientos sobre qué tan efectiva es, de manera que contemplamos la posibilidad de clasificarla como una alternativa de control ecológico de insectos plaga, deteniendo parte del problema que estos generan así como la contaminación ambiental generada por aquellas sustancias químicas que al ser utilizadas de forma inadecuada y al no darse alternativas nuevas para reemplazar tal uso, continuará siendo un factor de contaminante y un potencial peligro para la salud humana expuesta a ellas.

No existen estudios profundos acerca de la Tierra de diatomeas presente en la ciudad de Ica y estando ampliamente ligada a la actividad agrícola, existe la necesidad de buscar opciones más sostenibles para su desarrollo, eso es justamente lo que el proyecto de investigación buscó, brindar mayores conocimientos acerca de la Tierra de diatomeas existente en la ciudad de Ica.

Para llevar acabo esto, se debió hacer todo un estudio, muestreo, experimento y análisis que comprobaran su poder insecticida, utilizando los instrumentos adecuados para hacerlo posible, tanto para el muestro como para la recolección de datos luego de la fase experimental, y que el conjunto de estos verificaran el efecto que esta

Tierra de diatomeas ejerció sobre los insectos plaga en un determinado rango de tiempo.

De esta manera, el proyecto de investigación buscó poder convertirse a través de una prueba en una alternativa de control ecológico en reemplazo a otro tipo de control, mediante el empleo de Tierra de diatomeas.

1.6. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La gran importancia que tuvo llevar a cabo el proyecto de investigación se basó en conocer la manera físico-mecánica con que esta Tierra de diatomeas detiene el ataque que los insectos plaga provocan en granos almacenados; de manera que el uso de esta sea una opción más amigable con el ambiente, al ser un posible reemplazo de los insecticidas químicos que, por un manejo inadecuado, terminan no sólo afectando la salud humana, sino que también terminan alterando el estado natural del ambiente, llegando a provocar resistencia en los mismos insectos que combate así como impactos ambientales significativos en suelo, agua, aire y generando la pérdida de especies que habiten estos medios.

Los datos que se obtuvieron en el proyecto de investigación podrían ser la base para poder implementar controles ecológicos de insectos plaga en donde estos sean necesarios (mayormente enfocados hacia pequeños y medianos productores), cambiando de manera rotunda el daño ambiental por el uso inadecuado de sustancias químicas, evitando problemas de resistencia en las plagas que combaten, evitando posibles intoxicaciones en las personas que manejen este control de plagas convencional y algunos otros problemas que de manera simple no podríamos detectar. Otro aporte de gran importancia por parte del proyecto de investigación es que dejó los cimientos para posibles explotaciones de yacimientos mineros no metálicos de Tierra de diatomeas en nuestra ciudad, siempre y cuando estas se den de manera sostenible.

1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Limitación Temporal

No se contó con el tiempo necesario para poder profundizar esta investigación acerca de la actividad insecticida de la Tierra de diatomeas iqueña a una escala mayor de la que el proyecto de investigación planteó.

1.7.2. Limitación Económica

No se contó con medios suficiente para poder llevar esta investigación acerca de la actividad insecticida de la Tierra de diatomeas iqueña a una escala mayor de la que el proyecto de investigación planteó.

1.7.3. Limitación de Información

La información que se recopiló acerca de la actividad insecticida de la Tierra de diatomeas iqueña es muy reducida.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA
INVESTIGACIÓN

ASPECTOS TEÓRICOS Y CIENTÍFICOS

Desde hace mucho tiempo, los agricultores quisieron proteger sus cosechas, durante el transcurso de los años ha habido diferentes maneras hasta llegar al momento en que se crearon los insecticidas. Fue una tecnología, en esa época, de última generación, probablemente creyeron que era una droga maravillosa que ya iba a proteger sus cosechas y que iban a tener aquella solución siempre a la mano. Sin embargo, con el paso del tiempo, los resultados fueron algo diferentes, poco a poco se fueron dando cuenta que tenía un lado negativo y que podían provocar daños adversos además de dejar residuos dañinos, concluyendo en considerarse una sustancia contaminante. Ante esta realidad nos toca plantear alguna solución y, en este caso, estamos planteando el uso de Tierra de diatomeas. Entonces nos preguntamos, ¿Hasta qué punto será efectiva la Tierra de diatomeas? Gracias a los estudios y pruebas, por las características propias de la Tierra de diatomeas, se espera que los resultados cumplan con las expectativas. ¿Hasta qué punto será económico el uso de Tierra de diatomeas? A comparación de los precios con productos de otras naturalezas, está previsto que este método sea más económico. ¿Hasta qué punto los agricultores estarían dispuestos a reemplazar sus métodos tradicionales? Si se realizan pruebas para proteger sus propias cosechas y después de ver los resultados, existe la posibilidad de que reemplacen con este método algún otro que utilicen. ¿Qué tanto podría traer como consecuencias lateral el uso de Tierra de diatomeas? Por lo estudios e investigaciones con este elemento se ha concluido que no es tóxica para los animales de sangre caliente, incluyendo al ser humano, mas haría falta realizar estudios a fondo para reafirmar esto. ¿Hasta qué punto será útil el uso de Tierra de diatomeas? Está previsto que su utilidad perdure a lo largo de varios años, aplicándose para proteger diversos tipos de granos y cultivos de insectos plaga. ¿Qué tanto puede proyectarse en el futuro el proyecto de investigación? La expectativa, gracias a las investigaciones, estudios y otros datos, nos dice que sería beneficioso usar este método de forma continua y que quizá con el mismo paso de los años y próximos proyectos de investigación, los resultados mejoren.

Frente a todo este problema con los insectos plaga como son los gorgojos del maíz, la persona encargada de realizar el proyecto, propone la aplicación de la Tierra de diatomeas proveniente del mismo lugar de origen en el que se ha identificado dicho problema, la ciudad de Ica como tratamiento para hacerle frente. Una vez tomadas las respectivas muestras, puesta a prueba esta Tierra de diatomeas y encontrada la solución al problema planteado por el proyecto de investigación, se comprobó su efectividad como insecticida

ecológico, dejando los datos necesarios acerca de la dosis ideal, de forma que se puede considerar como parte de Controles Ecológicos. Al mismo tiempo se convierte el proyecto de investigación en una base para llevar a cabo futuras investigaciones.

La Tierra de diatomeas se utiliza como insecticida, debido a sus propiedades abrasivas y físico-absorción. Esta absorbe los lípidos de la capa externa cerosa de exoesqueletos de insectos, haciendo que se deshidraten y mueran.

La actividad insecticida dependería de características fisicoquímicas de la Tierra de diatomeas, como el contenido de dióxido de silicio (SiO_2), el tamaño de partícula, la capacidad de adsorción de lípidos, la presencia de impurezas (arcillas), entre otras, y estos parámetros varían con el origen de la muestra.

Korunic evaluó la relación entre diferentes propiedades o características de la Tierra de diatomeas y su capacidad insecticida y determinó que la distribución del tamaño y forma de las partículas, así como el origen de la muestra (lacustre o marino), no se correlacionan con la eficacia insecticida de la misma. Sin embargo, la eficacia insecticida de las Tierra de diatomeas se correlaciona con la capacidad de reducir el peso hectolítrico del grano, la tendencia de las partículas a adherirse a la superficie del grano y el pH. Estos ensayos simples, rápidos y económicos, los propuso Korunic (1997) como método alternativo para predecir la capacidad insecticida de la Tierra de diatomeas.

Los Artrópodos mueren como resultado de la deficiencia de la presión del agua, basado en la Ley de Difusión de Fick, la misma que dice que la rapidez de difusión por unidad de área de sección transversal en una dirección determinada es proporcional al cambio de la concentración del soluto en esa dirección. La ecuación para esta ley es:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = -DA \frac{\Delta C}{\Delta x}$$

Donde: $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ es la masa del soluto que difunde a lo largo de esa dirección por unidad de tiempo, A es el área de la sección transversal, C es la concentración del soluto (que se supone constante sobre cualquier sección transversal del tubo), D es el coeficiente de difusión y $\frac{\Delta C}{\Delta x}$ se llama gradiente de concentración. Valores típicos de D para la difusión

en agua de moléculas importantes en biología van desde 1×10^{-11} a $100 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, para un rango de pesos moleculares de cerca de 10^4 .

Puesto que todos los organismos vivos se componen de una o más células rodeadas por membranas, la difusión de sustancias a través de membranas biológicas es cuestión de suma importancia.

Por diversas razones no es posible caracterizar las membranas biológicas por un coeficiente de difusión D , pero es posible combinar el espesor desconocido Dx de la membrana con D en un coeficiente de permeabilidad P , definido en términos de rapidez de transferencia de masa, utilizando la ecuación:

$$P = \frac{\frac{\Delta m}{A}}{\Delta t (C_i - C_o)}$$

Donde:

A es el área, C_i es la concentración de sustancia que difunde en el interior de la célula y C_o es la concentración en el exterior.

Para muchos tipos de células, se ha determinado el coeficiente de permeabilidad que nos da información muy útil en los estudios de la membrana celular. La ecuación anterior es sólo para gradientes de concentración, pues si hay iones presentes y sus correspondientes gradientes electroquímicos, es necesario un tratamiento distinto. Sustancias como el pergamino y algunos materiales vegetales, tienen la propiedad de permitir que ciertas moléculas difundan a través de ella, pero otras no.

Las moléculas de agua difunden a través del pergamino hacia el interior del tubo de acuerdo con la Ley de Fick, ya que hay una mayor concentración de agua fuera del tubo que dentro de él, pero las moléculas de azúcar, más grandes, no se pueden difundir hacia afuera. Este proceso se llama ósmosis. El líquido asciende por el tubo, hasta el momento en el que la presión causada por la altura de la columna es suficiente para detener una difusión aún mayor, o hasta el instante en que la membrana se rompa. Esta presión que se establece por causa de la difusión en un solo sentido se llama presión osmótica. La presión osmótica es un factor importante en el balance del agua entre los tejidos del cuerpo.

Por otro lado, se debe hacer hincapié a la relación "dosis-efecto", la cual es la relación entre la dosis de una sustancia y el efecto que ella provoca a nivel individual. Al incrementar la dosis suele aumentar la intensidad (o gravedad) del efecto en el individuo. En la llamada "relación dosis-respuesta", la relación se establece entre la dosis y el porcentaje de individuos que presentan un efecto determinado en la población expuesta; al incrementarse la dosis, lo corriente es que aumente el número de individuos afectados en esa población. Esta relación se basa en datos aportados por experimentos de intoxicación aguda sobre animales y en los obtenidos empíricamente de casos clínicos.

El conocimiento de esta relación permite establecer experimentalmente que una sustancia causa efectivamente los efectos observados; también permite definir la menor dosis que causa un determinado efecto ("dosis umbral") y, al determinarse la curva dosis-respuesta, la velocidad con que aparecerán los síntomas de la intoxicación al comparar diversos tóxicos. Entonces, podrá compararse la toxicidad de éstos en igualdad de circunstancias.

Dentro de una población expuesta, la mayoría de las respuestas a un tóxico son similares. Sin embargo, puede encontrarse alta variabilidad de respuestas, siendo algunos individuos resistentes y otros sensibles al tóxico; ello se observa en la siguiente figura, en donde la respuesta a una misma dosis puede ser mínima (en individuos muy resistentes al tóxico) o máximas (en individuos muy sensibles), aunque la mayoría de los miembros de la población presentan una respuesta promedio (FIGURA 1).



FIGURA 1
RESPUESTA A LA MISMA DOSIS

Como se aprecia en la siguiente figura, las respuestas a una dosis en una población se expresan generalmente como la media \pm 1 desviación estándar, lo cual comprende al 68% de las respuestas individuales. La variación puede también presentarse como la media \pm 2 desviaciones estándar, lo que incorpora al 95% de las respuestas. A mayor desviación estándar, mayor la variabilidad de las respuestas. De ejemplo tenemos que, en caso de tener una respuesta de 15 ± 8 mg se tiene una variabilidad de respuestas considerablemente mayor que 15 ± 2 mg (FIGURA 2).

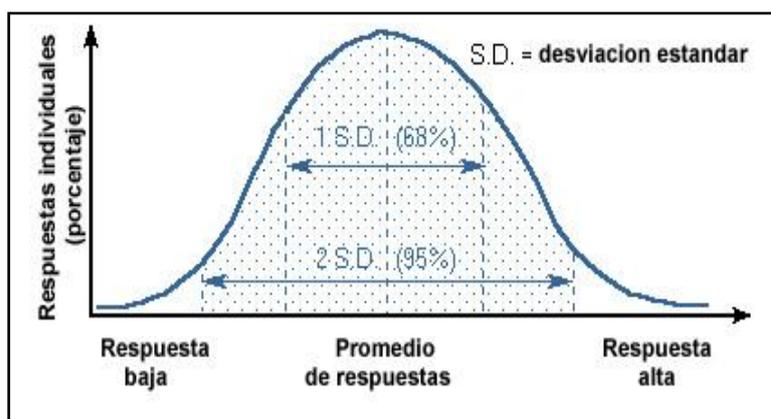


FIGURA 2
PROMEDIO DE RESPUESTAS

Se conoce que los insectos presentan su armadura en el exterior (exoesqueleto), sus fluidos vitales están contenidos y resguardados por una cobertura aceitosa o cerosa que revisten los poros, este es el polisacárido quitina, un polímero formado por cadenas rectas y simples (no ramificadas) de N-acetil-2-D-glucosamina, un monosacárido que incluye nitrógeno en su composición.

La Tierra de diatomeas actúa mediante una **acción estrictamente física**, adhiriéndose al cuerpo de los insectos (adultos y larvas especialmente) es entonces cuando estas minúsculas algas fosilizadas perforan los cuerpos queratinizados de los insectos (FIGURA 3) los cuales finalmente mueren por deshidratación.

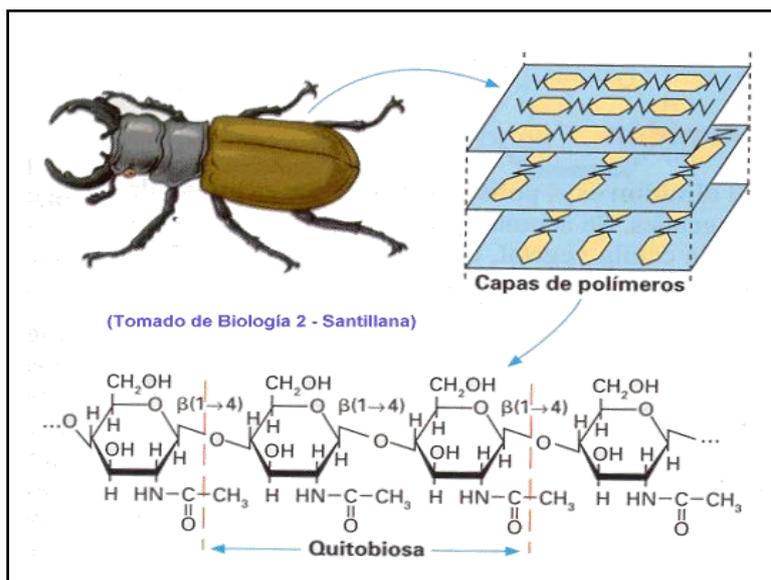


FIGURA 3

CUERPOS QUERATIZADOS DE LOS INSECTOS

Una vez que la Tierra de diatomeas extraída, molida, pulidamente triturada, tamizada y centrifugada ésta se convierte en un refinado talco. Una vez desmenuzada las diatomeas se convierten en microscópicas briznas de silicio cortantes y perniciosas para los insectos, estas agujas son inofensivas para los humanos y los animales de sangre caliente. A manera de diminuta navaja, el fragmento de diatomea está siempre listo para interrumpir el proceso de vida de los insectos.

Básicamente el proceso contra los insectos que la Tierra de diatomeas sigue según sus propiedades físicas consiste en que mediante su acción físico-mecánica se adhiere a los insectos, y los bordes afilados de estas microscópicas partículas (huecas y con carga negativa) perforan o taladran su exoesqueleto. En otras especies las microscópicas partículas penetrarán intrínsecamente agrediendo el sistema respiratorio, digestivo y reproductivo.

Los insectos no tienen vasos sanguíneos ni esqueleto, pero tienen un sistema que mantiene los fluidos de su cuerpo (exoesqueleto) y que si llega a perder un 10% de estos fluidos mueren deshidratados.

Sucede que al entrar en contacto con la Tierra de diatomeas, esta le provoca perforaciones y abrasiones al exoesqueleto de quitina, destruyendo su estructura cerosa y absorbiendo mucho más del 10% de sus líquidos corporales, provocando que se deshidraten y mueran.

Por otro lado, la utilización de Tierra de diatomeas impide al insecto la habilidad de alterar su propia estructura genética y volverse inmunes como lo hacen con los insecticidas químicos.

Como se ha descrito anteriormente, el proyecto de investigación se basa en leyes, relaciones y principios que tienen validez universal, por lo tanto, se puede decir que posee un nivel científico superior.

Toda esta labor ha culminado pues en una obra física que describe paso a paso como se llevó a cabo la convalidación de las hipótesis planteadas.

El uso de la Tierra de diatomeas como posible reemplazo del control químico va a ser una opción más propicia y sostenible, pues no va a producir el nivel de contaminación ambiental (aire, agua, suelo) provocado por todas las sustancias de origen químico que se utilizan en el ya mencionado control. Otro beneficio a resaltar es el costo ya que va a ser más económico (según se ha venido usando a lo largo del tiempo desde su descubrimiento en los años 50) a diferencia de ese y otros controles utilizados en los Planes de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y más limpio (no dejará mayores residuos), menos tóxico para el ser humano y así mismo, no provocará ninguna alteración en el organismo de los insectos para crear resistencia gracias a su intervención físico-mecánica que no aporta ningún químico durante su actividad.

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Antecedentes de la Investigación

Daniel T. Coto y Joseph L. Saunders en su obra “Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central” (2004) describen de manera detallada las plagas primarias y secundarias de cultivos de frutales, adjuntando fotos de los insectos y el tipo de daño que causan. Además, indican las condiciones ambientales que favorecen los ataques severos de las plagas principalmente en América Central, aunque han considerado también los existentes en América del Norte y del Sur, así también como el Caribe. También han incluido todo lo referente al Combate Químico de insectos plagas, seleccionando estas sustancias de acuerdo a su composición química y especificando, entre otras características, su modo de acción y algunas recomendaciones para su uso adecuado.

La entomóloga Clara Nicholls en su obra “Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico” (2008) pone a discusión los aspectos más importantes de los enemigos naturales y los entomopatógenos que regulan poblaciones de plagas, también presenta los elementos más relevantes del control biológico de tres diferentes clases: el clásico, el aumentativo y por conservación como métodos comprobados satisfactoriamente. Este libro, hecho en Medellín, Antioquía, Colombia, entrega las bases teóricas, metodológicas y prácticas para entender y manejar las poblaciones de plagas en agroecosistemas.

Ángel Romero, en el año 2013, en su tesis doctoral que lleva por título “El control de los insectos carpófagos del castaño (*Castanea sativa*) en Andalucía mediante captura masiva con feromona sexual y evaluación de la actividad insecticida de hongos entomopatógenos” plantea el objetivo de desarrollar métodos biológicos de control de las plagas principales. Este se puede concretar en tres apartados: 1) Determinar la incidencia de fitófagos y la importancia relativa de los insectos carpófagos en los castaños; 2) Desarrollar la técnica de trampeo masivo para el control de *Cydia splendana* utilizando la feromona comercial; 3) Estudiar la actividad insecticida de aislados del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre las principales especies carpófagas. Se identificaron lepidópteros tortrícidos como *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* y *Pammene fasciana* y el coleóptero *Curculio elephas*; la primera de las especies es la que ocasiona los principales daños y sobre la que se ha de actuar con medidas de control también que el trampeo masivo para el control de *C. splendana* con las características y la metodología utilizadas en los ensayos de campo, se mostró eficaz en la reducción de los daños; finalmente que de la comparación de los tres inóculos procedentes de *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* y *Curculio elephas* sobre larvas de sus respectivos hospedadores naturales. Se concluye que los tres aislados tuvieron similar actividad insecticida, si bien el de *Cydia splendana* presentó una mayor pendiente de la recta de regresión dosis-mortalidad, este aislado fue el más selectivo ya que apenas dio mortalidad para *Curculio elephas*.

Elsi Lartigue el año 2003 en su tesis titulada “La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos” describe la aplicación de tierra de diatomea proveniente de yacimientos ubicados en la precordillera andina, las cuales son ya comercializadas, al control de la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) (constituye una posible plaga de insectos) en bovinos en la ciudad de Villa Mercedes, San Luis, Argentina, obteniéndose resultados poco eficientes en el control de las poblaciones de estos insectos (cabe decir que la tierra de diatomea posee además un piretroide como sinergizante). Además, el uso interno de una dosis única o diarias en la ración de tierra de diatomea fue también poco eficaz en el control de los helmintos del bovino, no superando en ambos ensayos el 30 % de eficacia media.

En la Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina; Fusé et al. (2013) llevaron a cabo una “Evaluación de la actividad insecticida de Tierra de diatomeas de yacimientos argentinos” en la cual pusieron a prueba la Tierra de diatomeas obtenida de diferentes yacimientos ubicados en las provincias de Río Negro (RN) y San Juan (SJ) en tres especies de estudio *Tribolium castaneum* y *Ryzopertha dominica*, ambos insectos del orden coleópteros (que pueden constituir plagas de cultivos) y en el hongo *Sarocladium oryzae*, obteniendo muy buenos resultados en cuanto a la comparación con un producto químico pues esta Tierra de diatomeas tiene los mismos efectos en las tres especies que fueron estudiadas.

2.1.2. Análisis de Antecedentes de la Investigación

La obra titulada “Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central” (Coto y Saunders, 2004) se enfoca en describir detalladamente las plagas primarias y secundarias de cultivos frutales presentes en Centro América (aunque tuvieron en cuenta a América del Sur y Norte, además del Caribe), mencionando el tipo de daño que causan y las condiciones ambientales que les favorecen para ataques severos, mientras que en la obra “Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico” (Nicholls, 2008) también se describen diversos tipos plagas y las causas de su aparición, aunque el enfoque de ambas es distinto. Investigaciones como “El

control de los insectos carpófagos del castaño (*Castanea sativa*) en Andalucía mediante captura masiva con feromona sexual y evaluación de la actividad insecticida de hongos entomopatógenos” (Romero, 2013), “La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos” (Lartigue, 2003) o “Evaluación de la actividad insecticida de Tierra de diatomeas de yacimientos argentinos” (Fusé et al., 2013) se enfocan en insectos plaga de manera más puntual (en cada caso), como lo son: *Castanea sativa* (carpófagos del castaño), *Haematobia irritans* (mosca de los cuernos), *Tribolium castaneum* y *Ryzopertha dominica* (ambos coleópteros).

La información recopilada en estas obras e investigaciones es base para conocer qué causas son las que favorecen al desarrollo de estas plagas y no solamente en cultivos sino también en granos y hasta en ganado vacuno, además de los daños que cada una puede ejercer sobre estos generado así mismo la necesidad de buscar por métodos para combatir estas plagas como por ejemplo el control químico, control biológico y control ecológico, el control químico, en otras palabras, el uso de insecticidas, es uno de los que más contaminación genera debido a su uso desmesurado, provocando que estas plagas en lugar de eliminarse, generen resistencia e incluso prosperen y generalmente es el más utilizado por su rápido modo de acción pero sin duda, es probablemente el más perjudicial, aunque eso no fue impedimento para que el control biológico sea dejado de lado a causa de este (control químico) y por algunas otras desventajas como que exista la posibilidad de que el agente de control biológico asignado pueda alimentarse de un organismo benéfico y puede que incluso lo prefiera sobre la plaga, además este control puede resultar costoso, se necesita tiempo, no todas las plagas pueden ser controladas y/o eliminadas por completo; el siguiente control, el ecológico, se ha realizado con el mismo tratamiento o solución con la que se ha planteado esta investigación, el uso de Tierra de diatomeas como un insecticida cuyo modo de acción no es más que físico-mecánico atacando a las plagas insecto por hidratación, sin embargo han surgido algunas limitaciones que han impedido que se solucionen los problemas planteados por una de las investigaciones en las que se ha puesto a prueba, “La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos” (Lartigue, 2003) dejando

resultados poco eficientes en un rango corto de tiempo, a diferencia del producto con el que fue comparado por otro lado, en la investigación “Evaluación de la actividad insecticida de Tierra de diatomeas de yacimientos argentinos” (Fusé et al., 2013) sucede que los resultados de la comparación entre el uso de Tierra de diatomeas obtenida directamente de depósitos y una que ya está siendo comercializada no tiene gran diferencia.

En cuanto a todos estos antecedentes seleccionados, puedo decir que falta por encontrar la dosis ideal para que en un rango promedio de tiempo, el tratamiento surta efecto, por lo que varias preguntas empiezan a aparecer, ¿Las características de la Tierra de diatomeas que se va a utilizar cumplen con las necesarias para ser considerada como insecticida ecológico? Dependiendo de su origen, marino o de agua dulce. Los estudios indican que las marinas contienen mayor cantidad de SO_2 lo cual favorecería a que mayor sea la actividad insecticida. ¿Se deberá agregar alguna sustancia para que logre acabar con los insectos plaga en un menor rango de tiempo? Una sustancia de origen natural a un porcentaje menor podría ser utilizada en este caso. ¿Esta Tierra de diatomeas logrará ser tan efectiva como el uso de sustancias químicas? Por todos los casos en los que ha sido aplicado el control químico podemos decir que de alguna u otra forma va a aportar contaminantes al ambiente si no se hace adecuadamente el uso, así mismo, por los estudios efectuados con Tierra de diatomeas, se ha establecido su inocuidad para con el ambiente como para el ser humano. ¿Tendrá algún efecto, creará resistencia o un ambiente favorable para los insectos plagas? Se prevé, según estudios y demás, que esta Tierra de diatomeas no creará ninguna resistencia, algún efecto o ambiente favorable respecto a las plagas, gracias a su acción físico-mecánica.

La idea que surge es la de encontrar la dosis correcta de Tierra de diatomeas presente en la ciudad de Ica para el tratamiento y que esta cubra un rango promedio de tiempo en el que logre acabar con el insecto plaga que, en este caso, vaya a presentarse en los granos de maíz.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Definición de plaga

El término “plaga”, el cual ha ido variando con el paso del tiempo, posee un gran sentido antropocéntrico, ya que el hombre lo aplica para todo aquello que le causa daño. Si ponemos en consideración que plaga es todo organismo que daña la salud, bienestar y los recursos de otro ser vivo, entonces podríamos decir que la misma humanidad constituye una plaga que no sólo amenaza su propia supervivencia sino que también se encarga de la destrucción de la biosfera en sí (Rey, 1976).

Sin embargo, el concepto de plaga está asociado casi exclusivamente con los insectos y otros artrópodos terrestres (ácaros), aunque dentro de este deben incluirse también algunos invertebrados no artrópodos (nematodos, gasterópodos), y determinados vertebrados (como aves, roedores, entre otros); no obstante deben excluirse microorganismos (virus, bacterias) y los hongos, ya que los daños ocasionados por ellos son denominados “enfermedades”.

Aunque la definición que dio Waterhouse (1992) sea la más completa, comúnmente el concepto de plaga varía según los conocimientos y nivel de vida que posee el hombre. En efectos, una plaga suele ser reconocida como tal tan sólo por el daño que puede ocasionar, o dicho de otra forma, según el grado en el que el perjuicio se aprecia o tolera.

2.2.2. Clasificación de plagas

Las plagas pueden clasificarse de la siguiente manera:

A. Biológicas

Hierbas invasoras. Son plantas indeseables que interfiere con las actividades y el bienestar del hombre (Weed Science Society of America, 1994).

Vertebrados. Una definición útil para entender qué es una plaga vertebrada, es la siguiente: “Especie de mamífero, ave, reptil, anfibio o pez que afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea porque provoque daños en las áreas de producción, consuma o contamine alimentos almacenados, cause daños en la infraestructura,

transmita enfermedades o provoque la muerte a personas o animales domésticos”.

Artrópodos. Forman el grupo biológico que ha tenido mayor éxito biológico en nuestro planeta, tanto en número de especies, número de individuos y número de ecosistemas conquistados.

Tienen más de un millón de especies, lo cual significa que el 80% de todas las especies animales conocidas son artrópodos y habitan tanto en el mar (crustáceos), como en el agua dulce (crustáceos y larvas de insectos), como el medio terrestre (insectos, arácnidos y miriápodos).

La razón de su éxito básicamente se debe a su esqueleto de quitina, una sustancia impermeable, dura y muy ligera, que los permite vivir fuera del agua sin peligro de desecación. En este aspecto son mucho más eficaces que los vertebrados terrestres, sólo hace falta comparar la facilidad del vuelo de un insecto con el de un pájaro o de un murciélago.

No todo son ventajas, el esqueleto externo comporta que no puedan lograr un gran tamaño, porque el transporte del aire desde el exterior hasta las células más profundas por los tubos traqueales requeriría un esfuerzo excesivo.

A continuación se describen las dos clases de Artrópodos más predominantes en lo que a plagas se refiere:

✓ **Arácnidos**

En lugar de tener dos mandíbulas en la boca, una encima de la otra, presentan dos apéndices, uno al lado del otro, denominados quelíceros, que tienen el cuerpo dividido en dos partes (prosoma y opistosoma), carecen de antenas y tienen 8 patas en el prosoma. Respiran mediante unos conductos ramificados (tráqueas) que llevan el aire desde el exterior a cada una de las células (respiración traqueal). Algunos presentan unas tráqueas que confluyen en cavidades que actúan como pulmones puesto que en ellas el oxígeno pasa a un líquido interno que lo distribuye (respiración pulmonar).

✓ **Insectos**

Por ser objeto de estudio de esta investigación, describiremos más detalladamente a estos animales invertebrados, según citan Apablaza y Urra (2010).

Morfología externa

El cuerpo de un insecto tiene 20 o 21 segmentos. A través de la evolución ha habido una fusión y agrupamiento de segmentos (tagmosis) para formar las regiones corporales (tagmas).

El exoesqueleto, también conocido como esqueleto externo, tegumento o integumento, es una capa dura, liviana y resistente que cubre el cuerpo y a la cual se unen internamente los músculos. Presenta flexibilidad limitada, lo cual hace necesario cambiarlo a medida que crece el insecto. Las funciones del exoesqueleto son: soportar el peso del cuerpo; impedir la pérdida de humedad; impedir la penetración de sustancias tóxicas; actuar como barrera contra enemigos naturales; percibir estímulos externos y determinar el color en muchos insectos.

Está compuesto por cinco capas. De interior a exterior ellas son: Epicutícula, exocutícula, endocutícula, epidermis y membrana basal. Las tres primeras forman la cutícula, la cual constituye el grueso del integumento.

La superficie del exoesqueleto está formada por escleritos. Estas son platos más o menos esclerotizados (duros) según el insecto y/o estado de desarrollo. Están separados por conjuntivas (uniones membranosas) o suturas (líneas de simple fusión o invaginaciones del exoesqueleto). Las conjuntivas son comunes entre los segmentos abdominales. Las suturas son especialmente numerosas en la cabeza y el tórax.

Además, diversos crecimientos aparecen sobre la superficie del exoesqueleto, constituyendo los apéndices cuticulares: setas, espinas y espuelas. Las setas son estructuras unicelulares de variadas formas (pelos, cerdas, escamas) y funciones (tapizantes, glandulares o sensoriales).

El exoesqueleto presenta también invaginaciones (falsoendoesqueleto) que sirven de apoyo para músculos y para sostener órganos internos. Estas pueden ser apodemas y apófisis. Las primeras tienen forma de plato y al exterior aparecen como suturas. Las segundas son invaginaciones puntiagudas o en forma de dedo, y al exterior solo se aprecia una hendidura redondeada.

Por otra parte, en el tórax se encuentran las fragmatas o fragmas, que son invaginaciones fuertes en las cuales se afirman los músculos dorsales longitudinales relacionados con el vuelo y la furca, que es una o dos apófisis ventrales en forma de Y, a las cuales también se afirman varios músculos. Las apófisis pleurales son apófisis laterales.

La cabeza. En ella cabeza hay distintas regiones y suturas, además de importantes órganos como las antenas, los ojos, los ocelos y las piezas bucales.

Entre las regiones se encuentran: Vértex (región media dorsal), frente (región frontal anterior), clípeo (bajo la frente), labro (labio superior), genas (mejillas laterales), postgenas (por detrás de las genas), occipucio (región dorsal posterior al vértex), postoccipucio (región anular por detrás del occiput y posgenas) y el resto del aparato bucal.

Antenas

Son órganos sensoriales, principalmente de tacto, olfato y a veces oído. Son dos y están ubicadas entre o debajo de los ojos. Constan de pocos o muchos segmentos o antenitos (artejos). El segmento basal

se llama escapo, el siguiente antenito es el pedicelo y el resto de los segmentos constituyen el flagelo. El escapo y el pedicelo poseen músculos propios.

Ojos

Son dos y están presentes en los insectos adultos, ninfas, ninfas terrestres y ninfas acuáticas. Al examinar exteriormente un ojo compuesto, se pueden apreciar pequeñas unidades llamadas facetas, las que pueden variar en número, desde unas pocas hasta cerca de 50.000, según el insecto.

Desempeña las funciones de determinar imágenes de tamaño pequeño y a corta distancia, aunque no puede distinguir claramente la mayoría de los objetos, también percibe fácilmente un objeto en movimiento, distingue colores (incluso rayos ultravioleta no visibles para el hombre) y determina distancias (especialmente en aquellos insectos cuyos campos de visión de ambos ojos se superponen, como es el caso de muchos depredadores).

Ocelos

Son pequeñas unidades ópticas muy sensibles a bajas intensidades de luz.

Piezas bucales

Son de gran importancia ya que a través de la alimentación de ella muchos se han convertido en plagas o aliados del hombre.

Las estructuras básicas de un aparato bucal son: labro, dos mandíbulas, dos maxilas, labio e hipofaringe. Estas estructuras varían de forma, funciones e incluso algunas no están presentes en diversos tipos mencionados

Algunos tipos de piezas bucales son: Mandibulado o anhaustelado (sin proboscis o trompa) y destacan los aparatos masticador o mordedor, masticador lamedor y varios otros tipos

modificados; chupador o haustelado (con proboscis) y se encuentran los aparatos raspador chupador, picador chupador, esponjoso, sifoneador.

El cérvix. También denominado “cuello”, es una región membranosa que une la cabeza con el tórax. Posee una o dos escleritas cervicales a cada lado que dan mayor solidez a la unión de la cabeza con el tórax, permitiendo el movimiento.

El tórax. En insectos ápteros (sin alas) los tres segmentos torácicos son bastante similares, pero en los insectos alados el mesotórax y metatórax se ven considerablemente robustecidos por su adaptación para volar, además de caminar, saltar o nadar. En él se encuentra una serie de escleritas y suturas. En muchos insectos hay dos pares de espiráculos ubicados en las regiones pleurales, uno de ellos entre el protórax y mesotórax (un espiráculo a cada lado) y el segundo entre el mesotórax y metatórax (de igual manera).

Patas

Cada pata consta de varios segmentos, del proximal al distal son: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso. Este último consta de varias subdivisiones llamadas tarsitos (basitarso el primero y tarsómero los restantes) y termina con el pretarso que generalmente tiene dos garras con una o tres estructuras asociadas a ellas.

Alas

Los insectos adultos son los únicos invertebrados que pueden tener alas. Pueden ser cuatro, dos o estar ausentes. Se originan como saquitos laterales que se expanden y ambas capas se unen, excepto en las venas. Son movidas por acción de músculos dorsoventrales y longitudinales, asociados a invaginaciones del exoesqueleto. Hay varias escleritos especializados, envueltos en el mecanismo del vuelo.

El abdomen. Los insectos poseen un abdomen con once segmentos, enumerados de 1 a 11 desde el tórax hasta el extremo posterior. Sin embargo, lo corriente es observar hasta 10 o menos, por modificaciones. Cada segmento consta de dos escleritas: una tergita dorsal y una esternita ventral, unidas por pleuras membranosas. Casi todos los segmentos tienen un par de espiráculos (estigmas) laterales.

En el segmento 10 u 11 suele haber tres tipos de estructuras: dos cercos, que son órganos táctiles provistos con mecanorreceptores, varían en forma y tamaño; el epiprocto, por encima del ano y a veces filamentoso y dos paraproctos, estructuras lateroventrales al ano (Apablaza y Urra, 2010).

Morfología interna

Es muy complicado explicar a detalle la anatomía interna de los insectos, sin embargo, veamos los principales aspectos a continuación.

El sistema respiratorio. Es típicamente traqueal. Está compuesto de un sistema de tubos que reciben el oxígeno directamente desde el exterior y gracias a posteriores ramificaciones se reparte por todo el cuerpo. Estas tráqueas están abiertas al exterior a través de unos orificios denominados estigmas. Las tráqueas son invaginaciones tegumentarias, más o menos ramificadas y más complicadas en el caso de los insectos acuáticos que toman el oxígeno del agua.

El sistema nervioso. Consiste en una cadena nerviosa ventral en forma de una escalera de cuerda y una formación cerebral. El cerebro está dividido en tres partes que se llaman protocerebro, deutocerebro y tritocerebro. El protocerebro lleva siempre los centros ópticos y el deuto y tritocerebro residen la mayor parte de los centros de asociación olfativa y gustativa. Aparte de estas dos zonas existen diferentes terminales sensoriales, por ejemplo, multitud de pelos y microsetas, las antenas son las encargadas del olfato.

El sistema endocrino. Es muy importante en los insectos (regulan las mudas y las metamorfosis) y puede decirse que tiene los siguientes componentes: grupos de células neurosecretoras, axones que llevan esa secreción a los lugares de dispersión y glándulas endocrinas, de origen epidérmico, que segregan y liberan directamente hormonas.

El aparato digestivo. Podría considerarse como un tubo con zonas diferentes según las funciones que ocurren en cada una (también por su origen embrionario, pero eso es otra historia) y están separadas por válvulas. El estomodeo trata de retriturar el alimento que ha entrado por la boca y para ello pueden presentar estructuras especializadas. El mesodeo sería el equivalente a nuestro estómago y se secretan enzimas para la digestión, además, aquí se realiza la absorción digestiva y presentan unos tubos "ciegos" para el efecto. Por último, el proctodeo no es más que una bolsa rectal en la que se produce una intensa reabsorción de agua e iones; a esta parte también desembocan los llamados tubos de Malpighi, que varían en número y que podrían ser el equivalente en cuanto a la función de los riñones de vertebrados.

Sistema circulatorio. Poseen un corazón, que puede no ser más que un tubo a nivel del tórax, prolongado hacia delante por una aorta, que lanza la hemolinfa al líquido (hemocele) de la cavidad general del cuerpo a nivel cefálico. Este líquido actuará como circulación de retorno, dentro de la cavidad.

Los aparatos genitales. En ambos sexos están diferenciados. El masculino consta de folículos testiculares (número variable) que producen el esperma y que se conectan en un canal deferente común. En las hembras presentan más o menos la misma disposición, con ovariolas que contienen ovarios en número variable. Hay que señalar que en larvas, la anatomía sigue generalmente este esquema, excepto en cuanto a las alas y los órganos reproductores.

En la reproducción, la fecundación es mediante cópula. Del huevo sale una larva que experimenta metamorfosis hasta llegar a adulto. Existe la metamorfosis sencilla, cuando sólo se producen pequeños cambios de proporción (saltamontes) y la compleja cuando de huevo pasa a oruga (móvil), después a pupa (inmóvil y con una cubierta protectora) que en las mariposas recibe el nombre de crisálida, y finalmente a adulto.

Principal Clasificación

Los insectos pueden clasificarse en:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ✓ Orden Ortópteros | ✓ Orden Hemípteros |
| ✓ Orden Himenópteros | ✓ Orden Lepidópteros |
| ✓ Orden Coleópteros | ✓ Orden Odonatos |
| ✓ Orden Dípteros | ✓ Orden Afanípteros |

Percepción

Es aquel sentido que los insectos poseen, que les ayuda a advertir de la presencia del peligro o a percibir si algo está fuera de su rango.

Alimentación

Su alimentación es sumamente variable y a grandes rasgos pueden diferenciarse como:

Fitófagos. Se alimentan de productos vegetales y mayormente son los causantes de las plagas. Son capaces de consumir hojas, de ruñir lo que es la madera en donde excavan galerías, algunos comen granos y otros tipos de semillas, otros comen polen, savia y néctar, también comen frutos caídos del árbol.

Zoófagos. Incluye a algunos de los carnívoros que se alimentan de sus presas vivas o de fluidos como la sangre, además son de esta misma especie aquellos que son capaces de consumir la cera, la queratina, las plumas, el pelo, la lana, los cuernos y las telas.

Omnívoros. Su alimentación es muy variada ya que consumen todo tipo de alimentos vegetales y animales.

Saprófagos/Descomponedores. Su alimento es toda materia orgánica de animal e incluso de vegetal que estén en descomposición. Entre ellos se encuentran los cadáveres, la madera podrida o en descomposición y el excremento.

Ventajas

Una de las grandes ventajas de que existan los insectos es que ellos mismos son los que mantienen vivas a las flores ayudando a depositar sus granos de polen y la recolección de su néctar. También son muy útiles ya que ellos son recolectores de la miel (los humanos la recogen de los panales de las abejas).

Desventajas

Algunas de las desventajas de que existan los insectos podrían llegar a ser problemas como:

Transmisores de enfermedades. Los mosquitos (la enfermedad del paludismo, fiebre amarilla, dengue, leishmaniosis, filariasis, y la elefantiasis), la mosca tse-tsé (la enfermedad del sueño o la de tripanosomiasis africana), los piojos, pulgas, y garrapatas (la enfermedad del tifus), y las pulgas de las ratas (provocan la peste bubónica).

Plagas de agricultura. Son plagadas principalmente por los insectos que consumen lo que son los tallos, las raíces, las flores, y frutos que se encuentran cultivados.

Ciclos de desarrollo/metamorfosis

Hay tres diferentes tipos de desarrollo entre los insectos, estos son:

Metamorfosis completa. La constituyen los que son holometábolos los cuales su desarrollo empieza como huevo, después como larva, luego pupa y por último como un adulto. Algunos de los insectos que

integran en esta faceta son los escarabajos, las moscas, las abejas, las crio-spas, las mariposas, las hormigas, y los friéganos.

Metamorfosis incompleta o simple. La constituyen los hemimetábolos, cuyo desarrollo empieza como un huevo y después como una ninfa, luego como una ninfa mediana y al final terminan siendo un adulto. En esta faceta la integran algunos insectos como los grillos, las cucarachas, las termitas y las chinches.

Insectos acetábulos. Los que no constituyen de la metamorfosis ya que en insecto que aún no madura se parece al insecto adulto. Estos contienen lo que es el dermatoesqueleto el cual limita el tamaño del insecto y también es muy valioso ya que protege lo que son los ojos, antenas y las tranqueas. Para que el insecto pueda madurar es necesario que se deshaga de su dermatoesqueleto viejo y duro ya que debajo de él se encuentra un nuevo esqueleto más flexible. Para poder desasearse de su piel vieja debe de inhalar demasiado aire para poder que se expanda y se parta.

B. Por su importancia fitosanitaria

Las plagas pueden clasificarse en:

Plagas cuarentenarias. Plagas de importancia económica y/o ambiental potencial para el área en peligro cuando aún la plaga no existe o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial.

Plagas no cuarentenarias. Plagas que no es considerada como plaga cuarentenaria para un área determinada.

Plagas reglamentadas. Pueden ser plagas cuarentenarias o plagas no cuarentenarias reglamentadas.

Plagas no cuarentenarias reglamentadas. Plagas no cuarentenarias cuya presencia en las plantas influye en el uso propuesto para ellas con repercusiones económicamente inaceptables y que, por lo tanto, está reglamentada en el territorio de la parte contratante importadora.

Plaga forestal. Plaga propia de los productos forestales.

Plaga exótica. No existe en un área determinada. Entre estas se encuentran la Plaga A1 o Plaga Cuarentenaria exótica a un área determinada y la Plaga A2 o Plaga Cuarentenaria que está presente en un área pero con distribución limitada y mantenida bajo control oficial.

C. Por el tipo de daño que causan

De acuerdo a esto, las plagas pueden ser:

Plaga directa. Cuando la especie daña a los órganos de la planta que el hombre va a cosechar; es el caso de las larvas de las moscas de fruta que perforan los frutos o el gusano de los Andes que ataca los tubérculos de la papa.

Plaga Indirecta. Cuando la especie daña órganos de la planta que no son las partes que el hombre cosecha; es el caso de las mosquitas minadoras que dañan las hojas del tomate o de la papa mientras que los órganos que se cosechan son los frutos y los tubérculos respectivamente.

Se debe tener en cuenta cada uno de los datos informativos descritos anteriormente pues a continuación se enfoca todo ello en insectos presentes en la actividad agrícola que pueden convertirse en plagas.

2.2.3. Plagas Agrícolas

Cañedo, Alfaro y Kroschel (2011) expresan que una plaga agrícola puede referirse a una población de animales o vegetales que se alimentan de las plantas (fitófagos), o que compiten por nutrientes disminuyendo la producción del cultivo, reduciendo el valor de la cosecha o incrementando los costos de producción.

A. Categorías de las plagas agrícolas

En un campo agrícola, no todas las poblaciones de animales fitófagos representan plagas, por lo que se distinguen las siguientes categorías:

Plagas claves. Son aquellas especies de insectos que campaña tras campaña están presentes en poblaciones altas, ocasionando daños económicos a los cultivos, por ejemplo el gorgojo de los Andes en el cultivo de papa en la sierra, o el pulgón de la coliflor en las hortalizas.

Plagas ocasionales. Son aquellas especies de insectos que se presentan en poblaciones altas en ciertas épocas o años, mientras que en otros periodos carecen de importancia económica. El crecimiento de las poblaciones de estas especies, está asociado a cambios climáticos, variaciones de las prácticas culturales o desequilibrios causados por el hombre, por ejemplo la mosquilla de los brotes en el cultivo de papa durante el fenómeno de El Niño.

Plagas potenciales. Son aquellas especies de insectos que se encuentran en bajas poblaciones en los campos de cultivo debido a factores bióticos (enemigos naturales) y abióticos (temperatura, humedad, precipitación) y cuyas poblaciones se incrementan significativamente por alguna alteración de ellos, causando daños económicos.

Plagas migrantes. Son aquellas especies de insectos no residentes en los campos cultivados y que pueden llegar periódicamente debido a sus hábitos migratorios, causando severos daños, por ejemplo la langosta.

B. Daños que ocasionan las plagas agrícolas

Las plagas pueden ocasionar:

Daños directos. Son consecuencia de la alimentación de las plagas durante sus estados inmaduros y/o adultos. Devoran parte o la totalidad de los órganos de las plantas como raíces, tallos, hojas, yemas, flores, frutos, semillas, o succionan sus fluidos, de tal forma que ocasiona el debilitamiento de la planta y reduce su capacidad de producción.

Daños indirectos. Son ocasionados por la transmisión de microorganismos que pasan del insecto a la planta al momento de la alimentación, como es el caso de los virus y micoplasmas. Además, el

daño causado por el insecto puede facilitar el ingreso de patógenos como hongos y bacterias, que de otra manera no podrían afectar a las plantas.

C. Insectos plaga presentes en el Valle de Ica

Espinoza (2012) hace mención a algunas plagas que se presentan en cultivos que se realizan en el Valle de Ica, como por ejemplo:

Heliothis (Helicoverpa) zea (Bodie) – Gusano de la Mazorca. Entre los daños a las plantas se encuentran: consumo del estigma del maíz, reducción de la polinización, recorte del estigma dentro del canal del estigma, puntas de las mazorcas blanca debido a la alimentación de las larvas, destrucción de los granos de desarrollo, daño por la alimentación en las mazorcas, aumento de la vulnerabilidad a la pudrición de mazorca (por ejemplo, pudrición de la mazorca por *Fusarium*), taladro en el punto de crecimiento y entre los signos podemos notar algunos como: mazorcas dañadas, estigmas marrones, punta de las mazorcas secas, plántulas muertas, cogollo muerto, gusanos de color blanco cremoso debajo de las cáscaras de la mazorca (FIGURA 4).



FIGURA 4

HELIOTHIS (HELICOVERPA) ZEA (BODIE)

***Bemisia tabaci*, *Bemisia sp.* – Mosca Blanca.** Considerada una de las plagas más importantes sobre todo en algunas zonas de Ocucaje, Palpa y Nazca, donde las condiciones de sequía y uso intensivo de plaguicidas orgánicos han desequilibrado el ecosistema, destruyendo a los controladores biológicos.

En la siguiente figura podemos observar ejemplares adultos de mosca blanca (FIGURA 5).



FIGURA 5
ADULTOS DE MOSCA BLANCA

Por otra parte, es de suma importancia mencionar al insecto plaga (**Coleóptera: Curculionidae**) que ataca a los granos almacenados del maíz y que afectan ya sea a su condición de alimento, así como también, su futuro cultivo:

Sitophilus zeamais – **Gorgojo del maíz**. Hipólito et al. (2006) citan que dentro de los factores que interfieren en la calidad de los granos durante el almacenamiento, el ataque severo de plagas se destaca por resultar en mayor pérdida de la calidad del producto final.

Entre las plagas asociadas al almacenamiento de maíz, el ***Sitophilus zeamais* Mots. (Coleóptera: Curculionidae)** se destaca como una de las plagas más importantes del maíz almacenado por atacar granos intactos. Los daños ocasionados son difíciles de cuantificar y aunque varían según la región, se estiman pérdidas de aproximadamente 25%. Sin embargo, los daños son superiores en lugares con mayor pobreza debido a las pocas opciones de control que tienen los agricultores pues de lo contrario, si no se le logra controlar de manera oportuna a esta plaga, puede ocasionar daño total, generando así pérdidas de varias índoles (FIGURA 6).



FIGURA 6
MAÍZ ATACADO POR *SITOPHILUS ZEAMAI*S

Por ser esta la especie de estudio dentro de la fase experimental del proyecto de investigación, se tomará en cuenta la información que a continuación se describe (Torres, 2011).

Clasificación taxonómica

Según Borror et al. (1979) este presenta la siguiente posición taxonómica:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| ✓ Orden: Coleóptera | ✓ Subfamilia: Curculioninae |
| ✓ Suborden: Polífaga | ✓ Género: Sitophilus |
| ✓ Familia: Curculionidae | ✓ Especie: Zeamais |

Distribución e importancia

Se le encuentra principalmente en las zonas cálidas húmedas, tropicales y subtropicales. Paulatinamente ha desplazado al gorgojo del arroz, en algunos países con clima tropicales, que era originalmente predominante. (González et al., 1983). *Sitophilus zeamais* tiene preferencia por el maíz y de ahí le viene su nombre vulgar y técnico. Además del maíz ataca a un gran número de cosechas de cereales, causando cuantiosas pérdidas en las regiones de clima caliente y húmedo, reduciendo las semillas a polvo y cascara. Los adultos vuelan de los graneros a los campos, donde inicia las infestaciones, las que pueden continuarse después de las cosechas y constituirse en una plaga destructiva en el almacén. Al Gorgojo del maíz

se le considera como plaga primaria porque el adulto es capaz de dañar los granos sanos y las larvas se alimentan en su interior. Al emerger, el adulto deja típicos orificios en los granos. En harina y productos de la molienda se considera de importancia secundaria ya que no es capaz de multiplicarse. Se han reportado causando daños en semillas de oleaginosas pero en este caso no se reporta el daño en frijol.

Descripción morfológica

El adulto es parecido al gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*) pero es de color más oscuro y grande, mide 3.8 mm de longitud, aproximadamente; en el protórax se pueden observar punturas redondas sin dividirlo, la curvatura del edeago es en forma de gancho, superficie dividida por dos canales y alas posteriores funcionales (Pérez Mendoza, 1993).

Adulto. Presenta un rostrum característico y antena en forma de codo, peculiar de los curculiónidos. Los adultos miden de 2.5 a 4 mm de largo y son de color café a negruzco y café rojizo cuando están recién emergidos. El pronoto es casi tan largo como los élitros. Los élitros tienen ranuras longitudinales (Gutiérrez, 1990). El adulto presenta cuatro manchas amarillentas o rojizas en los élitros y sólo se diferencia de *Sitophilus oryzae* por sus genitales.

Huevo. Son de color blanco aperlados llegando hasta café claro, de forma ovalada y son ovipositados en huecos que la hembra hace en el grano los cuales sella con una secreción para la protección de los mismos. (Gutiérrez, 1990).

Larva. Son apodas, color blanco sucio, redondeadas, cápsula cefálica de color café claro, cabeza color oscuro y cuerpo recurvado, normalmente están en túneles dentro del grano (Gutiérrez, 1990).

Pupa. Del tipo exarate, color blanco aperlado, mide aprox. 5 mm de longitud y se encuentra en el interior de los granos (Gutiérrez, 1990).

Biología, hábitos y daños

Los adultos son buenos voladores, lo cual les facilita iniciar su infestaciones en el campo antes de la cosecha, la hembra adulta con sus mandíbulas abre un agujero en el grano, donde oviposita y luego lo sella con secreciones gelatinosas. Por lo general, solo deposita un huevo por postura y puede poner de 300 a 400 en su vida (cinco meses). Los huevos son ovipositados durante todo el periodo del adulto, pero el 50% de éstos, los oviposita en las primeras cinco semanas, al eclosionar, la larva se alimenta del interior del grano destruyendo el embrión; la larva pasa por cuatro instares de los cuales el último, llega a medir 4 mm de longitud, al emerger el adulto corta agujeros circulares en la testa y se alimenta del grano. El tiempo de huevo a adulto es de aproximadamente cuatro semanas en condiciones óptimas (30°C y 70% HR) y hasta cinco meses a temperaturas más bajas (Dell Orto y Arias, 1985). Los daños son similares al gorgojo del arroz pero tiene preferencia por el maíz, de ahí su nombre común, además ataca un gran número de granos cosechados causando cuantiosas pérdidas, prefiere climas calientes y húmedos reduciendo al grano en polvo y cascara, los adultos invaden los almacenes cuando terminan las cosechas y viceversa; en México se calcula que las pérdidas por este insecto en maíz almacenado rebasan el 20 %. (Pérez Mendoza, 1993).

Ciclo biológico

Es muy similar al de *Sitophilus oryzae*. Cada generación requiere un promedio de 35 días. El período de incubación es alrededor de tres a cinco días, el periodo larvario lo completa de tres a cuatro semanas, mientras que el prepupal varía de uno a dos días y el período pupal es de tres a seis días (Hinton y Corbet, 1972).

2.2.4. Métodos de control de plagas

Existen diversos métodos o técnicas de control como el control cultural, biológico, etológico, mecánico, físico, químico, legal y genético. Todas estas se realizan con la finalidad de mantenerlas poblaciones de plagas bajo un nivel en el cual no cause un daño económico.

A. Control Cultural

Es un método de control preventivo el cual consiste en el empleo de algunas prácticas agrícolas que se realizan en el manejo de un cultivo o algunas modificaciones de ellas, las cuales contribuyen a prevenir y disminuir las poblaciones de los insectos y daños haciendo el ambiente menos favorable para su desarrollo. Estas labores han sido transmitidas de padres a hijos desde tiempos ancestrales con muy buenos resultados.

B. Control Biológico

Consiste en la manipulación de insectos para eliminar a otros insectos, en otras palabras, consiste en la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales o controladores biológicos, como pueden ser parasitoides, predadores o entomopatógenos. Los parasitoides son aquellos insectos que viven dentro del cuerpo de las plagas (hospederos), de la cual se alimentan progresivamente hasta que las llegan a matar. Los predadores son aquellos insectos que se alimentan rápidamente de la plaga (presa) hasta causarle la muerte. Los entomopatógenos son microorganismos que causan enfermedades a las plagas hasta ocasionarles la muerte y pueden ser hongos, bacterias, virus, nematodos, entre otros.

Este control tiende a ser permanente, pero está fuertemente influenciado por las poblaciones de la plaga y las variaciones del ambiente. Su control es relativamente lento en comparación con las aplicaciones de insecticidas. Se ejerce un mejor control biológico cuando se trata de grandes áreas con buenas condiciones biológicas (uso racional y selectivo de plaguicidas, lugares alternativos de refugio, entre otros) y ambientales.

Entre algunas de sus ventajas, se encuentran por ejemplo que los enemigos naturales buscan a sus hospederos o presas en los lugares donde estos se encuentran, incluyendo sus refugios o que no dejan residuos tóxicos ni contaminan el ambiente, entre otros.

Por otra parte, sus desventajas pueden ser que los enemigos naturales son influenciados por las condiciones climáticas y biológicas del lugar, las que escapan al control del hombre y que no todas las plagas tienen enemigos naturales eficientes en su lugar de origen.

Hay que diferenciar el control biológico del control natural. Este último, es el control de plagas por acción de los enemigos naturales sin intervención del ser humano.

Existen ocasiones en las que el control natural no es eficiente, debido a que los enemigos naturales se ven afectados por factores naturales o artificiales que resultan adversos, como por ejemplo las características propias de la biología y la dinámica poblacional que impiden el desarrollo de la población de enemigos naturales en forma sincronizada con la plaga.

El uso de insecticidas de amplio espectro o las aplicaciones generalizadas son los factores más determinantes para la reducción de la efectividad de los enemigos naturales.

Para contrarrestar estas situaciones es necesaria la conservación y protección de los enemigos naturales presentes. La flora no agrícola, como hierbas invasoras o especies silvestres en los campos y alrededores de los cultivos, no sólo puede ofrecer refugio, presas u hospederos alterantes a los insectos benéficos sino también fuentes de alimentación en forma de néctar (floral o extrafloral), polen o semillas que son de mucha importancia en el desarrollo de los parasitoides. Por ejemplo, la siembra de plantas aromáticas como manzanilla, romero, hinojo, etc. en los bordes de la huerta nos ayuda a incrementar la fauna benéfica.

C. Control Etológico

La etología se refiere al estudio del comportamiento de los animales (insectos) con relación a su medio ambiente. Por consiguiente, el control etológico viene a ser el control de plagas aprovechando los estímulos que se relacionan al comportamiento y que sirven como atrayentes de los

insectos. En general, el uso del control etológico incluye la utilización de cebos, atrayentes cromáticos (como por ejemplo ciertos colores que resultan atrayentes para algunas especies de insectos) y feromonas para ser utilizadas mediante el uso de trampas. Dentro de estos se encuentran, por ejemplo, las trampas pegantes amarillas y las bandejas de color amarillo.

D. Control Mecánico

Este método de control consiste en el uso de medios mecánicos que excluyen, evitan, disminuyen, eliminan o destruyen a los insectos y órganos infestados.

Entre las prácticas de este método se encuentran por ejemplo el recojo manual de insectos, ya sean huevos, larvas, pupas o adultos de determinadas plagas o también el recojo de parte de las plantas dañadas o infestadas para su posterior destrucción, que consiste en recoger los frutos dañados y enterrarlos.

E. Control Físico

Es el uso de cualquier agente físico como la temperatura, humedad, luz solar, foto período y radiaciones electromagnéticas en intensidades que resulten mortales a los insectos plaga, pero sin alterar ninguna de las propiedades de la planta o cultivo.

Dentro de este encontramos, por ejemplo, el uso de altas temperaturas, como cuando se deja secar los granos al sol en capas delgadas, alcanzando temperaturas letales para los insectos. Se pueden introducir semillas, bulbos, tubérculos y esquejes en agua caliente para matar las posibles plagas como insectos, ácaros, nematodos, hongos y bacterias; la inmersión en agua caliente a 460°C durante 85 minutos controla las moscas de la fruta en mango. Un tratamiento con aire caliente también puede acabar con los organismos nocivos presentes en plantas, bulbos y semillas, además de desinfectar el suelo, sustrato, etc.

F. Control Legal

Es el uso o aplicación de leyes o disposiciones del gobierno para impedir el ingreso de plagas al país o retardar su propagación dentro de este.

G. Control Genético

Es la utilización de mecanismos genéticos o de la herencia con fines de control de plagas. El único caso considerado en este control es la técnica de esterilización de insectos plagas mediante la radiación o esterilizantes químicos.

La esterilización por irradiación puede lograrse mediante los rayos X y los rayos gamma. Un ejemplo de este método es el control de la mosca de la fruta. La esterilización química se realiza mediante el uso de ciertos compuestos químicos que causan esterilidad en los insectos (Cañedo et al., 2011).

H. Control Químico

Ejercer el control químico es sinónimo de hacer uso de plaguicidas, estas son sustancias químicas de origen natural o sintético u organismo vivo, sus sustancias y/o subproductos, que se utilizan solas, combinadas o en mezclas para la protección (combatir o destruir, repeler o mitigar: virus, bacterias, hongos, nematodos, ácaros, moluscos, insectos, plantas no deseadas, roedores, otros) de los cultivos y productos agrícolas. Igualmente cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se las use como desfoliantes, desecantes, reguladores de crecimiento, y las que se aplican a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto.

Clasificación de plaguicidas. Los plaguicidas se pueden clasificar de varias maneras. A continuación se presentan las más comunes:

Según su concentración

✓ **Plaguicida técnico**

La máxima concentración del ingrediente activo obtenida como resultado final de su fabricación, de la cual se parte para preparar un plaguicida formulado.

✓ **Plaguicida formulado**

Es la mezcla de uno o más plaguicidas técnicos, con uno o más ingredientes conocidos como “inertes”, cuyo objeto es dar estabilidad al ingrediente activo o hacerlo útil y eficaz; constituye la forma usual de aplicación de los plaguicidas.

Según los organismos que controlan

Pueden ser: Insecticida (control de insectos), acaricida (control de ácaros), fungicida (control de hongos y levaduras), herbicida (control de hierbas), rodenticida (control de roedores).

Según su modo de acción

✓ **De contacto**

Actúa principalmente al ser absorbido por los tejidos externos de la plaga.

✓ **De ingestión**

Debe ser ingerido por la plaga para su acción efectiva.

✓ **Sistémico**

Al aplicarse en plantas o animales, se absorbe y traslada por su sistema vascular a puntos remotos del lugar en que se aplica y en los cuales actúa.

✓ **Fumigante**

Se difunde en estado gaseoso o de vapor y penetra por todas las vías de absorción.

✓ **Repelente**

Impide que las plagas ataquen.

✓ **Defoliante**

Causa la caída del follaje de las plantas.

Según su composición química

✓ **Compuestos inorgánicos**

Estos son compuestos que carecen de carbono.

✓ **Compuestos orgánicos**

Son aquellos que contienen átomos de carbono en su estructura química, la mayoría son de origen sintético, fabricados a partir de compuestos químicos básicos; algunos son extraídos de plantas, por lo que se conocen como botánicos. Los compuestos orgánicos sintéticos utilizados como plaguicidas pertenecen a distintos grupos o familias químicas. Cada uno de estos grupos tiene algunas características comunes y en cualquiera de ellos puede haber insecticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas u otros tipos de plaguicidas.

✓ **Plaguicidas biológicos**

Se llama así a los virus, microorganismos o sus metabolitos, formulados como insumos, que pueden controlar a una plaga en particular.

Según su persistencia

Esto referido a su tiempo de permanencia en el ambiente. Dentro de esta clasificación podemos encontrar: Ligeramente persistentes (menos de cuatro semanas), poco persistentes (de cuatro a veintiséis semanas), moderadamente persistentes (de veintisiete a cincuenta y dos semanas), altamente persistentes (más de un año y menos de veinte), permanentes (más de veinte años).

Según el uso al que se destinan✓ **Agrícolas**

Uso en diversas extensiones, en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos de origen vegetal.

✓ **Forestales**

Uso en bosques y maderas.

✓ **Urbanos**

Uso exclusivo en áreas urbanas, industriales, áreas no cultivadas, drenes, canales de riego, lagos, presas, lagunas y vías de comunicación.

✓ **Jardinería**

Uso en jardines y plantas de ornato.

✓ **Pecuarios**

Uso en animales o instalaciones de producción intensiva o extensiva cuyo producto será destinado al consumo humano o a usos industriales. Incluye el uso en animales domésticos.

✓ **Domésticos**

Uso en el interior del hogar.

✓ **Industriales**

Se utiliza como materia prima en el proceso industrial para la formulación de plaguicidas o productos de uso directo.

Según su familia química

En donde pueden ser nombradas sustancias como los organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, botánicos, biológicos, de cobre, tiocarbamatos, ftalimidas, carboxamidas, carboximidas, guanidinas y naftoquinonas, organoestánicos, orgánicos con azufre, clorofenoxi, dinitrofenoles, derivados de la urea, triazinas, derivados de los ácidos tricloroacético y tricloropicolínico, bupiridílicos, entre otros.

Destino Ambiental. Los datos generados por los estudios de destino ambiental son utilizados para:

- ✓ Determinar la toxicidad para el ser humano, por la exposición a plaguicidas que permanecen después de la aplicación, ya sea por el reingreso a las áreas tratadas o por el consumo no intencional de alimentos contaminados.
- ✓ Evaluar la presencia de plaguicidas ampliamente difundidos y persistentes en el ambiente, que pueden conducir a la pérdida de suelos utilizables, así como de los recursos naturales y fuentes de agua superficial y subterránea.
- ✓ Valorar la posibilidad de que otros organismos no blanco tengan una exposición ambiental a plaguicidas, por ejemplo peces y demás organismos de vida silvestre.
- ✓ Aunado a ello, sirven para estimar las concentraciones ambientales esperadas de los plaguicidas en hábitats específicos en donde se encuentran especies amenazadas o en peligro. A continuación se describen brevemente los principales factores involucrados en el destino final de los plaguicidas.

Degradación. Los datos de los estudios sobre hidrólisis y fotodegradación y biodegradación permiten determinar la velocidad con la cual los plaguicidas se degradan e identificar a los que pueden afectar adversamente al ambiente (suelo, aire, agua) y otros organismos que no son considerados plaga (organismos no blancos).

✓ **Hidrólisis**

Es la descomposición de compuestos orgánicos por la interacción del agua, ya sea en el frío o en el calor, sola o en presencia de ácidos o álcalis.

✓ **Fotodegradación**

Es la ruptura química de moléculas causadas por energía radiante.

✓ **Biodegradación**

Procesos de descomposición de una sustancia en el ambiente físico a través de sistemas biológicos. Las sustancias que son susceptibles a la biodegradación tienen menos probabilidad de persistir y acumularse. A menudo, los microorganismos tienen papeles importantes en la biodegradación.

Metabolismo. Los estudios de metabolismo aeróbico y anaeróbico permiten generar datos que son empleados en la determinación de la naturaleza y disponibilidad de los plaguicidas para cultivos rotatorios y para ayudar en la evaluación de la persistencia de un plaguicida.

En el metabolismo en suelo se utilizan técnicas de radioisótopos y deben incluir tanto condiciones aeróbicas (estériles y no estériles), como anaeróbicas, así como suelos con las principales características de las zonas agrícolas. El principal objetivo es determinar la naturaleza y coeficiente de transformación de los principales productos.

Los principales metabolitos en suelo deben compararse con aquellos identificados en los estudios de metabolismo en plantas y animales. Si un metabolito principal en suelo es diferente al de plantas y animales, y si es de importancia toxicológica y es captado en estudios de rotación de cultivos, tal vez sería necesario establecer restricciones en rotación de cultivos o definir Límites Máximos de Residuos (LMR).

Para estudios de rotación de cultivos (subsecuentes), la información relativa a las propiedades físicas y químicas, fotodegradación, metabolismo en suelo y estudios de campo pueden ayudar en la evaluación de los estudios relativos a la rotación.

Movilidad. Esta se puede determinar a través de los estudios de adsorción/desorción, lixiviación y volatilidad, que ayudan a identificar

las formas de transporte y el destino final eventual de un plaguicida en el ambiente ya que indican si el plaguicida o sus principales productos de transformación se mueven en el suelo. Si el plaguicida resulta móvil existe la preocupación de contaminación de fuentes de agua, también se pone en evidencia la posibilidad de que el plaguicida fuera captado por las raíces de cultivos subsecuentes. Esta información se utiliza para evaluar los peligros ambientales potenciales relacionados con: La contaminación de alimentos de humanos y de animales, La pérdida de suelos utilizables y de fuentes de agua para consumo humano por la contaminación y la pérdida de hábitats para la vida silvestre.

Disipación. Los datos provenientes de estos estudios se utilizan para evaluar los peligros ambientales potenciales (bajo las condiciones actuales de uso en el campo), relacionados con el reingreso a las áreas tratadas, los peligros de los residuos en cultivos rotatorios y otras fuentes de alimento y la pérdida del suelo, así como de recursos de agua superficial y subterránea.

Acumulación. Estos estudios indican los niveles de residuos de plaguicidas en las fuentes de alimentos para organismos silvestres y en cultivos rotatorios. Los estudios en este tipo de cultivos son necesarios para establecer esquemas de restricción de la rotación realista y para determinar si se requieren tolerancias particulares para residuos en este tipo de cultivos. Los datos de estudio de la irrigación de cultivos son empleados para determinar la cantidad de residuos de plaguicidas que pueden ser ingresados por cultivos representativos irrigados con agua contaminada por plaguicidas. Estos datos también permiten establecer restricciones de etiquetado concernientes a la aplicación de plaguicidas en los sitios en los que los residuos pueden ser ingresados por los cultivos irrigados. Así mismo, permiten establecer las tolerancias correspondientes que pudieran ser necesarias para estos cultivos. Los datos de la acumulación de plaguicidas en peces se utilizan para establecer restricciones en el etiquetado con la finalidad de prevenir la aplicación en ciertos sitios a fin de evitar que los contaminantes lleguen

al agua y sean ingeridos por peces y crustáceos. Los datos de residuos se emplean también para determinar los niveles de acción o las tolerancias para residuos en animales acuáticos ingeridos por los seres humanos.

Riesgo para organismos no blanco. La información que se requiere para evaluar el peligro a organismos no blanco se deriva de las pruebas para determinar el efecto de un plaguicida sobre aves, mamíferos, peces, invertebrados acuáticos y terrestres, así como en plantas. Estos estudios incluyen estudios agudos a corto plazo, subagudos, de reproducción, simulados de campo y estudios completos de campo, ordenados jerárquicamente o en un sistema de etapas que van desde las pruebas básicas hechas en laboratorio, hasta los estudios de campo. El propósito común de todos los datos exigidos es proporcionar información que determine la necesidad de frases de precaución en la etiqueta para minimizar efectos potenciales a organismos no blanco.

Crean resistencia en insectos. Al hablar de resistencia, nos referimos al desarrollo de la habilidad de tolerar dosis de tóxicos, las cuales resultarían letales a la mayoría de los individuos en una población normal de una misma especie. Según la FAO, es una respuesta disminuida de la población de una especie de animales o plantas a un plaguicida o agente de control como resultado de su aplicación. Tenemos:

✓ **Resistencia cruzada**

Es la resistencia simultánea de un mismo organismo a distintos agroquímicos que presentan un mismo modo de acción.

✓ **Resistencia múltiple**

Es la resistencia simultánea adquirida por un mismo organismo a agroquímicos con distinto modo de acción.

Existen factores que influyen en el desarrollo de resistencia, como la velocidad de reproducción de los insectos, las migraciones de individuos resistentes, velocidad de mutación (expresada fenotípicamente), la

persistencia y especificidad, la frecuencia, tipo y número de aplicaciones del agroquímico o las exposiciones a dosis subtóxicas, por ejemplo.

También hay mecanismos de resistencia, que es la capacidad de tener una base bioquímica. Las formas más importantes son la resistencia en el sitio blanco, la detoxificación por acción de enzimas, la behavioural resistance o la resistencia por características morfológicas.

Efectos adversos para el ambiente. El uso de plaguicidas puede causar efectos adversos sobre las diferentes formas de vida y sobre los ecosistemas, esto dependerá del grado de sensibilidad de los organismos en cuestión y del plaguicida. Los efectos de los plaguicidas sobre las diversas formas de vida se pueden clasificar como primarios y secundarios. En el primero el plaguicida actúa directamente sobre una especie dada, en la segunda no actúa directamente sobre la especie, pero destruye su sustrato o hábitat.

✓ **Efectos sobre la vida acuática**

La vida acuática está constituida por una gran diversidad de organismos los cuales se pueden agrupar en: fitoplancton, zooplancton y macroorganismos.

Debido al tiempo de generación corto del fitoplancton, los efectos sobre estos pueden ser difíciles de detectar, sin embargo se ha observado que la exposición a DDT provoca la inhibición de la fotosíntesis. En el mismo sentido, el efecto tóxico más importante para estos organismos es la bioacumulación, se ha determinado que el fitoplancton es capaz de depurar su medio a un grado tal que las concentraciones de plaguicidas en agua pueden disminuir hasta cientos de veces en un lapso de 3 horas. El zooplancton es 1000 veces más sensible que el fitoplancton, en especial las larvas de insectos y crustáceos cuyas poblaciones pueden ser seriamente afectadas.

Con respecto a los macroorganismos, en especial los peces, se ha visto que los plaguicidas son capaces de causar serios daños a las poblaciones de estos, los mecanismos de toxicidad son muy variados, algunos pueden causar hipoxia, al disminuir la concentración de oxígeno en el agua o dañar las branquias, también son capaces de modificar el metabolismo de los peces e inclusive causar necrosis. Además se ha determinado que los peces acumulan gran cantidad de plaguicidas en sus tejidos.

La acumulación de plaguicidas en fitoplancton, luego en peces o algas resulta en la biomagnificación que afectará a los organismos de los niveles tróficos altos, como el humano.

✓ **Efectos adversos sobre aves y mamíferos**

Se sabe que los plaguicidas son capaces de causar efectos adversos en diversas especies animales, aunque los mecanismos y los detalles sobre dichos efectos no se conocen bien. En general la sensibilidad de las aves es mayor que la de los mamíferos.

Los efectos sobre las aves son variados, se ha determinado que la exposición a plaguicidas puede causar desde daños sistémicos hasta la mortalidad. La mayor parte de los estudios de efectos de plaguicidas en aves se ha enfocado a determinar daños reproductivos encontrando entre otros: desarrollo anormal de órganos reproductivos, disminución de la fecundidad o adelgazamiento del cascarón del huevo. También se ha reportado daño en otros órganos o sistemas, por ejemplo daños hormonales como el incremento en los niveles de la hormona tiroidea.

En el mismo sentido, se ha reportado efectos sobre los mamíferos, tanto silvestres como domésticos. Los estudios, al igual que para las aves, se centran en los efectos reproductivos donde se ha determinado en animales expuestos: una disminución de las hembras preñadas, una alteración en la morfología, tamaño y funcionalidad de los órganos reproductivos, disminución en la cuenta espermática y

decremento en la fertilidad. También se han reportado efectos en el sistema nervioso, marcado como una disminución en las respuestas colinérgicas, además también se ha detectado una disminución en la respuesta inmune y finalmente se han suscitado algunos eventos con un incremento en la mortalidad.

✓ **Efectos adversos en insectos**

Los plaguicidas están diseñados para controlar muchos insectos nocivos para los cultivos, sin embargo hay especies de insectos que son benéficos para el ser humano y cuyas poblaciones son afectadas debido al uso indiscriminado de plaguicidas. Un ejemplo de estos son las abejas cuyo papel como polinizadores son importantes tanto para la diversidad silvestre como para la actividad económica. Los artrópodos también son insectos benéficos, dentro de este grupo se destacan las arañas, las cuales juegan un papel principal como controladores naturales de las poblaciones de insectos.

Efectos adversos en humanos. Estos se obtienen a partir de estudios en poblaciones ocupacionalmente expuestas y en individuos cuya exposición fue incidental. Existe una amplia variedad de efectos tanto crónicos como agudos reportados, y van desde efectos sistémicos hasta la muerte.

El efecto agudo más significativo es la mortalidad, cada año se reportan aproximadamente 10 000 casos de defunciones por intoxicación aguda en el mundo, aunque aproximadamente el 90% de estas son debidas a que el plaguicida se ingirió como medio de suicidio.

En el mismo sentido, anualmente se reportan alrededor de 375 000 casos de intoxicaciones en el mundo las cuales provocan diversos efectos sistémicos. Por ejemplo se sabe que la exposición a los organofosforados y los carbamatos puede causar serias lesiones sobre el sistema nervioso, como son los síndromes muscarínicos y nicotínico padecimientos de tipo Parkinson. También se han reportado otros efectos en otros sistemas

como son: sistema músculo esquelético, sistema inmune, disrupción endócrina y sistema reproductivo.

Efectos como la carcinogenicidad, teratogenicidad y mutagenicidad comúnmente se reportan a partir de experimentos hechos en animales de laboratorio o sistemas in – vitro donde en muchos casos los plaguicidas han causado este tipo de efectos y son extrapolados al humano.

Bioacumulación. Es un proceso importante mediante el cual los productos químicos pueden afectar a los organismos vivos, al ser tomados del medio y acumulados en los seres vivos más rápido de lo que se puedan metabolizar o excretar.

Para que se lleve a cabo este proceso es necesario que se lleve a cabo la absorción del compuesto, esto es que entre al organismo por medio de respiración, ingesta o absorción a través de la piel, entre otras vías. Una vez dentro del organismo el compuesto se distribuye a los diferentes órganos dependiendo de su capacidad para atravesar membranas, la cual está dada por sus características fisicoquímicas. Cuando dicha absorción es continua y sobrepasa la velocidad de eliminación, el compuesto se almacena dentro del organismo en aquellos tejidos por los cuales tenga afinidad.

Una vez almacenados, si la absorción continúa el compuesto comienza a acumularse. La acumulación de sustancias tóxicas en el organismo no causa efectos aparentes en la mayoría de los casos. Sin embargo, cuando existen cambios en el tejido donde se acumula la sustancia, por ejemplo, movilización de las reservas de grasa o reparación de fracturas, las sustancias son liberadas y pueden ejercer su efecto tóxico.

Otro factor importante en el proceso de bioacumulación es la eliminación, la cual puede ser de la sustancia intacta o de sus metabolitos. Si las fases de metabolismo y eliminación para una sustancia dada son más lentas que las de absorción y distribución, dicha sustancia será acumulada en el organismo.

Así mismo la duración de la exposición es un factor que favorece la bioacumulación, esto es, a mayor periodo de exposición la cantidad de sustancia acumulada será mayor.

Biomagnificación. Es el proceso por el cual los plaguicidas pueden aumentar su concentración de manera progresiva a lo largo de las cadenas alimenticias, a un grado tal que pueda ser tóxico para los organismos intermedios o de los últimos niveles de dicha cadena. Para lo cual el plaguicida debe tener las siguientes características: Persistente, alta movilidad y ser soluble en grasa.

Entre mayor sea la persistencia de una sustancia estará más tiempo disponible en el medio para que algún organismo la ingiera, así mismo si esta sustancia tiene alta movilidad aumenta la posibilidad de entrar en contacto con organismo que eventualmente puede absorberla. Si a lo anterior aunamos el hecho de que la sustancia se puede acumular en tejidos grasos por su alta solubilidad en lípidos, la cantidad acumulada en el organismo será alta y tenderá a acumularse en el siguiente organismo de la cadena trófica, sumándose además a la carga ya acumulada de esta sustancia absorbida por una vía diferente.

2.2.5. Tierra de diatomeas

A. División *Bacillariophyta*

Sosa (sin fecha) cita a los siguientes autores diciendo que las *Bacillariophyta*, más comúnmente conocidas por el nombre de diatomeas, tienen un amplio registro fósil desde el Cretácico inferior (Harwood y Gersonde, 1990) aunque su origen se remonta al Jurásico (los fósiles más antiguos generalmente aceptados como diatomeas son de ~190 Ma), o inclusive al Triásico, ya que por métodos moleculares (reloj molecular) se estima un máximo probable para el origen de este grupo de hasta 240 Ma (Medling et al., 1997).

Las primeras diatomeas fósiles son marinas, las formas dulceacuícolas aparecen un poco más tarde, durante el Cretácico superior (~70 Ma).

Ejemplares de estas primeras diatomeas dulceacuícolas se encuentran preservados en los sedimentos de la Formación Tarahumara, en Sonora (Chacón-Baca et al., 2002). Las formas dulceacuícolas se diversificaron rápidamente durante el Eoceno (55 Ma), y para el Mioceno (23 Ma) ya existían la mayoría de géneros dulceacuícolas modernos.

Las diatomeas son organismos eucariontes, unicelulares cuyo tamaño puede variar entre más o menos 10 y 200 μm (0.01 a 0.2 mm). Dado que son organismos acuáticos y fotosintéticos, son generalmente consideradas como algas. Las diatomeas son importantes productores primarios, cuyos cloroplastos tienen un tono especial, pardo-dorado, que se debe a la presencia de pigmentos como la fucoxantina, característico de las algas pardas (*Chrysophyta*). Sus cloroplastos se caracterizan además por la presencia de clorofilas a + c, por estar delimitados por 4 membranas y por tener lamellas con 3 tilacoides. Todas estas características ubican a las diatomeas dentro del grupo de los Stramenopiles o Heterokontas.

La característica principal que distingue a las diatomeas es que sus células tienen una cubierta silíceo resistente a la degradación que se llama frústulo y que está formado por dos mitades, cada una de las cuales se llama theca (thecae en plural); la pieza principal de cada theca se llama valva y el conjunto de bandas o cinturones que une a las dos valvas que forman al frústulo se le llama cíngulo.

En un frústulo siempre hay una theca un poco más chica que la otra, por lo que se distingue entre epitheca (la más grande) e hiptheca (la más chica). Las valvas de las diatomeas tienen ornamentaciones características que permiten distinguir a las diferentes especies, e inclusive variedades, dentro del grupo.

Las especies de diatomeas son bastante específicas a las condiciones en las que viven, por ejemplo al pH, alcalinidad, salinidad, nivel de nutrientes, etc. Debido a esto y a la gran abundancia que pueden llegar a tener, es posible utilizarlos como indicadores ambientales e inclusive

realizar, a partir de las asociaciones encontradas en una secuencia estratigráfica marina o lacustre, estimaciones sobre los valores que presentaron estos parámetros en el pasado (Stoermer y Smol, 1999; Batarbee et al., 2001).

B. Clasificación de las diatomeas

Existen diversas familias dentro de las diatomeas (FIGURA 7) de acuerdo con los lechos donde se han formado:

✓ *Asterionella Formosa*

Diatomea que forma colonias estrelladas de unas 8 células. Cada célula presenta un lado pleural, más ancho en los extremos. Las valvas son muy estrechas con los extremos algo abultados.

✓ *Diatoma hiemale*

Diatomea colonial que forma cintas muy largas y densas. Las valvas son lanceoladas, lineales o elípticas. Presentan costillas robustas e irregulares.

✓ *Fragilaria Crotonensis*

Diatomea de células dilatadas en el centro, que se unen formando cintas curvadas y retorcidas. Las valvas son muy estrechas y presentan sutiles estrías transversales.

✓ *Gomphonema sp.*

Género de diatomea que agrupa células cuyas caras pleurales son cuneiformes. Las células se pueden encontrar fijas a sustratos mediante pedúnculos gelatinosos simples.

✓ *Melosira sp.*

Género de diatomea colonial que agrupa células con forma cilíndrica, un poco más largas que anchas, adheridas por la superficie valvar.

✓ ***Melosira granulata***

Diatomea colonial que forma cadenas largas y rígidas de células cilíndricas. Las superficies terminales de las valvas presentan un punteado irregular.

✓ ***Melosira Varians***

Diatomea colonial que forma cadenas largas de células en forma de tambor. Presentan cloroplasto en forma de plaquitas de color pardo – amarillento.

✓ ***Navícula sp.***

Incluye individuos con valvas lanceoladas, estriadas transversalmente en la zona media, en sentido opuesto a los polos. Los extremos de la célula son redondeados.

✓ ***Nitzschia sp.***

Género que agrupa células, en general pequeñas, con valvas lanceoladas que presentan estrías transversales muy finas, apenas visibles y dispuestas densamente.

✓ ***Pinnularia sp.***

Microalga diatomea característica, de rafe ligeramente ondulado, estrías transversales gruesas que a veces presentan poros.

✓ ***Surirella sp.***

La célula en visión pleural es cuneiforme, vista por encima es ovalada, con un polo anchamente redondeado y el otro más apuntado. A las muy desarrolladas cuyos canales se encuentran separados por espacios anchos.

✓ ***Tabellaria flocculosa***

Forman cadenas en zig-zag. Vistas de lado las células son casi cuadradas, con numerosas bandas intercalares cuyos septos penetran profundamente. Las valvas se encuentran muy dilatadas en el centro.

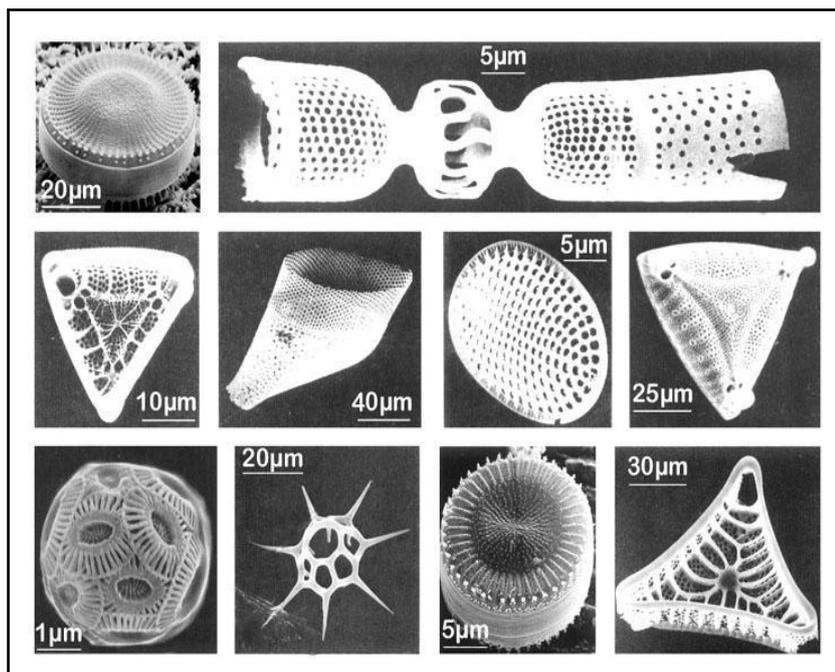


FIGURA 7
VARIEDAD DE DIATOMEAS MARINAS

C. Forma y función de las diatomeas

La taxonomía de este grupo se basa en dos aspectos principales: La simetría y las características de su pared celular.

Respecto a la simetría, las diatomeas se dividen en las de simetría radial (orden *Biddulphiales* o Centrales) y las de simetría bilateral (orden *Bacillariales* o Pennales).

Las relaciones de simetría pueden establecerse determinando los ejes presentes en cada grupo. Las diatomeas de simetría radial presentan dos ejes: eje pervalvar, que une los puntos medios de cada valva y el eje transversal o diámetro, perpendicular al anterior; por otro lados, las diatomeas de simetría bilateral presentan tres ejes: eje pervalvar que une los puntos medios de cada valva, eje apical que une los extremos del frústulo y eje transapical, que recorre la célula de pleura a pleura.

En lo que se refiere a su pared celular, esta es una estructura rígida constituida por sílice hidratada y proteínas, y se denomina frústulo o teca.

El sílice les confiere rigidez y origina patrones de estrías, de trama complicada, que suelen servir como rasgos para su identificación. El frústulo se encuentra formado por dos partes que se unen como las piezas de una caja, recibiendo el nombre de “semitecas”. La semiteca superior se llama “epiteca” y la inferior, “hipoteca”. Ambas constan de porciones perfectamente delimitadas.

La región superior de la epitca y la inferior de la hipoteca se denominan valvas y, según corresponda, se nombran “epivalva” o “hipovalva”. Por otra parte, los bordes de las semitecas reciben el nombre de “pleuras”, existiendo un “epipleura” y una “hipopleura”.

Los frústulos de las diatomeas presentan una serie de ornamentaciones tales como areolas, poros, bandas, etc, o bien presentan prolongaciones o proyecciones. También es común la presencia de estructuras accesorias o externas como membranas; setas; espinas que sirven para la unión de las células en cadenas. En algunas especies de diatomeas con simetría bilateral existe una estructura central que recorre toda la célula denominada “rafe”.

Las diatomeas marinas presentan un rango de tamaño que fluctúa entre 50 y 500 μm .

D. Reproducción de las diatomeas

Las diatomeas se reproducen por división binaria (bipartición), su célula se parte en dos y cada nueva célula se queda con una de las valvas; en corto tiempo desarrolla la que le falta. Se dividen una vez cada 18 a 36 horas, por lo que su número aumenta con extrema facilidad. Debido a su gran poder de reproducción las valvas de las generaciones que mueren se depositan en los fondos marinos formando los llamados barros de diatomeas estos forman rocas sedimentarias y cubren amplias extensiones de los fondos marinos y depósitos de aguas dulces. Se ha demostrado que constituyen parte de las tierras de los continentes.

E. Nutrición de las diatomeas

Las diatomeas son autótrofas por excelencia. Estos organismos fotosintetizadores poseen un color dorado oliváceo debido a su juego de pigmentos fotosintéticos, que como en otros chromistas incluye clorofila c1 y c2, así como carotenoides y pigmentos auxiliares. Suelen contener gotas de lípidos que, además de servir de reserva, contribuyen a su flotabilidad.

Nutrición de silicio en diatomeas.- Las células de las diatomeas necesitan como nutriente esencial el ácido silícico para formar una estructura llamada frústula compuesta de sílice hidratada amorfa cuya fórmula general es:



La sílice amorfa es un componente esencial de la pared celular de las diatomeas, por ello la disponibilidad de silicio es un factor clave en la regulación del crecimiento de las diatomeas. En grandes zonas de los océanos el ácido silícico puede ser el nutriente limitante (por ej., en la zona ecuatorial del Océano Pacífico; Dugdale y Wilkerson, 1998).

Las diatomeas tienen sus membranas formadas por una matriz orgánica, con pectinas y rica en aminoácidos relacionados con la hidroxilisina, fuertemente incrustada de sílice hidratada. La cantidad del depósito, o sea, la robustez de la frústula, depende mucho del silicio disponible. Muchas especies de diatomeas pueden seguir multiplicándose en medios con muy poco silicio, pero en este caso sus membranas resultan blandas y deformables. Algunas especies de diatomeas no pueden sobrevivir por debajo de ciertas concentraciones de silicio. Por ejemplo, el crecimiento de *Melosira itálica* se ralentiza por debajo de 0,4 mg Si/l, y el de *Asterionella* y *Tabellaria*, de membranas algo más delicadas a concentraciones de 0,25 mg Si/l. *Melosira granulata* requiere concentraciones más altas, de 3 a 11 mg Si/l.

Se entiende que en el mar las mayores concentraciones de diatomeas aparezcan asociadas a aguas de afloramientos, ricas en sílice.

El conjunto de los procesos de silicificación incluye el transporte de silicio de un lado a otro del plasmalema y después a través del citoplasma hasta el lugar de polimerización en la vesícula de deposición de sílice. En las diatomeas se han identificado muchos tipos de genes relacionados con el transporte de ácido silícico, pero su mecanismo de transporte intracelular es todavía desconocido. El metabolismo de sílice en las diatomeas es diferente del de otros nutrientes limitantes como nitrógeno y fósforo, los cuales están estrechamente relacionados con el metabolismo fotosintético (Martín-Jézéquel, 2000).

El silicio en las diatomeas se deposita en sus paredes celulares en forma de ópalo. A consecuencia de esta absorción biológica, la concentración de silicio (Si) en las aguas superficiales es muy baja, generalmente menor de 2 μM . A nivel global, la captación de Si por diatomeas es $6 \cdot 10^{15}$ g (Nelson et al., 1996). Con la muerte de las diatomeas, la mayor parte del ópalo se disuelve y el Si se recicla en las aguas superficiales. La concentración de Si aumenta con la profundidad, pero la disolución de ópalo depende de la temperatura, por lo que la tasa de disolución es bastante baja en el océano profundo (Honjo et al., 1982). La concentración media en las aguas profundas es de unos 70 μM .

F. Topología de las diatomeas

El cuerpo de las diatomeas está cubierto por un caparazón translúcido formado por dos tapas, que le da el aspecto de una verdadera cajita de píldoras; el fondo es de menor tamaño, que la tapadera, y encajan perfectamente. Estas dos tapas producidas por la diatomea se denominan valvas; el término diatomea significa dos partes, siendo la valva externa mayor y la interna más chica.

Este organismo puede comunicarse con el exterior debido a que en el caparazón de sílice se encuentran siempre poros alineados en filas radiales. A través de ellos se relaciona con el medio acuático para tomar

de él las sustancias que necesita para elaborar su alimento o para su respiración, y dejar en este medio las que le sobran.

Cuando se observa este caparazón a grandes aumentos, utilizando el microscopio electrónico, la pared cristalina presenta una complicada trama de poros y canales que perforan la estructura silícea. El arreglo de esta estructura es una representación característica de cada una de las diferentes especies de diatomeas. Más de 10 mil han sido descritas por los investigadores. Este caparazón, que mide entre 10 y 200 micras, aunque puede llegar a los cuatro milímetros, está adaptado para que las diatomeas puedan flotar. Algunos adoptan la forma vesicular ancha con paredes muy tenues y cubren a un solo organismo, ya que todas las diatomeas son unicelulares; sin embargo, algunas constituyen cadenas o colonias complejas que toman forma linear, larga y delgada; otras laminar o acintada, y, por último, la forma ramificada. Además, las diatomeas producen finas gotitas de aceite que les sirven como reservas nutritivas y para flotar en el seno de las aguas.

G. Hábitat de las diatomeas

Estos organismos habitan en los sitios más impensados del planeta: desde hielos polares hasta aguas termales, tanto en mares como en ambientes dulciacuícolas, pasando por terrenos secos e inclusive en interior de animales (como en las vías respiratorias de monos), pueden seguir adelante en condiciones mínimas de vida.

Las diatomeas poseen un protoplasma interno de densidad similar a la del agua, pero su pared celular contiene grandes cantidades de siliconas, que tienen una densidad dos o tres veces mayor. Como resultado de esto, las diatomeas tienden a hundirse en un rango de $1\text{m}/\text{día}^{-1}$. Dichas células, se ubican en la columna de agua y toman los nutrientes inorgánicos, tendiendo a formar zonas con una drástica reducción de nutrientes alrededor de ellas. Hundiéndose es la forma en que las diatomeas alivian este problema.

Sin embargo, la desventaja de esto es que cada vez se hunden a zonas de menor y menor intensidad lumínica. Entonces, lo que se necesita es una mezcla a gran escala en la columna de agua que llevara a las diatomeas a la superficie nuevamente. Así, las diatomeas son características de aguas en que la mezcla por vientos ocurre con frecuencia.

Estas células poseen un control limitado de su flotabilidad, mediante la producción de grasas y aceites internos; pero es más difícil para el plancton de agua dulce que para el de agua de mar lograr una flotabilidad neutra por la diferencia de densidad entre los dos medios (Sosa, sin fecha).

H. Tierra de diatomeas

Este mineral se fue formando a través de depósitos lacustres o marinos (estos son sedimentos transportados por ríos o mares, que terminan depositados en el fondo de los lagos y se forman por efecto de la erosión (desmoronamiento, sismos, avalanchas, etc.) producida por el agua y el viento, entre otros factores ambientales.

Fórmula química común de las diatomeas: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Al retroceder las aguas de las zonas en donde se encontraban estos yacimientos, los esqueletos microscópicos de las diatomeas fueron formando un sedimento compuesto de Sílice y Carbonato Cálcico (Eco y Ambiente, 2014).

I. Origen de la Tierra de diatomeas

Hace aproximadamente 300 millones de años, trillones de una diminuta planta unicelular llamada diatomeas existía en los océanos. Ellas construían una pequeña caparazón alrededor, compuesta por los mismos silicatos que extraían del agua. Cuando las diatomeas morían, este microscópico caparazón quedaba depositado en el fondo de los antiguos océanos. A través de las eras, estos caparazones se fueron acumulando en depósitos, a veces formando espesores de miles de metros. Cuando las aguas de los océanos retrocedieron, estos depósitos fueron eventualmente

cubiertos. Las caparazones se fosilizaron y comprimieron, creando un polvo de tiza de roca llamado Tierra de diatomeas (Mullin, sin fecha).

J. Importancia de la Tierra de diatomeas

Son importantes para el ciclo biogeoquímico del Silicio y la fijación global de dióxido de carbono (CO₂). Toman el ácido silícico disuelto en el agua y lo precipitan en forma de Si para formar sus frústulas o paredes celulares (Martin-Jézéquel, et al., 2000).

Las diatomeas son organismos fotosintéticos que participan en la producción primaria de la cadena alimenticia y son importantes para áreas como biofertilizantes, biorremediación, biocombustibles, biotecnología y en biomedicina como complemento alimenticio para humanos (Borowitzka, 1995; Anderson, 2005; Jong-Yuh, 2005).

Ciclo biogeoquímico del silicio. El uso de sílice por las diatomeas domina el ciclo biogeoquímico del silicio en los océanos, ya que cada átomo procedente de la erosión continental pasa a través de las diatomeas una media de 39 veces antes de acumularse en los sedimentos marinos. La sílice es el principal nutriente limitante para el crecimiento de las diatomeas y un factor que condiciona la producción primaria marina.

El silicio retenido en las membranas de las diatomeas puede pasar al sedimento, de manera irreversible cuando se acumulan diatomitas y radiolaritas. La presencia de sedimentos de este tipo indica un cúmulo de condiciones especialmente favorables, como son el pH bajo, poco oxígeno y baja concentración de calcio. En otras condiciones las membranas silicificadas de las diatomeas se disuelven con rapidez. La película orgánica que rodea por fuera las membranas y satura las valencias residuales de la sílice tetraédrica, es probablemente necesaria para su conservación (Margalef, 1974).

El paso por el tubo digestivo de los animales consigue la fractura de las frústulas. Parece que si las membranas silicificadas consiguen acumularse por un tiempo en los sedimentos, la sílice experimenta ciertos

cambios estructurales que disminuyen la facilidad posterior de disolverse. Mientras que en algunas diatomeas de rápido crecimiento las membranas se disuelven como si se tratase de gel de sílice, en diatomitas, ciertas diatomeas y en esponjas, el material silíceo se comporta como ópalo (Kamatani, 1971). Las diatomeas de membranas poco silicificadas, como las planctónicas, se destruyen mucho antes que las de membrana gruesa, aunque las cubiertas de las células resistentes de aquellas (hipnocistes de *Chaetoceros*) perduran bien. La membrana de algunas diatomeas de apariencia delicada (*Ethmoidiscus*) tiene resistencia como de ópalo. El resultado es que las formas de membranas más resistentes (*Melosira* del subgénero *Paralia*, por ej.) están relativamente sobrerrepresentadas en los sedimentos (Margalef, 1974). Las células más grandes de las especies de diatomeas tienen más sílice que células más pequeñas porque tienen un mayor tamaño físico de la frustula, por ejemplo una célula pequeña como *Thalassiosira pseudonana* tiene 1,4 al 1,9 pg Si/célula; una célula grande como *Coscinodiscus* tiene entre $4,5 \cdot 10^4$ pg Si/célula.

Química del silicio en el agua del mar. El agua del mar contiene en suspensión un amplio espectro de materiales silíceos finamente divididos. Muchos de los cuales han sido producidos por la meteorización de rocas y han sido transportados por los ríos y el viento al mar; esto incluye cuarzo, feldspatos y minerales de la arcilla. En forma disuelta, el ácido silícico está presente en tres especies químicas (H_4SiO_4 , $H_3SiO_4^-$ y $H_2SiO_4^{=}$), cuyo contenido depende principalmente del pH.

El contenido de silicio disuelto en las aguas marinas suele estar entre 2 y 4 mg de Si/l, pudiendo bajar hasta 0,05 a 0,5 mg Si/l en las aguas superficiales, debido principalmente a su absorción por las diatomeas. Estos valores se encuentran por debajo del valor de saturación, que a pH 8 está entre 25 y 50 mg Si/l, dependiendo de la temperatura. Para el ácido silícico (H_4SiO_4) la primera y segunda constantes de disociación son respectivamente $3,9 \cdot 10^{-10}$ y $2,0 \cdot 10^{-13}$ ($25^\circ C$ de temperatura) en un medio con una fuerza iónica similar a la del agua del mar. Esto significa que el ácido silícico se encuentra predominantemente en dos

formas H_4SiO_4 , H_3SiO_4^- , la tercera de las especies, $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$ está en agua de mar en bajas concentraciones y no se tienen en cuenta (FIGURA 8).

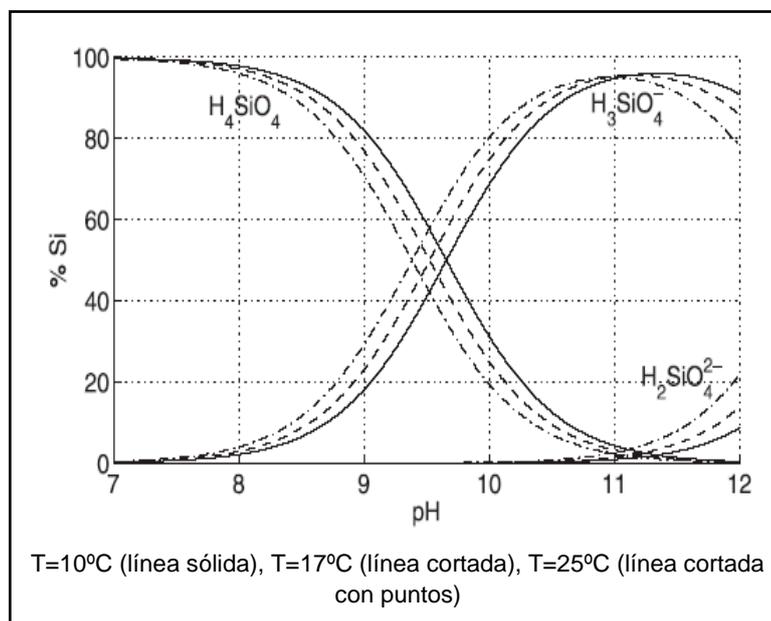


FIGURA 8

ABUNDANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE ÁCIDO SILÍCICO EN FUNCIÓN DEL PH Y LA TEMPERATURA

Actualmente, existe el debate de cuál de las dos formas predominantes de ácido silícico es la que toman las diatomeas. A pesar de las bajas concentraciones de H_3SiO_4^- , algunos de los primeros resultados experimentales permiten la conclusión de que es esta especie la que se absorbe (Riedel y Nelson, 1985). Otros trabajos apuntan que se toman especies no cargadas, H_4SiO_4 (Del Amo y Brzezinski, 1999).

K. Composición de la Tierra de diatomeas

El componente principal de las tierras diatomeas es sílice amorfo (SiO_2) y pequeñas cantidades de minerales (TABLA 1) como aluminio, óxido de hierro, hidróxido de calcio, magnesio y sodio (Round et al., 1990). El alto contenido de sílice favorece su uso en las plantas, ya que este elemento beneficia los cultivos, además los micronutrientes facilitan la capacidad de intercambio catiónico y la absorción de nutrientes por la planta. Los macronutrientes presentes en el suelo (nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros) son importantes para el desarrollo y la producción de las plantas;

no obstante, su acción es limitada cuando la disponibilidad de micronutrientes en el suelo no es adecuada. La Tierra de diatomeas, en mezcla con fertilizantes químicos u orgánicos, suple los micronutrientes que la planta requiere para su desarrollo. Además, por ser un producto natural, ayuda a conservar la salud del suelo (Baglione, 2011).

TABLA 1

ELEMENTO	PORCENTAJE	ELEMENTO	PORCENTAJE
Potasio	0.067	Zinc	0.004
Calcio	0.12	Níquel	0.0005
Magnesio	0.019	Al ₂ O ₃	8.75
Fósforo	0.02	SiO ₂	90.07
Azufre	0.042	K ₂ O	0.8
Cobre	0.0019	CaO	0.168
Hierro	0.5	MgO	0.032
Sodio	0.067	P ₂ O ₅	0.05

COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA TIERRA DE DIATOMEAS

L. Propiedades físicas de la Tierra de diatomeas

Entre ellas tenemos: Aspecto macroscópico de roca purulenta, fina y porosa con aspecto margoso, color por lo regular blanco brillante (en el caso de alta pureza), pueden estar coloreadas de blanco (calcinado con fundente), rosa (calcinado) y gris (sin calcinar), posee porosidad alta, es de volumen de muy baja densidad, tiene capacidad para absorber líquidos muy alta, capacidad abrasiva suave, su conductividad térmica es muy baja, tiene alta resistencia a la temperatura, su punto de fusión es entre 1400°C y 1750°C, su peso específico: es de 2.0 (la calcinación la incrementa a 2.3), su área superficial fluctúa entre 10 y 30 m²/g (la calcinación la reduce entre 0.5 y 5 m²/g), su índice de refracción va de 1.4 a 1.46 (la calcinación la incrementa a 1.49), su dureza (en Mohs) se encuentre entre 4.5 y 5 (la calcinación la incrementa a 5.5 a 6), su porcentaje de humedad varía de acuerdo al depósito (entre 10% hasta un 60%), además también vale mencionar que es químicamente inerte.

M. Usos de la Tierra de diatomeas

Entre sus usos se encuentran:

Acción Insecticida. El uso de tierra diatomea como insecticida y plaguicida permite reemplazar los venenos químicos actualmente en uso. Estos interfieren en el normal desarrollo de los vegetales, deterioran el medio ambiente y, por accidente o por ingestión, a través de la cadena trófica representan un elevado riesgo para la salud animal y fundamentalmente, humana.

Está ampliamente comprobado que estos venenos, producidos sintéticamente por la industria química, son una peligrosa fuente de contaminación ambiental. Además son muy persistentes por lo que su toxicidad perdura un largo tiempo. Los insectos demostraron su habilidad para alterar su propia estructura genética y volverse rápidamente inmunes al más mortal de los venenos, por lo cual, ninguno es combatido eficientemente con el uso de químicos.

Los insectos, al no ser las formas más complejas de la vida, no tienen vasos sanguíneos ni esqueleto, pero tienen otro sistema que sostiene los fluidos de su cuerpo. Si pierden el 10% de estos fluidos mueren deshidratados, la tierra de diatomea permite que el insecto pierda este porcentaje y más.

Los insectos mantienen un revestimiento ceroso en su parte exterior compuesto por un material poroso. La diatomea elimina el efecto de ese revestimiento ceroso acelerando el proceso de deshidratación lo que provoca la muerte de los insectos.

Por lo tanto, decimos que la acción insecticida es estrictamente físico-mecánica, por lo que a diferencia de los insecticidas químicos convencionales, no generaría resistencia en los insectos y mantendría su actividad por tiempo muy prolongado. Los bordes afilados de las partículas de la tierra de diatomea se adosan fácilmente al cuerpo de los insectos, provocando perforaciones y abrasiones en el exoesqueleto de quitina y destruyendo la estructura cerosa, absorbiendo sus líquidos

corporales y secándolos por completo, por el cual el insecto muere por desecación (Korunic, 1998).

Diferentes estudios han demostrado la total ausencia de toxicidad de la Tierra de diatomeas en los mamíferos, pájaros, perdices, conejos, codornices, liebres, etc. El resultado es simple, mata a los insectos sin poner en peligro la vida de los animales, plantas o seres humanos.

La Tierra de diatomeas controla: Ácaros, arañuelas, babosas, caracoles, cascarudos, chinches, cucarachas, garrapatas, gorgojos, hormigas, jejenes, langostas, moscas, mosquitos, orugas, piojos, polillas, pulgas, pulgones, tábanos, termitas, tucuras y vinchucas.

La Tierra de diatomeas provoca en los insectos: Desgarraduras en los pliegues de las articulaciones, perforación de las paredes de la tráquea, deterioro mandibular por abrasión, desgarradura del esófago, absorción de la cera provocando la deshidratación, inanición de las larvas.

Acción Fertilizante. El biosíllice de las diatomeas es un amortiguador efectivo del pH que facilita la conversión enzimática de bicarbonato a CO₂, etapa importante en la adquisición de carbono inorgánico por las plantas (Milligan y Morel, 2002).



La Tierra de diatomeas aporta a la planta 38 oligoelementos o trazas de minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos, es un fertilizante eficaz y seguro ya que no es tóxico ni fitotóxico.

Las tierras de diatomeas son recomendadas para: Mejorar las condiciones físicas del suelo, neutralizar los elementos tóxicos y el exceso de acidez del suelo, mejorar la retención del agua en los tejidos vegetales y el suelo (Romero-Aranda et al., 2006), reducir del daño oxidativo a las membranas ocasionado por exceso de iones (Gunes et al., 2007), causa incidencia positiva en la disponibilidad de nutrientes y mitiga los efectos

de la toxicidad de los diferentes elementos químicos, entre otros efectos positivos.

Control de desechos animales y compostaje. Dentro del uso agronómico, la Tierra de diatomeas trabaja además con los desechos animales (deshidratación de del deshecho y control de larvas y adultos de moscas y otros insectos).

Es ideal para el compostaje de residuos orgánicos, pues a la vez que controla insectos, aporta minerales y oligoelementos al suelo.

Se pueden espolvorear o fumigar establos, porquerizas, apriscos, galpones o gallineros y en general los lugares donde duermen o viven los animales, coadyuvando tanto en el cuidado sanitario de los animales, como en el mejoramiento de su hábitat.

Nutrición animal. En el campo de la nutrición animal, la Tierra de diatomeas está encontrando una rápida aceptación. Sus Beneficios han sido notables en alimentación de vacas lecheras, pollos, cerdos, caballos, novillos, ovejas y otros pequeños animales. Controla diarreas en terneros, agente secuestrante de las toxinas bacterianas y actúa como desparasitante.

Las diatomeas capturan la toxina antes que ésta se adhiera a la velloidad y provoquen daños, arrastrando con las heces.

Filtros para estanques o piscícolas. En los estanques piscícolas y/o acuarios, es posible utilizarla en recipientes de filtración especiales, para retener bacterias, protozoarios, y otros microorganismos e impurezas de cualquier tipo.

N. Inocuidad de la Tierra de diatomeas

Este mineral no contiene venenos que afecten al hombre o animales domésticos. Elimina insectos sin generar autoinmunidad y puede utilizarse sin límite de tiempo.

O. Tierra de diatomeas en Ica

Tejada et al. (2010) en su “Análisis preliminar de diatomeas en el Cerro Pileta: Borde oriental de la cuenca de Pisco” determinaron la presencia de la misma en el distrito de Ocucaje, en el Cerro Pileta (FIGURA 9). El estudio consiste mayormente de diatomita blanca y ligeramente amarilla con laminaciones intercalada con niveles detríticos finos. La secuencia refleja eventos en un medio marino de plataforma síliciclástica sujeta a controles eustáticos asignados a la Formación Pisco, correspondientes a la cuenca del mismo nombre en su borde oriental.



FIGURA 9
CERRO PILETA

Se han determinado 16 especies de diatomeas marinas de las cuales 8 corresponden a la orden Centrales y 8 a la orden Pennales. La especie que destaca por su abundancia de la orden centrales es *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg), especie eurihalina y euritermal. La flora observada no establece aún una edad relativa del depósito, sin embargo la presencia de *Delphineis ischaboensis* (Grunow) Koizumi junto con *Denticulopsis sp.* puede sugerir una edad Miocénica, sin embargo esto se confirmará con trabajos detallados en cuanto a la identificación, abundancia, preservación y microflora silíceas asociada.

Por otra parte, también en el distrito de Ocucaje, ubicado a 48 Km. de la ciudad de Ica, se encuentra la concesión minera no metálica “Paraíso de Arena Ocucaje III y IV”, a una altura promedio de 420 m.s.n.m. que cuenta con un aproximado de 20,000,000 millones de toneladas de Tierra de diatomeas (ANEXO 9).

2.3. MARCO HISTÓRICO

Ica es una ciudad del Perú, capital de la Región Ica. Fue fundada con el nombre de “Villa de Valverde” el 17 de junio de 1563, aunque luego se denominó “San Jerónimo de Ica”, para luego tomar el nombre de Ica, que conserva.

Se encuentra ubicada a 14° 04' 00” de Latitud Sur, a 75° 43' 24” de Latitud Oeste, y a una altura de 406 m.s.n.m., limita por el norte con la provincia de Pisco, por el sur con las provincias de Palpa y Nasca, por el este con el Departamento de Huancavelica y por el oeste con el Océano Pacífico.

Tiene 219 856 habitantes (INEI, 2008) y está situada a orillas del río Ica que riega una fértil llanura ubicada en medio del desierto, donde se cultivan uvas, espárragos, cebollas, tomates, palmeras datileras y algodón, entre otros muchos productos, los cuales convierten al valle en uno de los más exitosos casos de agroexportación.

Simboliza un gran potencial exportador; posee el 65% de la agroexportación del Perú. Actualmente se exportan 46 productos, entre los que destacan: el espárrago, uva de mesa, tangelo, mandarina, alcachofa, cebolla, palta, páprika, entre otros.

Dos son las fiestas más importantes de Ica: la fiesta de la Vendimia, pues Ica posee numerosas bodegas vitivinícolas donde se producen excelentes vinos y piscos y la fiesta del Señor de Luren. En ellas se puede disfrutar de los platos y dulces de Ica y, por qué no, aprovechar la ocasión para visitar el pueblo de Cachiche, conocido por sus ancestrales brujas que curan toda clase de males.

La riqueza turística va de la mano con la variedad gastronómica y además, la región posee la denominación de origen en la producción del pisco y la denominación de “Origen Del Pallar iqueño”.

2.4. MARCO LEGAL

Dentro de la Constitución Política del Perú del año 1993, en el inciso 22 del artículo 2 se señala que es deber primordial del Estado garantizar el derecho a toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; siendo esto un derecho de todos. El artículo 57 de la referida carta magna establece que el Estado determina la política ambiental. En tal sentido, la Ley General de Salud señala en su artículo 103 que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales o jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las personas.

En la Ley General del Ambiente Ley N° 28611, el artículo 63 dice que:

Artículo 63.- Estándar de Calidad Ambiental - ECA

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. El ECA es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. (...)

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú; decreta la Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y que en la Categoría 1: Poblacional y Recreacional y en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas animales se encuentra el parámetro 'Plaguicidas' con sus valores ya establecidos.

El Decreto Legislativo N° 1059 que aprueba la Ley General de Sanidad Agraria tiene en su artículo 1, su objeto:

- a) La prevención, el control y la erradicación de plagas y enfermedades en vegetales y animales, que representan riesgo para la vida, la salud de las personas y los animales y la preservación de los vegetales.

- b) La promoción de las condiciones sanitarias favorables para el desarrollo sostenido de la agroexportación, a fin de facilitar el acceso a los mercados de los productos agrarios nacionales.
- c) La regulación de la producción, comercialización, uso y disposición final de insumos agrarios, a fin de fomentar la competitividad de la agricultura nacional.
- d) Promover la aplicación del Manejo Integrado de Plagas para el aseguramiento de la producción agropecuaria nacional, según estándares de competitividad y según lo dispuesto en las políticas de Estado.

Sin embargo, la ley N° 30190, Ley que modifica el Decreto Legislativo 1059, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Sanidad Agraria, tiene por objeto modificar el marco normativo en materia de sanidad agraria a fin de mantener condiciones que fortalezcan la competitividad de la producción agraria nacional.

Artículo 2. Modificación del Decreto Legislativo 1059

Modifíquese el artículo 14 del Decreto Legislativo 1059, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Sanidad Agraria, en los siguientes términos:

Artículo 14.- Plaguicidas de uso agrícola

La Autoridad Nacional en Sanidad Agraria es competente para establecer, regular, conducir, supervisar y fiscalizar el registro de plaguicidas de uso agrícola así como la fabricación, formulación, importación, exportación, envasado, distribución, experimentación, comercialización, almacenamiento y otras actividades relacionadas al ciclo de vida de los plaguicidas de uso agrícola.

Además, deróguense los artículos 2 y 16 del Decreto Legislativo 1059, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Sanidad Agraria, y modifíquese todas las normas que se opongan a la presente Ley N° 30190.

La Ley N° 26744, Ley de Promoción del Manejo Integrado para el Control de Plagas, tiene como objetivo la promoción del manejo Integrado para el control de plagas en la agricultura nacional, importante estrategia para el desarrollo de una agricultura sostenible empleando métodos menos riesgosos para la salud y el ambiente y, complementarios entre sí, para un control más eficiente de las plagas

agrícolas (...) en la Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola se establecen las disposiciones que regulan el Registro y control así como la importación, fabricación, formulación, exportación, envasado, distribución y comercialización de los plaguicidas químicos de uso agrícola y otras disposiciones relacionadas con la evaluación del riesgo ambiental y la aplicación del Plan de Manejo Ambiental de estos insumos.

El Ministerio de Agricultura a través del Servicio Nacional de Sanidad Agraria- SENASA, como Autoridad Nacional del Registro y Control de Plaguicidas, ha venido evaluando permanentemente estas sustancias y, a partir del 15.07.93 con el asesoramiento de la Comisión Nacional de Plaguicidas - CONAP, organismo creado mediante Resolución Ministerial N° 0250-93-AG, ha emitido una serie de disposiciones legales tendientes a restringirlos o prohibirlos. Que, asimismo, en cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos respecto al Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo de la FAO y el PNUMA, el SENASA ha emitido las Resoluciones Jefaturales N°177-96-AG-SENASA y N° 131-98-AG-SENASA, mediante las cuales dictó restricciones al registro y uso del Lindano y Paratión Metílico, y prohibición de registro, importación, comercialización, distribución y formulación del Paratión Etílico; Que, el método del control químico se ha constituido en una herramienta importante en el control de plagas agrícolas, pero que el mal uso y manejo de los plaguicidas en nuestras condiciones locales ha demostrado en el mayor de los casos, que los riesgos para la salud y el ambiente son significativos, por lo que se hace necesario contar con alternativas viables, eficientes, de menor riesgo, y rentables, así como del uso del control químico cuando sea necesario, en Programas de Manejo Integrado de Plagas (...)

El Reglamento de la ley de Promoción de Manejo Integrado para el Control de Plagas tiene por objetivo promover el Manejo Integrado para el Control de Plagas (MIP) en la agricultura nacional, en concordancia con el objetivo de la Ley N° 26744.

2.5. MARCO CONCEPTUAL

2.5.1. Palabras Simples

Abrasivo: Que produce abrasión producto abrasivo.

Absorción: Atraer y retener un cuerpo sólido líquidos o gases.

Adsorción: Incorporación de sustancias gaseosas, vapores o cuerpos disueltos en la superficie externa de un sólido o un líquido.

Adverso: Contrario, enemigo, desfavorable. Opuesto materialmente a otra cosa.

Alterar: Modificar, trastornar el estado o el desarrollo de algo.

Alternativa: Posibilidad o necesidad de elegir entre varias opciones.

Altiplano: Meseta de gran altura y extensión.

Antiséptico: Desinfectante.

Axón: Prolongación filiforme de la neurona.

Autoinmunidad: Es el proceso por el cual el sistema inmune del organismo ejerce una respuesta inmune contra un antígeno propio, desencadenando un proceso patológico.

Carpófago: Se refiere al animal que se alimenta principalmente de frutos.

Ceroso: Que tiene alguna de las características propias de la cera, como el color, la textura, etc.

Colapsar: Producir una paralización o interrupción en alguna cosa.

Defoliante: Todo producto químico que es fumigado o espolvoreado sobre las plantas de manera de inducir a que se desprendan sus hojas.

Depósito: Conjunto de objetos o materiales del mismo tipo que se han ubicado en un lugar.

Desecantes: Sustancia que se usa para eliminar humedad del aire o de alguna otra sustancia, como combustibles orgánicos.

Desequilibrio: Falta de armonía o estabilidad.

Deshidratación: Reacción en el curso de la cual un compuesto pierde una o varias moléculas de agua.

Entomopatógenos: son microorganismos que producen enfermedades a los insectos, siendo el agente causal muy diverso. Penetran en la especie plaga a través del tubo digestivo o del tegumento dando lugar a la expresión de la enfermedad que provoca la muerte del hospedante. Los entomopatógenos son los únicos que no buscan de forma activa a sus presas, a excepción de los nemátodos.

Dosis: Cantidad o porción de una cosa cualquiera, material o inmaterial.

Ecológico: Que tiene relación con el medio ambiente.

Eficaz: Que produce el efecto deseado.

Enzimas: Sustancia producida por las células vivas que actúa como catalizador en los procesos metabólicos.

Especies: Conjunto de individuos o cosas que tienen ciertos caracteres comunes.

Fitoplancton: Conjunto de organismos exclusivamente vegetales que forman parte del plancton.

Feromona: Sustancia química que, liberada al medio por un animal, es reconocida por individuos de su misma especie, influyendo sobre su comportamiento o desarrollo.

Fósil: Se aplica a la sustancia de origen orgánico o a la huella que se ha petrificado, por haber permanecido enterrada largo tiempo.

Fotodegradación: Cambios químicos resultantes de la absorción de luz que reducen las propiedades útiles de materiales, particularmente de polímeros.

Fumigación: Tratamiento de plagas de insectos y otros parásitos por medio de insecticidas gaseosos o líquidos volátiles llamados productos fumigantes o fumígenos.

Germinación: Conjunto de fenómenos que tienen lugar en una semilla al pasar del estado de vida latente a la vida activa.

Individuos: Cada uno de los seres, animal o vegetal, respecto de la especie a la que pertenece.

Infestaciones: Enfermedad causada por parásitos macroscópicos.

Infraestructura: Conjunto de medios o servicios necesarios para la creación y funcionamiento de una organización o una actividad.

Inocular: Transmitir accidental o voluntariamente en el organismo agentes patógenos o toxinas, con fines terapéuticos o experimentales.

Intrínseco: Que es inherente a la naturaleza de una cosa.

Invaginación: Introducción anormal de una parte del intestino o membrana en otra.

Metabolitos: Conjunto de las sustancias orgánicas que resultan de las reacciones metabólicas.

Metamorfosis: Transformación que experimentan determinados animales en su desarrollo biológico y que afecta no solo a su forma sino también a sus funciones y su modo de vida; es típica de los poliquetos, equinodermos, insectos, crustáceos y anfibios.

Monosacárido: Glúcido no hidrolizable, que contiene tres o más átomos de carbono por molécula.

Muestra: Pedazo o porción de un producto que da a conocer las cualidades del mismo.

Muscardina: Una enfermedad que es muy destructiva para los gusanos de seda, y que a veces se extiende a otros insectos. Es atendida por el desarrollo de un hongo (llamado provisionalmente *bassiana Botrytis*). Además, el hongo en sí.

Oleoso: Que contiene o tiene la textura del aceite.

Particularidad: Cada uno de los rasgos que distinguen una cosa de otra igual en apariencia.

Pionero: Persona que inicia la exploración de nuevas tierras.

Polinización: Paso del polen desde el estambre en que se ha producido hasta el pistilo de la misma flor o de otra distinta, donde se produce la fecundación de los óvulos.

Polisacárido: Polímero formado por condensación de numerosas moléculas de monosacáridos.

Rango: Clase o categoría profesional o social de alguien.

Residual: Del residuo o relativo a él.

Segmentos: Pedazo o parte cortada de una cosa.

Sinergia: Participación activa y concertada de varios órganos para realizar una función.

Sostenible: Se dice del proceso que puede mantenerse por sí mismo, sin ayuda de otro.

Supervivencia: Lo que perdura a lo largo del tiempo.

Sustrato: Lugar que sirve de asiento a una planta o animal fijo.

Tagmosis: División del cuerpo de los insectos en conjuntos de segmentos más o menos unidos, constituyendo las distintas secciones o tagmas: cabeza, tórax y abdomen.

Tecnológico: Relacionado con la tecnología.

Toxicidad: Presencia de sustancias tóxicas en la composición de un alimento, medicamento o cualquier otro producto.

Variabilidad: Modificación que experimentan los caracteres de las especies biológicas.

Variable: Que es inestable o inconstante.

2.5.2. Palabras Compuestas

Agente secuestrante: Compuestos capaces de ligar iones metálicos de tal manera que no exhiban sus reacciones normales en presencia de agentes precipitantes.

Ataque severo: Referido a un ataque grave o serio.

Behavioural resistance: Insecto detecta, reconoce, y evade el peligro. Ejemplos Mosquitos no se posan sobre superficies rociadas con DDT. Larva escupe el primer mordisco de la manzana para evadir los insecticidas.

Briznas de silicio: Son huecas y portadoras de carga eléctrica negativa, así se adhieren a los exoesqueletos de los insectos, laceran sus cuerpos, absorben sus fluidos y les provocan la muerte por deshidratación.

Caída de follaje de plantas: Es la pérdida de hojas, muchas veces considerable, que puede dejar algunas deformaciones en la planta.

Capacidad Insecticida: Habilidad para terminar con una plaga de insectos.

Ciclo Vital: Ciclo por el cual todo ser atraviesa durante su vida.

Condición ambiental: Características de un medio en el cual pueden estar presentes uno o más individuos.

Contaminante químico: Sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que tiene probabilidades de lesionar la salud de las personas en alguna forma o causar otro efecto negativo en el medio ambiente.

Control Microbiano: Control o exterminio de microorganismos.

Convencional: Miembro de una convención o asamblea.

Costos de producción: Son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Desviación estándar: Es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población. La desviación estándar es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución.

Dinámica poblacional: Es la especialidad de la ecología que se ocupa del estudio de los cambios que sufren las poblaciones biológicas en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, estructura de edad, sexo y otros parámetros que las definen, así como de los factores que causan esos cambios y los mecanismos por los que se producen.

Estructura genética: La estructura genética de una población se expresa en términos de frecuencias de esos alelos (frecuencias génicas) y, consecuentemente, genotípicas.

Factores abióticos: Son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes podemos encontrar: el agua, la temperatura, la luz, el pH, el suelo, la humedad, el oxígeno y los nutrientes.

Factores bióticos: Son todos los organismos que tienen vida. Pueden referirse a la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones. Los individuos deben tener comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido.

Fase de pupa: Es un estado inmóvil intermedio entre larva e imago.

Flexibilidad limitada: Que no cuenta con una amplia habilidad para desempeñar la flexibilidad.

Fluidos vitales: Se denomina así a un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas moléculas sólo hay una fuerza de atracción débil. Algunos fluidos vitales pueden ser la sangre, el semen, la saliva y otros.

Forma vesicular: órgano relativo a los órganos con forma de saco.

Gradientes de Concentración: Es la diferencia de concentración de un elemento en una misma zona o solución. Un ejemplo claro y fácil de entender es el que podemos obtener cuando echamos una cucharada de sal a un vaso de agua.

Gradientes electroquímicos: Constituido por dos componentes. En primer lugar, el componente eléctrico, el cual se origina debido a la diferencia de cargas a través de la membrana lipídica. En segundo lugar, el componente químico es debido a la diferencia de concentración de iones a ambos lados de la membrana.

Granos Almacenados: combina el concepto matemático de gradiente con los conceptos físicos y químicos de potencial eléctrico y de potencial químico (concentración).

Hábitos migratorios: Son desplazamientos periódicos de un hábitat a otro.

Intoxicación aguda: Conjunto de síntomas como consecuencia inmediata de la absorción de una dosis importante de un producto tóxico ingerido o inhalado en una sola vez, o en varias pero muy seguidas (subaguda).

Intoxicación crónica: Es el conjunto de síntomas causada por la exposición prolongada a cantidades relativamente menores de un tóxico.

Método Alternativo: Forma novedosa de realizar una tarea, siempre siguiendo las pautas correspondientes para que funcione de forma adecuada.

Peligro potencial: Un peligro real es cuando la capacidad de daño está en condiciones de provocar efectos de inmediato; y un peligro potencial es cuando está latente, esperando que se den las condiciones para efectivizarse.

Población expuesta: Conjunto de personas que pueden ser víctimas de algún daño, accidente o desastre.

Recta de regresión: Es la curva que mejor se ajusta a nube de puntos, es una curva ideal en torno a la que se distribuyen los puntos de la nube.

Reguladores de crecimiento: Sustancia orgánica que favorece o inhibe los procesos celulares de división, alargamiento, proliferación de los vegetales.

CAPÍTULO III
PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS

METODOLOGÍA

3.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Hipótesis General

El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

3.1.2. Hipótesis Específicas

A. Hipótesis Específica Uno (1HE)

El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

B. Hipótesis Específica Dos (2HE)

El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

C. Hipótesis Específica Tres (3HE)

El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

3.2. VARIABLES

3.2.1. Variable Independiente

X: Análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas.

A. Dimensión

Control Ecológico.

B. Indicadores

IX₁: Alto número de muertes de coleópteros presentes en los granos de maíz tratados.

IX₂: Mayor porcentaje de germinación de granos de maíz tratados.

IX₃: El porcentaje de pérdida de peso de granos de maíz tratados es menor con respecto al de granos de maíz no tratados.

C. Índices

iX₁: Número de muertes de coleópteros igual o por arriba del 50% del total de insectos presentes (28dda).

iX₂: Porcentaje de germinación de granos de maíz igual o por encima del 70% (28dda).

iX₃: Pérdida de peso de granos de maíz tratados por debajo del 2% (28dda).

3.2.2. Variable Dependiente

Y: Insectos plaga de granos almacenados.

A. Dimensión

Plagas.

B. Indicadores

IY₁: Bajo número de mortalidad de coleópteros presentes en los granos de maíz no tratados.

IY₂: El porcentaje de germinación de granos de maíz no tratados es menor al de granos de maíz tratados.

IY₃: Mayor porcentaje de pérdida de peso de granos de maíz no tratados con respecto al de granos de maíz tratados.

C. Índices

iY₁: Número de muertes de coleópteros nulo o por debajo del 50% del total de insectos presentes (28dda).

iY₂: Porcentaje de germinación de granos de maíz no tratados por debajo del 70% (28dda).

iY₃: Pérdida de peso de granos de maíz no tratados igual o por encima del 2% (28dda).

3.3. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de la investigación

A. Experimental

Porque se hizo uso del método científico, siguiendo todo el proceso del mismo hasta finalmente llegar a las conclusiones que nos permitieron establecer que se puede considerar a la Tierra de diatomeas como una opción de control ecológico.

B. Correlacional

Debido a que se deseó saber cuál sería la respuesta los gorgojos del maíz frente a la aplicación de las dosis de Tierra de diatomeas.

3.3.2. Nivel de la Investigación

A. Explicativo

Hubo relación causa – efecto entre la aplicación de la dosis de Tierra de diatomeas y la muerte de los gorgojos del maíz, así como también se explicó el comportamiento de la primera con relación a la segunda.

B. Aplicativo

Porque se buscó solucionar un problema del día a día como lo es el ataque de los gorgojos del maíz a granos almacenados, enfrentándolos con un control ecológico que consiste en el uso de la Tierra de diatomeas y que de esta manera no se ponga en riesgo ni a los seres vivos ni al ambiente.

3.3.3. Diseño de la Investigación

A. Experimental – 5 grupos aleatorios con post test

Este diseño se utilizó para la Primera y Segunda Hipótesis Específica y se detalla a continuación:

Diseño para la Primera Hipótesis Específica. El primer grupo, el Grupo Control (testigo blanco) tuvo tres muestras iguales a las que no se les aplicó el tratamiento pero se monitoreó cuatro veces para obtener una información diferente por cada una de estas. Mientras tanto el segundo grupo, el Grupo Experimental, tuvo:

- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (0.5%TD) y se monitoreó 4 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (0.7%TD) y se monitoreó 4 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (1.0%TD) y se monitoreó 4 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (1.5%TD) y se monitoreó 4 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.

ESQUEMATIZACIÓN DEL DISEÑO

Diseño: Experimental – 5 grupos aleatorios con post test

	t_1	t_2	t_3	t_4
m_1	O_1	O'_1	O''_1	O'''_1
m_2	O_2	O'_2	O''_2	O'''_2
m_3	O_3	O'_3	O''_3	O'''_3

GC

$$m_1 = m_2 = m_3$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4
m_4 x_1	O_4	O'_4	O''_4	O'''_4
m_5 x_1	O_5	O'_5	O''_5	O'''_5
m_6 x_1	O_6	O'_6	O''_6	O'''_6

$$m_4 = m_5 = m_6$$

Donde: m = muestra; x= tratamiento; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4
m_7 x_2	O_7	O'_7	O''_7	O'''_7
m_8 x_2	O_8	O'_8	O''_8	O'''_8
m_9 x_2	O_9	O'_9	O''_9	O'''_9

$$m_7 = m_8 = m_9$$

Donde: m = muestra; x= tratamiento; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4
m_{10} x_3	O_{10}	O'_{10}	O''_{10}	O'''_{10}
m_{11} x_3	O_{11}	O'_{11}	O''_{11}	O'''_{11}
m_{12} x_3	O_{12}	O'_{12}	O''_{12}	O'''_{12}

$$m_{10} = m_{11} = m_{12}$$

Donde: m = muestra; x= tratamiento; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4
m_{13} x_4	O_{13}	O'_{13}	O''_{13}	O'''_{13}
m_{14} x_4	O_{14}	O'_{14}	O''_{14}	O'''_{14}
m_{15} x_4	O_{15}	O'_{15}	O''_{15}	O'''_{15}

$$m_{13} = m_{14} = m_{15}$$

Donde: m = muestra; x= tratamiento; t = tiempo; O = resultado o información.

GE

Diseño para la Segunda Hipótesis Específica

El primer grupo, el Grupo Control (testigo blanco), tendrá seis granos de maíz (muestras), de los cuales: dos se obtuvieron aleatoriamente de la primera muestra del testigo blanco que se utilizó para determinar el porcentaje de mortalidad (500g de maíz), dos de la segunda (500g de maíz) y dos de la tercera muestra (500g de maíz). Se monitoreará seis veces para obtener una información diferente por cada una de estas. Por otra parte el segundo grupo, el Grupo Experimental, tuvo:

- ✓ Tres muestras iguales (2 granos de maíz por cada una) a las que no se aplicó un tratamiento a parte del que ya habían recibido durante el diseño experimental del porcentaje de mortalidad (0.5%TD) y se monitoreó 6 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (2 granos de maíz por cada una) a las que no se aplicó un tratamiento a parte del que ya habían recibido durante el diseño experimental del porcentaje de mortalidad (0.7%TD) y se monitoreó 6 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (2 granos de maíz por cada una) a las que no se aplicó un tratamiento a parte del que ya habían recibido durante el diseño experimental del porcentaje de mortalidad (1.0%TD) y se monitoreó 6 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (2 granos de maíz por cada una) a las que no se aplicó un tratamiento a parte del que ya habían recibido durante el diseño experimental del porcentaje de mortalidad (1.5%TD) y se monitoreó 6 veces para obtener una información diferente por cada una de estas.

ESQUEMATIZACIÓN DEL DISEÑO

Diseño: Experimental – 5 grupos aleatorios con post test

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
m_1	O_1	O_1'	O_1''	O_1'''	O_1''''	O_1'''''
m_2	O_2	O_2'	O_2''	O_2'''	O_2''''	O_2'''''
m_3	O_3	O_3'	O_3''	O_3'''	O_3''''	O_3'''''

$$m_1 = m_2 = m_3$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
m_4	O_4	O_4'	O_4''	O_4'''	O_4''''	O_4'''''
m_5	O_5	O_5'	O_5''	O_5'''	O_5''''	O_5'''''
m_6	O_6	O_6'	O_6''	O_6'''	O_6''''	O_6'''''

$$m_4 = m_5 = m_6$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
m_7	O_7	O_7'	O_7''	O_7'''	O_7''''	O_7'''''
m_8	O_8	O_8'	O_8''	O_8'''	O_8''''	O_8'''''
m_9	O_9	O_9'	O_9''	O_9'''	O_9''''	O_9'''''

$$m_7 = m_8 = m_9$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
m_{10}	O_{10}	O_{10}'	O_{10}''	O_{10}'''	O_{10}''''	O_{10}'''''
m_{11}	O_{11}	O_{11}'	O_{11}''	O_{11}'''	O_{11}''''	O_{11}'''''
m_{12}	O_{12}	O_{12}'	O_{12}''	O_{12}'''	O_{12}''''	O_{12}'''''

$$m_{10} = m_{11} = m_{12}$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
m_{13}	O_{13}	O_{13}'	O_{13}''	O_{13}'''	O_{13}''''	O_{13}'''''
m_{14}	O_{14}	O_{14}'	O_{14}''	O_{14}'''	O_{14}''''	O_{14}'''''
m_{15}	O_{15}	O_{15}'	O_{15}''	O_{15}'''	O_{15}''''	O_{15}'''''

$$m_{13} = m_{14} = m_{15}$$

Donde: m = muestra; t = tiempo; O = resultado o información.

B. Experimental – 5 grupos aleatorios con pre y post test

Este diseño se utilizó para la Tercera Hipótesis Específica y se detalla a continuación:

Diseño para la Tercera Hipótesis Específica. El primer grupo, el Grupo Control (testigo blanco), tuvo tres muestras iguales a las que no se les aplicó el tratamiento y se les hizo un pesaje al inicio del experimento y otro al final para obtener una información diferente por cada una de estas. Además el segundo grupo, el Grupo Experimental, tuvo:

- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (0.5%TD) y se les hizo un pesaje al inicio y al final del experimento para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (0.7%TD) y se les hizo un pesaje al inicio y al final del experimento para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (1.0%TD) y se les hizo un pesaje al inicio y al final del experimento para obtener una información diferente por cada una de estas.
- ✓ Tres muestras iguales (500g de maíz) a las que se les aplicó la misma dosis del tratamiento (1.5%TD) y se les hizo un pesaje al inicio y al final del experimento para obtener una información diferente por cada una de estas.

ESQUEMATIZACIÓN DEL DISEÑO

Diseño: Experimental – 5 grupos aleatorios con pre y post test

	t_1	t_2
m_1	O_1	O_1'
m_2	O_2	O_2'
m_3	O_3	O_3'

$$m_1 = m_2 = m_3$$

Donde: m = muestra; t = tiempo;

O = resultado o información.

GC

	t_1		t_2
m_4	O_4	x_1	O_4'
m_5	O_5	x_1	O_5'
m_6	O_6	x_1	O_6'

$$m_4 = m_5 = m_6$$

Donde: m = muestra; t = tiempo;

X = tratamiento; O = resultado o información.

	t_1		t_2
m_7	O_7	x_2	O_7'
m_8	O_8	x_2	O_8'
m_9	O_9	x_2	O_9'

$$m_7 = m_8 = m_9$$

Donde: m = muestra; t = tiempo;

X = tratamiento; O = resultado o información.

GE

	t_1		t_2
m_{10}	O_{10}	x_3	O_{10}'
m_{11}	O_{11}	x_3	O_{11}'
m_{12}	O_{12}	x_3	O_{12}'

$$m_{10} = m_{11} = m_{12}$$

Donde: m = muestra; t = tiempo;

X = tratamiento; O = resultado o información.

	t_1		t_2
m_{13}	O_{13}	x_4	O_{13}'
m_{14}	O_{14}	x_4	O_{14}'
m_{15}	O_{15}	x_4	O_{15}'

$$m_{13} = m_{14} = m_{15}$$

Donde: m = muestra; t = tiempo;

X = tratamiento; O = resultado o información.

3.4. MÉTODO

3.4.1. Método de la Investigación

A. Científico – Experimental

Se usaron los pasos de observación, búsqueda de información, hipótesis, experimentación, análisis de resultados y conclusiones. Esto inició con la detección del problema ocasionado por Gorgojos a los granos de maíz, lo que nos llevó a realizar toda una búsqueda y recopilación de información para poder establecer un posible tratamiento con Tierra de diatomeas que solucione el problema mencionado, posteriormente para comprobar esto se llevó a cabo un proceso experimental, cuyos resultados se analizaron para llevarnos a establecer las conclusiones correspondientes.

B. Por Experimentación

Se puso a prueba un experimento que nos permitió controlar y manipular las dosis de Tierra de diatomeas que se le agregaría los granos de maíz para protegerlos del ataque de los gorgojos del maíz que se le agregaron.

3.5. COBERTURA DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Población de la Investigación

Granos de maíz iqueños.

3.5.2. Muestra de la investigación

7,5 Kgs. de granos de maíz iqueños.

3.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas de la Investigación

- ✓ Muestreo previo a la fase experimental
- ✓ Monitoreos durante la fase experimental
- ✓ Entrevistas
- ✓ Experimentos
- ✓ Observación directa

3.6.2. Instrumentos de la Investigación

- ✓ Guía de observación
- ✓ Libretas de notas
- ✓ Cámaras fotográficas
- ✓ Guía de entrevista
- ✓ Grabadoras de voz y vídeos
- ✓ Instrumentos de muestreo
- ✓ Instrumentos para experimentación
- ✓ Muestras o ejemplares

3.6.3. Fuentes de Recolección de Datos

- ✓ Bibliografías de internet
- ✓ Guías de entrevistas
- ✓ Guías de observación
- ✓ Libros virtuales
- ✓ Entrevistas
- ✓ Periódicos electrónicos
- ✓ Fichas de información
- ✓ Grabaciones de voz

CAPÍTULO IV
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE
RESULTADOS

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el desarrollo de este capítulo, nos enfocamos en el proceso de Contrastación de Hipótesis descrito a continuación y dentro del cual podemos encontrar la organización, presentación y análisis de resultados como un conjunto, según corresponda.

4.1. Contrastación de Hipótesis

4.1.1. Contrastación de Hipótesis Uno (1HE)

1HE: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

1H₀: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas no impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

A. Fundamentación teórica

Una vez que las muestras de Tierra de diatomeas fueron molidas y cernidas se volvieron polvo. Así, las diatomeas se convirtieron en microscópicas briznas de silicio cortantes y perniciosas para los insectos.

Cuando a los granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*) se les agregó y homogeneizó la Tierra de diatomeas por dosis y se añadieron los gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) a cada bolsa que los contenían, ocurrió un proceso físico-mecánico contra estos. Los bordes afilados de estas microscópicas partículas se adhirieron, perforando y abrasando su exoesqueleto de quitina, destruyendo así su estructura cerosa (Lípidos) y absorbiendo mucho más del 10% de sus líquidos corporales (A causa de las propiedades de la Tierra de diatomeas: Abrasión Suave y alta absorción de líquidos) provocando que se deshidraten y mueran, como resultado de la deficiencia de la presión del agua.

B. Materiales y métodos

Localización del Experimento. La realización de la fase experimental para la convalidación de la primera hipótesis del proyecto de investigación fue el lugar de estancia de la tesista, ubicado en Malecón La Achirana Mz. G-2B, Parcona, Ica.

Material biológico e inerte. Se usaron granos de maíz sanos (*Zea mays var. saccharata*) comprados aleatoriamente en un mercado local (FIGURA 10).



FIGURA 10
PESAJE DE ZEA MAYS VAR. SACCHARATA

Los insectos plaga puestos a prueba en el experimento fueron gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) obtenidos de la compra de maíz picado en un mercado local (FIGURA 11).



FIGURA 11
SITOPHILUS ZEAMAIIS

El material inerte consistió en polvos de Tierra de diatomeas. Las muestras de roca se obtuvieron de la concesión minera no metálica “Paraíso de Arena Ocucaje III y IV”, ubicado a 48 Km. de la ciudad de Ica, en el distrito de Ocucaje, provincia y departamento de Ica, a una altura promedio de 420 m.s.n.m. y fueron brindadas por el Ing. Luis Suárez Cañedo (FIGURA 12).



FIGURA 12
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE TIERRA DE
DIATOMEAS

Así mismo, se otorgaron las condiciones necesarias a las muestras recolectadas para poder ser aplicadas como tratamientos (FIGURA 13).



FIGURA 13
MOLIENDA Y CERNIDO DE TIERRA DE DIATOMEAS

C. Proceso Experimental

Se usaron 15 bolsas de papel, las cuales se llenaron con 500 g. de granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*). El tamaño de la muestra se seleccionó acorde a la prueba y tomando de base otras similares. Al tratarse de granos, no podía aplicársele la fórmula para determinar el tamaño de muestra y en este caso, teniendo aproximadamente 390 granos en cada 500 g. se estableció ser una muestra representativa, tomando en cuenta que se decidió establecer repeticiones por tratamiento. Por otra parte, la variedad de maíz elegido fue a causa de la abundancia de ataque hacia este, incluso siendo de estructura dura.

A cada 500 g. de maíz se le agregó una dosis de Tierra de diatomeas como tratamiento, estas fueron: 2.5 g. (0.5%), 3.5 g. (0.7%), 5 g. (1%) y 7.5 g. (1.5%), además de 500 g. de granos de maíz sin ninguna mezcla como testigo blanco. A cada bolsa se le añadieron 15 Gorgojos del Maíz (*Sitophilus zeamais*). Los tratamientos tuvieron tres repeticiones (15 unidades experimentales). Esto se hizo el 28 de agosto del 2015, durante las 10:00am y las 2:00pm (FIGURA 14 – FIGURA 16).



FIGURA 14

PESAJE DE LAS DOSIS DE TIERRA DE DIATOMEAS



FIGURA 15
DOSIS DE TIERRA DE DIATOMEAS PARA CADA TRATAMIENTO



FIGURA 16
PREPARACIÓN DE 15 UNIDADES EXPERIMENTALES

Ya que cada tratamiento resultó con tres repeticiones, se colocaron en cajas y se almacenaron en una habitación para darles las condiciones necesarias, resultando así cinco cajas con tres repeticiones de cada tratamiento (FIGURA 17).



FIGURA 17
LOS TRATAMIENTOS Y SUS REPETICIONES

Los monitoreos se llevaron a cabo a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación; en cada uno se removió el contenido de las bolsas, vaciando los granos de cada una de ellas y exponiéndolos al sol. Se consideraron insectos muertos aquellos que permanecieron totalmente inmóviles y que al tocarlos no mostraron ninguna respuesta; también se registró el número de insectos vivos.

Mortalidad a los 7 días después de la aplicación (7dda)

En primer lugar, es de relevancia, puntuar que aparecieron algunos insectos más de los que al inicio de la aplicación se le agregaron (15 ejemplares) y esto, a causa de que muy seguramente, algunas de las bolsas desde un inicio contuvieron maíces que en su interior traían a los *S. zeamais*, lo que nos lleva a una pequeña variación en cuanto a su porcentaje total con respecto a cada una de sus repeticiones, por lo tanto, tomaremos estas nuevas cuentas como el 100% de cada uno.

De acuerdo a los datos de *S. zeamais* muertos a los 7dda (TABLA 2), se encontró una diferencia pequeña entre los tratamientos con Tierra de diatomeas mientras que con respecto al testigo blanco fue mayor.

Sin embargo, el tratamiento 2 (dosis de 3.5 g./500 g.) mostró la mayor mortalidad, con 4 gorgojos del maíz muertos en su primera repetición mientras que las dos siguientes fueron de 2 y 4, respectivamente. Aun así, no tuvo diferencia significativa respecto a los demás tratamientos.

También se presentó la muerte de un Gorgojo del maíz en la segunda repetición del testigo blanco, asociado al ciclo vital o sobrevivencia del insecto, a lo cual consideramos como una alteración circunstancial del trabajo experimental.

TABLA 2

Coleópteros Tratamientos	<i>S. zeamais</i> vivos	<i>S. zeamais</i> muertos	Total de <i>S.</i> <i>zeamais</i>
TESTIGO			
Testigo ₁	18	0	18
Testigo ₂	17	1	18
Testigo ₃	21	0	21
0.5% TD			
0.5% TD ₁	12	3	15
0.5% TD ₂	15	2	17
0.5% TD ₃	15	0	15
0.7% TD			
0.7% TD ₁	14	4	18
0.7% TD ₂	20	2	22
0.7% TD ₃	12	4	16
1% TD			
1% TD ₁	13	4	17
1% TD ₂	17	2	19
1% TD ₃	13	2	15
1.5% TD			
1.5% TD ₁	12	3	15
1.5% TD ₂	11	4	15
1.5% TD ₃	13	2	15
Total de <i>S. zeamais</i>	223	33	256

CONTEO DE *S. ZEAMAI*S MUERTOS A LOS 7DDA

Es así que con los datos del conteo realizado durante el primer monitoreo, se obtuvieron los siguientes porcentajes de *S. zeamais* muertos (TABLA 3).

Cabe resaltar que por ser el primer monitoreo, aún no se aplica la fórmula del Porcentaje de Mortalidad Corregido o Fórmula de Schneider – Orelli, ya que esta se aplicará a la corrección del resultado final, resultado que se obtendrá luego de efectuarse el cuarto y último monitoreo; sin embargo estos son los resultados de sus equivalentes en porcentaje, según los datos de la tabla anterior (TABLA 2).

TABLA 3

Coleópteros	Porcentaje de <i>S. zeamaís</i> muertos
Tratamientos	
TESTIGO	
Testigo ₁	0,00
Testigo ₂	5,56
Testigo ₃	0,00
0.5% TD	
0.5% TD ₁	20,00
0.5% TD ₂	11,76
0.5% TD ₃	0,00
0.7% TD	
0.7% TD ₁	22,22
0.7% TD ₂	9,09
0.7% TD ₃	25,00
1% TD	
1% TD ₁	23,53
1% TD ₂	10,53
1% TD ₃	13,33
1.5% TD	
1.5% TD ₁	20,00
1.5% TD ₂	26,67
1.5% TD ₃	13,33

**PORCENTAJE DE *S. ZEAMAIS* MUERTOS A LOS
7DDA**

El primer monitoreo se llevó a cabo el día 04 de septiembre en un rango de tiempo entre las 10:00am y las 2:00pm, culminando con las evidencias y resultados que aquí se plasman (FIGURA 18).

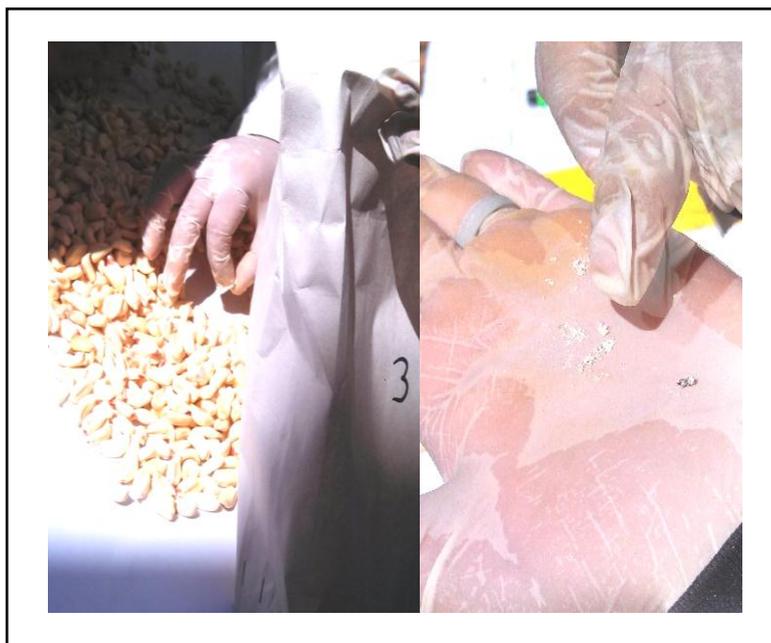


FIGURA 18
REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES CON
TRATAMIENTO 0.7%TD A LOS 7DDA

Mortalidad a los 14 días después de la aplicación (14dda)

Los datos de mortalidad de *S. zeamais*, 14 días después de que se puso en marcha el tratamiento, arrojaron que entre los tratamientos con Tierra de diatomeas existe una diferencia mínima entre sí, sin embargo existe una diferencia marcada con respecto al testigo blanco.

El tratamiento 2 (dosis de 3.5 g./500 g.) volvió a ubicarse en el primer lugar con la mayor cantidad de gorgojos del maíz muertos, con un equivalente a 4 en su primera repetición mientras que en las dos siguientes se obtuvo 2 y 3 gorgojos del maíz muertos, respectivamente, superando tan sólo por 2 al tratamiento 4 o al 1.5% de Tierra de diatomeas (dosis de 7.5 g./500 g.).

Por otra parte, ocurrió la muerte de un Gorgojo del maíz, pero esta vez en la tercera repetición del testigo blanco, asociado al ciclo vital o sobrevivencia del insecto. Tal como ocurrió en el primer monitoreo.

En la siguiente tabla podemos apreciar los datos que se obtuvieron durante este monitoreo (TABLA 4).

TABLA 4

Coleópteros Tratamientos	<i>S. zeamais</i> vivos	<i>S. zeamais</i> muertos	Total de <i>S.</i> <i>zeamais</i>
TESTIGO			
Testigo ₁	18	0	18
Testigo ₂	17	0	17
Testigo ₃	20	1	21
0.5% TD			
0.5% TD ₁	9	3	12
0.5% TD ₂	14	1	15
0.5% TD ₃	14	1	15
0.7% TD			
0.7% TD ₁	10	4	14
0.7% TD ₂	18	2	20
0.7% TD ₃	9	3	12
1% TD			
1% TD ₁	10	3	13
1% TD ₂	15	2	17
1% TD ₃	12	1	13
1.5% TD			
1.5% TD ₁	11	1	12
1.5% TD ₂	9	2	11
1.5% TD ₃	9	4	13
Total de <i>S. zeamais</i>	195	28	223

CONTEO DE *S. ZEAM AIS* MUERTOS A LOS 14DDA

En la tabla presentada anteriormente (TABLA 4) podemos indentificar cuáles fueron los datos del conteo de *S. zeamais* muertos realizado durante este segundo monitoreo, estos fueron llevados a sus equivalentes en porcentaje, los mismos que podemos apreciar en la tabla a continuación (TABLA 5).

TABLA 5

Coleópteros Tratamientos	Porcentaje de <i>S. zeamais</i> muertos
TESTIGO	
Testigo ₁	0,00
Testigo ₂	0,00
Testigo ₃	4,76
0.5% TD	
0.5% TD ₁	25,00
0.5% TD ₂	6,67
0.5% TD ₃	6,67
0.7% TD	
0.7% TD ₁	28,57
0.7% TD ₂	10,00
0.7% TD ₃	25,00
1% TD	
1% TD ₁	23,08
1% TD ₂	11,76
1% TD ₃	7,69
1.5% TD	
1.5% TD ₁	8,33
1.5% TD ₂	18,18
1.5% TD ₃	30,77

**PORCENTAJE DE *S. ZEAMAIS* MUERTOS A LOS
14DDA**

El segundo monitoreo se dio el día 11 de septiembre en un rango de tiempo entre las 10:00am y las 2:00pm, culminando con los resultados descritos previamente.

Además, a continuación podemos apreciar el modo en que se hizo el segundo monitoreo y la revisión de las 15 unidades experimentales, en este caso considerando de ejemplo la primera repetición del testigo blanco o también denominado como tratamiento 0 (FIGURA 19).



FIGURA 19
REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES DEL
TESTIGO BLANCO A LOS 14DDA

Mortalidad a los 21 días después de la aplicación (21dda)

Para el tercer monitoreo, a los 21 después de aplicado el tratamiento, los datos de *S. zeamais* muertos que se obtuvieron manifestaron que el tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad esta vez fue el tratamiento 3 (dosis de 5g/500g), resultando con una pequeña diferencia con respecto al tratamiento que en los dos monitores anteriores resultó en el primer lugar, el tratamiento 2 (dosis de 3.5 g./500g.). El mayor tuvo un total de 11 gorgojos del maíz muertos y el siguiente tuvo sólo dos menos.

Ahora, con respecto al testigo blanco y sus repeticiones, sí hubo una diferencia considerable entre estos y aquellos tratamientos con dosis de Tierra de diatomeas.

También se dio la muerte de dos gorgojos del maíz esta vez en la primera y segunda repetición del testigo blanco, asociamos este hecho al ciclo vital o sobrevivencia del insecto.

En la siguiente tabla podemos apreciar los datos que se obtuvieron durante este monitoreo (TABLA 6).

TABLA 6

Coleópteros Tratamientos	<i>S. zeamais</i> vivos	<i>S. zeamais</i> muertos	Total de <i>S.</i> <i>zeamais</i>
TESTIGO			
Testigo ₁	17	1	18
Testigo ₂	16	1	17
Testigo ₃	20	0	20
0.5% TD			
0.5% TD ₁	7	2	9
0.5% TD ₂	8	3	11
0.5% TD ₃	11	3	14
0.7% TD			
0.7% TD ₁	8	3	11
0.7% TD ₂	14	4	18
0.7% TD ₃	7	2	9
1% TD			
1% TD ₁	7	3	10
1% TD ₂	11	4	15
1% TD ₃	10	4	14
1.5% TD			
1.5% TD ₁	9	2	11
1.5% TD ₂	7	2	9
1.5% TD ₃	5	4	9
Total de <i>S. zeamais</i>	157	38	195

CONTEO DE *S. ZEAMAI*S MUERTOS A LOS 21DDA

Mientras tanto, con los datos que se obtuvieron durante el tercer monitoreo acerca del conteo de *S. zeamais* muertos y que se encuentran plasmados anteriormente (TABLA 6) se obtuvieron a su vez sus equivalentes en porcentaje, cantidades que se muestran a continuación (TABLA 7).

TABLA 7

Coleópteros Tratamientos	Porcentaje de <i>S. zeamais</i> muertos
TESTIGO	
Testigo ₁	5,56
Testigo ₂	5,88
Testigo ₃	0,00
0.5% TD	
0.5% TD ₁	22,22
0.5% TD ₂	27,27
0.5% TD ₃	21,43
0.7% TD	
0.7% TD ₁	27,27
0.7% TD ₂	22,22
0.7% TD ₃	22,22
1% TD	
1% TD ₁	30,00
1% TD ₂	26,67
1% TD ₃	28,57
1.5% TD	
1.5% TD ₁	18,18
1.5% TD ₂	22,22
1.5% TD ₃	44,44

**PORCENTAJE DE *S. ZEAMAIS* MUERTOS A LOS
21DDA**

El segundo monitoreo se dio el día 18 de septiembre en un rango de tiempo entre las 10:00am y las 2:00pm, culminando con los resultados descritos previamente.

Para verificar el modo en que se realizó este tercer monitoreo, se puede apreciar en la figura a continuación la realización del conteo a la unidad experimental perteneciente al tratamiento con Tierra de diatomeas al 0.5% equivalente a 2.5 g. de la misma (FIGURA 20).



FIGURA 20
REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES CON
TRATAMIENTO 0.5%TD A LOS 21DDA

Mortalidad a los 28 días después de la aplicación (28dda)

Los datos de *S. zeamais* muertos resultantes durante el cuarto y último monitoreo, 28 días después de la aplicación, arrojaron que el tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad esta vez fue el tratamiento 3 (dosis de 5 g./500 g.), con un total de 17 gorgojos del maíz muertos, este muestra una diferencia significativa con respecto del testigo blanco que por problemas asociados al ciclo vital o sobrevivencia del insecto, tuvo un resultante de 4 gorgojos del maíz muertos.

Por otro lado, los demás tratamientos en los que se utilizó Tierra de diatomeas muestran un buen porcentaje de mortalidad entre sí, con una diferencia mínima uno del otro.

En la siguiente tabla podemos apreciar los datos que se obtuvieron durante este último monitoreo (TABLA 8).

TABLA 8

Coleópteros Tratamientos	<i>S. zeamais</i> vivos	<i>S. zeamais</i> muertos	Total de <i>S.</i> <i>zeamais</i>
TESTIGO			
Testigo ₁	15	2	17
Testigo ₂	15	1	16
Testigo ₃	19	1	20
0.5% TD			
0.5% TD ₁	3	4	7
0.5% TD ₂	5	3	8
0.5% TD ₃	9	2	11
0.7% TD			
0.7% TD ₁	4	4	8
0.7% TD ₂	9	5	14
0.7% TD ₃	5	2	7
1% TD			
1% TD ₁	4	5	9
1% TD ₂	4	7	11
1% TD ₃	5	5	10
1.5% TD			
1.5% TD ₁	3	5	8
1.5% TD ₂	3	4	7
1.5% TD ₃	3	3	6
Total de <i>S. zeamais</i>	106	53	159

CONTEO DE *S. ZEAMAI*S MUERTOS A LOS 28DDA

En la anterior tabla (TABLA 8) se pueden verificar cuáles fueron los resultados del conteo que se llevó a cabo durante este cuarto y último monitoreo, datos que se tomaron para poder establecer cuáles fueron sus equivalentes en porcentaje, todo ello puede apreciarse en la siguiente tabla presentada (TABLA 9).

TABLA 9

Coleópteros Tratamientos	Porcentaje de <i>S. zeamais</i> muertos
TESTIGO	
Testigo ₁	11,76
Testigo ₂	6,25
Testigo ₃	5,00
0.5% TD	
0.5% TD ₁	57,14
0.5% TD ₂	37,50
0.5% TD ₃	18,18
0.7% TD	
0.7% TD ₁	50,00
0.7% TD ₂	35,71
0.7% TD ₃	28,57
1% TD	
1% TD ₁	55,56
1% TD ₂	63,64
1% TD ₃	50,00
1.5% TD	
1.5% TD ₁	62,50
1.5% TD ₂	57,14
1.5% TD ₃	50,00

**PORCENTAJE DE *S. ZEAMAIS* MUERTOS A LOS
28DDA**

El cuarto y último monitoreo se llevó a cabo el día 25 de septiembre, en un rango de tiempo entre las 10:00am y las 2:00pm, culminando con los resultados descritos anteriormente.

Este monitoreo queda evidenciado en la siguiente figura, donde se muestra la revisión que se hizo a la unidad experimental perteneciente al tratamiento con Tierra de diatomeas al 0.5% o 2,5 g. de la misma (FIGURA 21).



FIGURA 21
REVISIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES
CON TRATAMIENTO 1.5%TD A LOS 28DDA

Por ser este el último monitoreo realizado, a continuación se describen datos de suma importancia antes de aplicar finalmente la fórmula de Porcentaje de Mortalidad corregido.

Los gorgojos del maíz (*S. zeamais*) muertos durante cada uno de los monitoreos presentaron claras características de deshidratación (FIGURA 22), efecto que las dosis de Tierra de diatomeas tuvo sobre ellos, a diferencia de aquellos muertos en el testigo blanco, hecho ocurrido por factores relacionados a su ciclo vital o sobrevivencia.

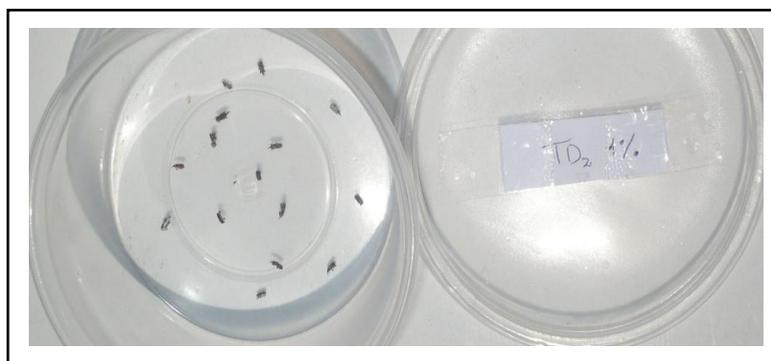


FIGURA 22
S. ZEAMAIIS MUERTOS EN EL
TRATAMIENTO AL 1.0%TD₂

Además, en la siguiente tabla se presentan los totales de insectos vivos y muertos a lo largo de los cuatro monitoreos que se establecieron desde el inicio de la fase experimental del presente proyecto de investigación (TABLA 10).

TABLA 10

Coleópteros Tratamientos	<i>S. zeamais</i> vivos	<i>S. zeamais</i> vivos (%)	<i>S. zeamais</i> muertos	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
TESTIGO				
Testigo 1	18	100	3	16,67
Testigo 2	18	100	3	16,67
Testigo 3	21	100	2	9,52
0.5% TD				
0.5% TD 1	15	100	12	80,00
0.5% TD 2	17	100	9	52,94
0.5% TD 3	15	100	6	40,00
0.7% TD				
0.7% TD 1	18	100	15	83,33
0.7% TD 2	22	100	13	59,09
0.7% TD 3	16	100	11	68,75
1% TD				
1% TD 1	17	100	15	88,24
1% TD 2	19	100	15	78,95
1% TD 3	15	100	12	80,00
1.5% TD				
1.5% TD 1	15	100	11	73,33
1.5% TD 2	15	100	12	80,00
1.5% TD 3	15	100	13	86,67

CONTEO DEL TOTAL DE *S. ZEAMAI*S MUERTOS A LOS 28DDA

En la anterior tabla (TABLA 10) podemos reconocer la diferencia significativa entre el testigo blanco y los tratamientos que poseen ciertas dosis de Tierra de diatomeas, resultando el más alto el porcentaje de mortalidad en la primera repetición del tratamiento 3, con un total de 15 gorgojos del maíz muertos de 17, equivalente al 88,24%.

El menor efecto, por otra parte, lo obtuvo el tratamiento 1 en su segunda repetición, con 9 gorgojos del maíz muertos de 17, equivalente al 52,94% (lo cual, aun así, siendo el menor, sobrepasa al 50% del valor total).

Para aplicar la fórmula del Porcentaje de Mortalidad corregido, es necesario calcular el promedio de las tres repeticiones de cada tratamiento (ANEXO 9).

Finalmente, se aplica la fórmula corregida del Porcentaje de Mortalidad, para darnos los siguientes resultados (TABLA 11).

TABLA 11

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%M)
Testigo	14,29
0.5%TD	50,59
0.7%TD	65,46
1.0%TD	79,46
1.5%TD	76,67

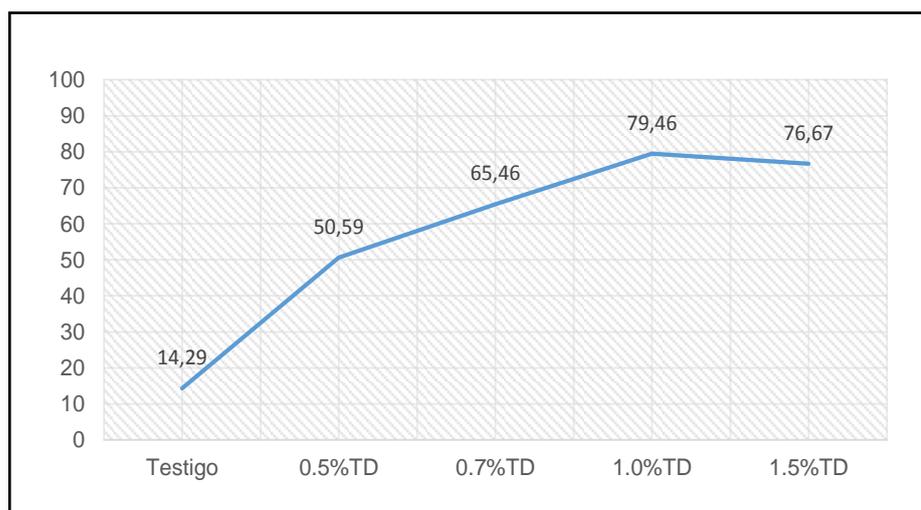
**PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE
*S. ZEAM AIS***

Concluimos que los tratamientos con Tierra de diatomeas tienen una diferencia significativa con respecto al testigo blanco (tratamiento 0), el cual se quedó muy atrás con un porcentaje de mortalidad equivalente a 14,29%. Así pues, el tratamiento más efectivo resultó ser el tratamiento 3, 1.0%TD, el cual alcanzó a matar a un 79,46% de la población de gorgojos del maíz (*S. zeamais*) a la que se puso a prueba, como se evidencia también, en el gráfico estadístico, siendo el pico más alto de la recta resultante (GRÁFICO 1).

Es importante recalcar que todos los tratamientos en los que se utilizó la Tierra de diatomeas para proteger a los granos de maíz del insecto plaga, superaron el 50% como resultado final.

De esta manera, queda convalidada la primera hipótesis específica, descartada la primera hipótesis nula, comprobado el primer objetivo específico y solucionado el primer problema específico.

GRÁFICO 1



**PORCENTAJE DE MORTALIDAD
DE *S. ZEAM AIS* (%)**

Es importante recalcar que todos los tratamientos en los que se utilizó la Tierra de diatomeas para proteger a los granos de maíz del insecto plaga, superaron el 50% como resultado final.

De esta manera, queda convalidada la primera hipótesis específica, descartada la primera hipótesis nula, comprobado el primer objetivo específico y solucionado el primer problema específico.

4.1.2. Contrastación de la Hipótesis Dos (2HE)

2HE: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

2H₀: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas no influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

A. Fundamentación Teórica

Es bien conocido que los granos pueden ser utilizados tanto como semillas como de alimento.

Cuando se realizó la prueba de germinación los granos pertenecientes a aquellos tratamientos a los que se les agregó la Tierra de diatomeas se

pudo notar que esta última ejerce una influencia sobre ellos debido a su propia composición química, dentro de la cual se incluyen una serie de micronutrientes beneficiosos para ellos, mientras que los granos pertenecientes al Testigo Blanco o tratamiento 0, a causa de la ausencia de un método de control frente a los gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) se vieron afectados en cuanto a su viabilidad como semilla.

B. Materiales y métodos

Localización del Experimento. La realización de la fase experimental para la convalidación de la segunda hipótesis del presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el lugar de estancia de la tesista, ubicado en Malecón La Achirana Mz. G-2B, Parcona – Ica, Perú.

Materiales. Se tomaron de manera aleatoria dos granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*) de las tres repeticiones de cada uno de los tratamientos que se utilizaron durante la fase experimental para la convalidación de la primera hipótesis específica (FIGURA 23).

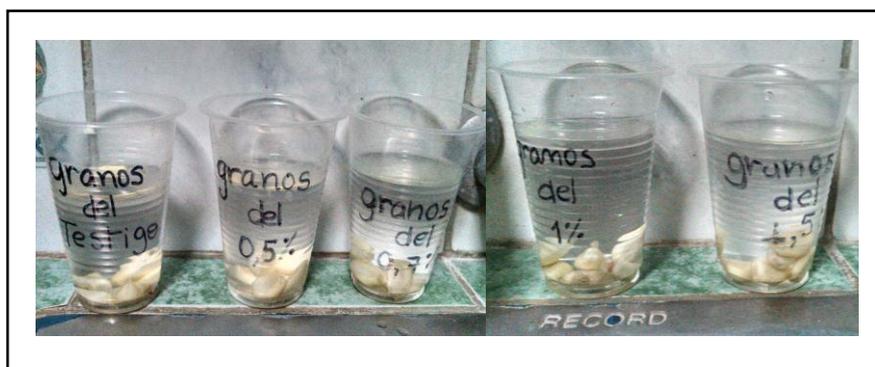


FIGURA 23

REMOJO DE GRANOS DE MAÍZ POR 48 HORAS

También se utilizaron cinco placas Petri, cinco papeles filtro, algodón, un aplicador de agua y un rotulador (FIGURA 24).



FIGURA 24

MATERIALES PARA LA PRUEBA DE GERMINACIÓN

C. Proceso Experimental

Para la convalidación de la segunda hipótesis específica del experimento, se utilizaron cinco placas Petri, las cuales se acondicionaron con un papel filtro humedecido para depositar dos granos de maíz de las 3 repeticiones de cada tratamiento (resultando 6 granos para 5 placas Petri, ya que fueron 5 los tratamientos). A cada placa Petri, además, se le agregó moderada cantidad de algodón así como una humedad de aproximadamente 30% para empezar con la prueba de germinación. La temperatura utilizada fue la temperatura ambiente y todas las placas Petri se mantuvieron bajo sombra.

Previo al inicio de la prueba de germinación, el 25 de septiembre (28dda, día del último monitoreo para evaluar el Porcentaje de mortalidad) se seleccionaron los granos de cada repetición de los 5 tratamientos para ponerlos a remojar durante 48 horas.

Pasadas las 48 horas, el día 27 de septiembre del 2015, se realizó el proceso de adecuación para llevar a cabo la prueba de germinación que nos permita conocer el porcentaje de germinación resultante de cada uno de los tratamientos.

A continuación se pueden apreciar imágenes del proceso realizado (FIGURA 25 – FIGURA 27).



FIGURA 25

ZEA MAYS VAR. SACCHARATA PARA PRUEBA GERMINACIÓN

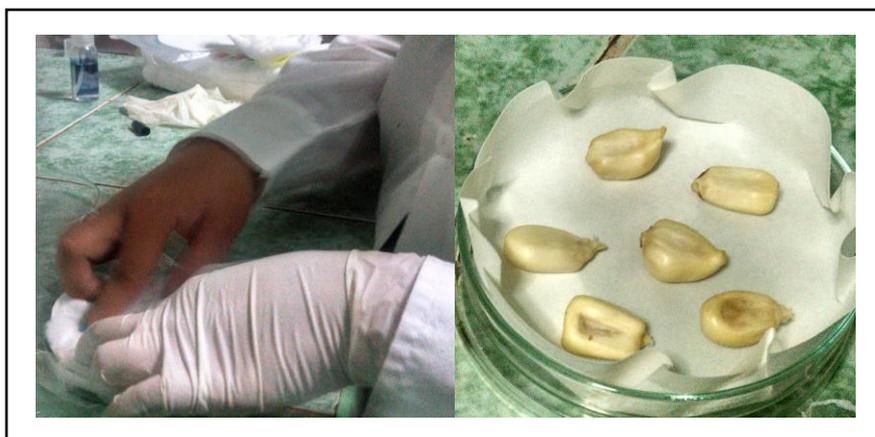


FIGURA 26

ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN PLACAS



FIGURA 27

MUESTRAS DE GRANOS PARA LA PRUEBA DE GERMINACIÓN

Porcentaje de Germinación luego de 5 días del inicio de la prueba

El día 02 de octubre del 2015, después de los 5 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se obtuvo (TABLA 12):

TABLA 12

	Germinación	Características
Testigo	2	Una semilla posee una pequeña raíz y otra posee una raíz de tamaño medio.
0.5%TD	4	Una semilla se encuentra bien pronunciada con 3 ramificaciones de tamaño medio y 1 de tamaño pequeño; una semilla tiene 2 ramificaciones medianas; otra se caracteriza con 2 pequeñas y 1 mediana mientras que una tiene 1 pequeña.
0.7%TD	6	Una semilla cuenta con 4 ramificaciones bien pequeñas; otra con 2 muy pequeñas; otra semilla tiene 5 ramificaciones medianas y 2 pequeñas; la siguiente tiene 2 medianas y 1 pequeña; otra semilla tiene 2 pequeñas ramificaciones y 1 mediana mientras que la última posee 1 mediana y 1 pequeña.
1.0%TD	5	Una semilla tiene 3 pequeñas ramificaciones; una tiene una ramificación medianamente grande; otra posee 5 pequeñas; otra sólo 1 pequeña y otra posee 2 ramificaciones pequeñas y 1 muy pequeña.
1.5%TD	4	Tiene una semilla con 1 ramificación mediana; otra con 3 pequeñas y 2 medianas; una semilla con 1 mediana y 1 pequeña ramificación y otra con 2 medianas y 5 pequeñas.

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (5 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

A continuación, se muestra la placa Petri conteniendo los granos correspondientes al tratamiento 0.7%TD (FIGURA 28).



FIGURA 28
GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.7%TD Y SUS
REPETICIONES (5 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

Porcentaje de Germinación luego de 6 días del inicio de la prueba

El día 03 de octubre del 2015, después de los 6 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se encontraron los siguientes resultados (TABLA 13):

TABLA 13

	Germinación	Características
Testigo	2	Las características no variaron con respecto al primer monitoreo.
0.5%TD	4	Una semilla se encuentra bien pronunciada con 3 ramificaciones de tamaño medio y 3 de tamaño pequeño; una semilla tiene 3 ramificaciones medianas; otra se caracteriza con 4 pequeñas y 1 mediana mientras que una tiene 1 pequeña que empieza a crecer.
0.7%TD	6	Una de las semillas posee 2 ramificaciones pequeñas y 2 medianas; otra tiene una de tamaño pequeño y 1 mediana que empieza a crecer con respecto al día anterior; una semilla posee 2 ramificaciones medianas, 1 mediana tendiendo a pequeña y 1 mediana que empieza a crecer; otra tiene 2 pequeñas; otra semilla tiene 2 ramificaciones pequeñas y 1 un poco más grande; la semilla restante tiene 5 ramificaciones medianas un poco más grandes respecto al día anterior así como 1 mediana y 1 pequeña.
1.0%TD	5	Una semilla tiene 3 ramificaciones medianas; otra tiene 1 mediana-pequeña y 3 pequeñas; la siguiente semilla tiene 1 ramificación más grande; otra tiene 1 pequeña y 2 medianas que van aumentando poco a poco; la última semilla tiene 2 ramificaciones pequeñas, 2 mediana-pequeñas y 2 medianas más grandes.
1.5%TD	4	Tiene una semilla con 2 ramificaciones tamaño medio y 1 pequeña; otra con 1 de tamaño mediano; otra semilla tiene 1 medianamente grande, 1 mediana, 2 medianas pequeñas y 1 pequeña; la semilla que resta tiene 4 ramificaciones medianas tendiendo a grandes, 2 medianas más pequeñas y 1 bien pequeña.

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (6 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

En la siguiente imagen se pueden apreciar los granos correspondientes al tratamiento 1.0%TD puestos a prueba de germinación (FIGURA 29).



FIGURA 29
GRANOS DEL TRATAMIENTO 1.0%TD Y SUS
REPETICIONES (6 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

Porcentaje de Germinación luego de 7 días del inicio de la prueba

El día 04 de octubre del 2015, después de los 7 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se encontraron los siguientes resultados (TABLA 14):

TABLA 14

	Germinación	Características
Testigo	2	Las características no variaron con respecto al monitoreo previo.
0.5%TD	4	Una semilla posee 1 ramificación mediana; otra tiene 4 pequeñas tendiendo a medianas y 2 medianas que empiezan a crecer; otra tiene una ramificación pequeña y otra mediana; una semilla tiene 2 medianas y 1 mediana más pequeña; la semilla que queda tiene 3 ramificaciones de tamaño medio que empiezan a crecer.
0.7%TD	6	Tiene una semilla con 1 ramificación pequeña y 1 mediana; otra con 2 pequeñas que se hacen más grande poco a poco, 1 mediana y 1 un poco más grande que la anterior; una tiene 1 mediana y 1 pequeña, ambas crecieron; otra semilla tiene 2 medianas un poco más grandes así como 1 pequeña que también empieza a crecer; otra tiene 1 pequeña y 1 un poco más grande que esta; la semilla que queda tiene 2 pequeñas, 1 pequeña un poco más grande y 1 mediana que también creció.
1.0%TD	5	Una tiene 3 ramificaciones medianas, 1 pequeño-mediana y 1 pequeña que crece levemente; otra tiene 2 medianas y 1 pequeño que levemente crece; otra tiene 2 pequeñas y 1 pequeña un poco más grande que esas; otra semilla tiene 2 ramificaciones pequeñas y 1 mediana; la que queda tiene una ramificación un poco más grande.
1.5%TD	6	Tiene una semilla con 2 ramificaciones tamaño medio y 1 pequeña; otra con 1 de tamaño mediano; otra semilla tiene 1 grande-mediana, 1 mediana más grande y 1 mediana más pequeña; otra semilla tiene 2 medianas, 1 pequeña y 3 medianas más pequeñas que las anteriores; otra tiene 1 mediana y la semilla restante tiene 3 medianas que han crecido, 1 grande, 1 pequeña que empieza a crecer y 1 más pequeña que esa.

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (7 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

A continuación, se muestran los granos del tratamiento 1.5%TD que se seleccionaron para la prueba de germinación (FIGURA 30).

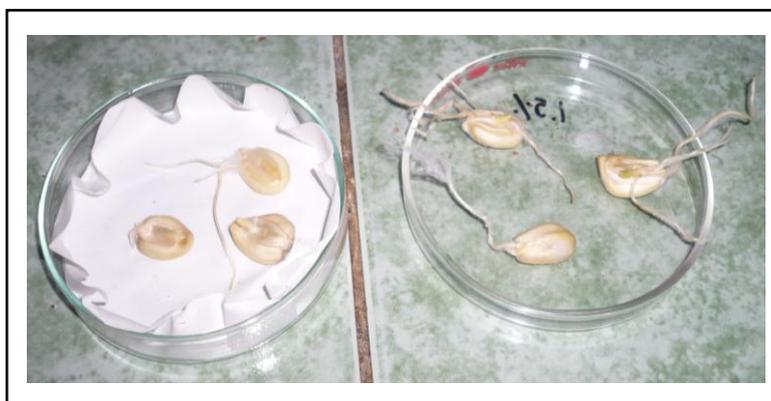


FIGURA 30

GRANOS DEL TRATAMIENTO 1.5%TD Y SUS REPETICIONES (7 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

Porcentaje de Germinación luego de 8 días del inicio de la prueba

El día 05 de octubre del 2015, después de los 8 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se encontraron los siguientes resultados (TABLA 15):

TABLA 15

	Germinación	Características
Testigo	2	De una de las semillas, la ramificación ha empezado a crecer y de la otra de igual manera pero con menor magnitud.
0.5%TD	5	Una semilla posee 1 ramificación pequeña que empieza a crecer y 1 mediana; otra semilla tiene 1 mediana que ha crecido; otra semilla tiene 2 medianas que igualmente han crecido y 1 mediana como se encontraba el día anterior, también tiene 3 ramificaciones pequeñas; otra semilla tiene una ramificación bien pequeña; la restante tiene una mediana que crece, 2 pequeñas con tendencia a crecimiento y 1 más pequeña que estas.
0.7%TD	6	En una semilla se presentan 2 ramificaciones pequeñas, 1 mediana más grande que la otra mediana que posee; otra tiene 2 pequeñas, 1 mediana con tendencia a grande y 1 mediana; la siguiente tiene 2 ramificaciones bien pequeñas; una semilla tiene 1 pequeña ramificación y otra un poco más grande; otra semilla tiene 1 pequeña y 1 mediana que han crecido; la siguiente tiene 2 pequeñas, una más grande que la otra; la que queda tiene 4 ramificaciones medianas y 1 un poco más grande.
1.0%TD	5	Una de las semillas tiene 2 ramificaciones medianas y 1 pequeña que crece; otra tiene 3 medianas y 2 pequeñas; la siguiente tiene 1 mediana con tendencia a grande; la otra tiene 2 medianas y 1 pequeña que crecieron; la que resta tiene 2 bien pequeñas y 1 un poco más grande que esas.
1.5%TD	6	La primera semilla tiene 2 ramificaciones bien pequeñas; la otra tiene 1 grande-mediana, 1 mediana y 1 pequeña con tendencia a crecimiento; otra tiene 1 apenas creciendo; otra tiene 3 medianas que empiezan a crecer, 1 no tan grande y 1 pequeña; la semilla siguiente tiene una ramificación mediana y la que resta tiene 4 medianas con tendencia a haber crecido, 2 medianas más pequeñas y 2 bien pequeñas.

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (8 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

A continuación, se muestran los granos seleccionados para la prueba que fueron obtenidos al azar del tratamiento 0.5%TD (FIGURA 31).

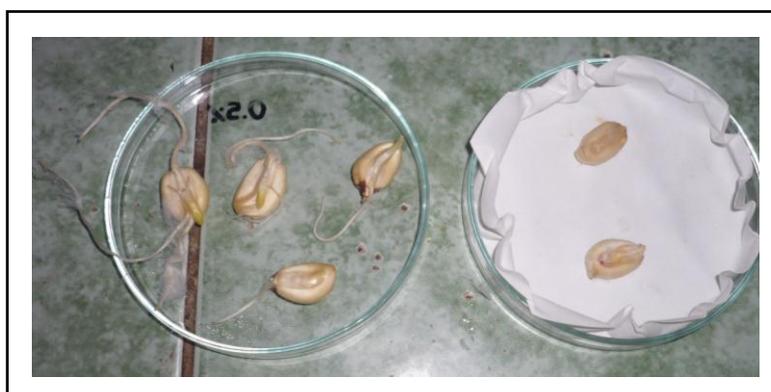


FIGURA 31
GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.5%TD Y SUS
REPETICIONES (8 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

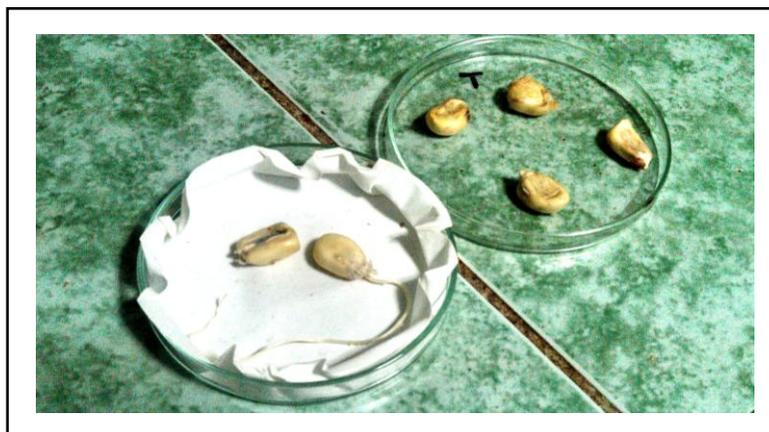
Porcentaje de Germinación luego de 9 días del inicio de la prueba.- El día 06 de octubre del 2015, después de los 9 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se encontraron los siguientes resultados (TABLA 16):

TABLA 16

	Germinación	Características
Testigo	2	Ambas semillas continúan en un proceso de crecimiento un tanto lento.
0.5%TD	5	Una semilla cuenta con 1 ramificación pequeña; otra con 1 pequeña que sigue creciendo y 1 mediana; otra semilla con 1 mediana; la que sigue tiene 2 ramificaciones medianas que tienden a crecer, 1 mediana, 1 pequeña y 2 más pequeñas que esta; la restante tiene 3 ramificaciones pequeñas que crecen de a poco, 1 más pequeña y 1 mediana.
0.7%TD	6	Una tiene 1 pequeña y 1 un poco más grande (ramificaciones); otra semilla tiene 2 pequeñas, 1 un poco más grande que las anteriores y 1 medio-grande; la siguiente tiene 2 ramificaciones pequeñas, una de ellas empieza a crecer; otra semilla tiene 1 pequeña y 1 ramificación medio-grande; otra tiene 2 pequeñas que empiezan a crecer y 2 medianas que tienden a lo mismo; la que resta tiene 6 medianas que empiezan a crecer y 1 pequeña que hace lo mismo.
1.0%TD	5	Tiene una semilla con ramificación grande; otra con 4 medianas y 1 pequeña que ha crecido; la siguiente tiene 2 pequeñas y 1 un poco más grande que estas; la otra semilla siguiente tiene 2 ramificaciones medianas que siguen creciendo y 1 pequeña; la semilla restante tiene 2 medianas no tan pronunciadas y 1 mediana que es lo opuesto a ellas.
1.5%TD	6	Dos semillas poseen 1 ramificación apenas pronunciada; otra semilla presenta 1 ramificación pequeña que sigue creciendo, 2 medianas, una más grande que la otra; una tiene 5 ramificaciones medianas que tienden a crecer, 1 pequeña con las mismas condiciones y 1 mediana; otra semilla tiene 1 mediana y 1 grande; la restante tiene 2 pequeñas y 2 medianas que han crecido así como 1 grande.

**CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS
(9 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)**

A continuación se muestran los granos correspondientes al testigo blanco colocados a prueba de germinación (FIGURA 32).



**FIGURA 32
GRANOS DEL TESTIGO BLANCO Y SUS
REPETICIONES (9 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)**

Porcentaje de Germinación luego de 10 días del inicio de la prueba

El día 07 de octubre del 2015, después de los 10 días del inicio de la prueba, durante las 11:30pm y las 12:00am se encontraron los resultados descritos en la siguiente tabla (TABLA 17).

TABLA 17

	Germinación	Características (medidas de sus ramificaciones más largas)
Testigo	2	Culminó con dos semillas que germinaron: 1. Una de raíz grande, con 12.5 cm. 2. Una apenas germinó.
0.5%TD	5	Culminó con cinco semillas que germinaron: 1. Una sólo germinó. 2. Una de raíz pequeña, con 3.4 cm. 3. Una de raíz pequeña, con 4.4 cm y raíz más pequeña que esa. 4. Una de raíz mediana, con 8.1 cm y además con otras 3 raíces medianas y 2 pequeñas. 5. Una con raíz medio-pequeña, con 6.8 cm y con 1 mediana y 3 pequeñas.
0.7%TD	6	Culminó con seis semillas que germinaron: 1. Una sólo germinó. 2. Una de raíz medio-pequeña, con 6.3 cm y 5 medianas más pequeñas que esta, además de 1 pequeña. 3. Dos raíces pequeñas, la más grande medía 1.6 cm. 4. Una de 2 raíces medianas y 2 pequeñas, la más grande medía 4.5 cm. 5. Una de raíz pequeña y mediana, la cual medía 5.6 cm. 6. Una con raíz pequeña de 4,9 cm y 3 más pequeñas.
1.0%TD	5	Culminó con cinco semillas que germinaron: 1. Una de raíz grande, de 10 cm. 2. Una de raíz pequeña, con 2,5 cm y 4 pequeñas. 3. Una de raíz mediana y 2 pequeñas, la primera medía 2.7 cm. 4. Una con 2 raíces medio-pequeñas, la más grande medía 5,3 cm y 1 pequeña, además. 5. Tres raíces pequeñas, una de ellas de medida 1.9 cm.
1.5%TD	6	Culminó con seis semillas que germinaron: 1. Una sólo germinó. 2. Una sólo germinó. 3. Una de raíz medio-pequeña, de 5.8 cm. 4. Una con 2 raíces medio-pequeñas, una de ellas, la más grande, de 6.6 cm y 1 pequeña. 5. Una de raíz pequeña, 2 medianas y una un poco más grane que estas, de 7.2 cm. 6. Una de 5 raíces medio-pequeñas, una de ellas con medida 5.2 cm, 1 más pequeña que esas y finalmente 4 pequeñas.

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLAS GERMINADAS (10 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

Cabe mencionar que se tomaron solamente las medidas de las ramificaciones más largas resultantes de cada semilla, ya que no se observó gran diferencia en cuanto a las características presentadas durante el monitoreo anterior (TABLA 16) por lo que se describe únicamente ese dato.

A continuación se ven los granos seleccionados para la prueba de germinación del tratamiento 0.7% TD (FIGURA 33).



FIGURA 33
GRANOS DEL TRATAMIENTO 0.7%TD Y SUS
REPETICIONES (10 DÍAS DESPUÉS DEL INICIO)

Finalmente, el resultado del Porcentaje de Germinación fue el siguiente (TABLA 18):

TABLA 18

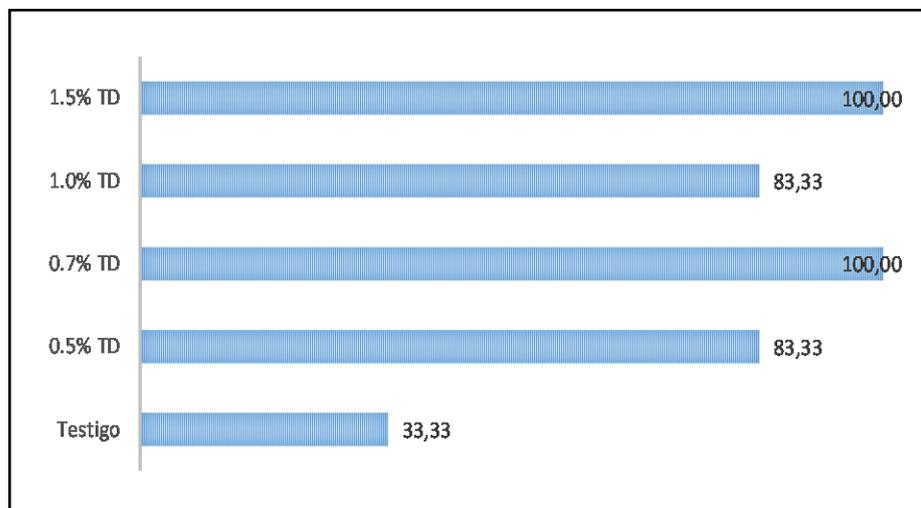
Germinación Granos	Germiación en granos	Total de Granos	Porcentaje de Germinación (%)
TESTIGO			
Testigo ₁	2	6	33,33
Testigo ₂			
Testigo ₃			
0.5% TD			
0.5% TD ₁	5	6	83,33
0.5% TD ₂			
0.5% TD ₃			
0.7% TD			
0.7% TD ₁	6	6	100,00
0.7% TD ₂			
0.7% TD ₃			
1% TD			
1% TD ₁	5	6	83,33
1% TD ₂			
1% TD ₃			
1.5% TD			
1.5% TD ₁	6	6	100,00
1.5% TD ₂			
1.5% TD ₃			

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
DE ZEA MAYS VAR. SACCHARATA

Existe gran diferencia entre las semillas que se pusieron a la prueba de germinación y contaban con una dosis de Tierra de diatomeas respecto a las del testigo blanco, cuyo porcentaje de germinación resultó de 33,33% (debajo del establecido) mientras que las demás resultaron con porcentajes de germinación por sobre 70%, los tratamientos 2 y 4 resultaron con el 83,3% mientras que los tratamientos 3 y 5 resultaron con el 100% de porcentaje de germinación, hecho que manifiesta que al tratar las semillas con este polvo no se ve afectada su germinación.

Finalmente podemos decir que los porcentajes de germinación de las semillas tratadas con las diferentes dosis de Tierra de diatomeas tienen una diferencia significativa con respecto al del testigo blanco debido a que la ausencia de un método de control y la infestación con gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) afectaron la viabilidad de estas. Esto se ve plasmado en el siguiente gráfico estadístico (GRÁFICO 2) en el que se lleva a cabo la comparación oportuna.

GRÁFICO 2



**PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
DE ZEA MAYS VAR. SACCHARATA (%)**

Así queda convalidada la segunda hipótesis específica, descartada la segunda hipótesis nula, comprobado el segundo objetivo específico y solucionado el segundo problema específico.

4.1.3. Contrastación de la Hipótesis Tres (3HE)

3HE: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

3Ho: El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas no influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

A. Fundamentación Teórica

Cuando se llegó al final del experimento, 28 días después de la aplicación, tras infestarse los granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*), se pudieron registrar pérdidas de peso en estos, provocadas por la alimentación de estos gorgojos del maíz (*S. zeamais*), sobretodo en las tres repeticiones del testigo blanco a causa de que la ausencia de un método de control les facilitó la tarea.

Con respecto a los tratamientos en los que se aplicó Tierra de diatomeas, las pérdidas fueron menores, concluyendo que este polvo inerte interfirió con el proceso de alimentación de los insectos mas no con gran significancia sobre los granos.

B. Materiales y métodos

Localización del Experimento. La realización de la fase experimental para la convalidación de la tercera hipótesis del presente proyecto de investigación se llevó a cabo en un mercado local de la ciudad (Mercado Mayorista Santo Domingo de Guzmán), ubicando en Av. Los Maestros y en el laboratorio de la Universidad Alas Peruanas - Filial Ica, ubicado en Urbanización La Angostura B-11 (Parque Industrial).

Materiales. Se utilizaron granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*) sanos, que se obtuvieron de manera aleatoria por medio de compra en un mercado local.

También se utilizaron un par de balanzas para realizar los pesajes correspondientes, la primera pertenece al puesto de venta en donde se

realizó la respectiva compra de los granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*) y es con la que se hizo el primer pesaje mientras que la segunda pertenece a la Universidad Alas Peruanas – Filial Ica, en donde se llevó el segundo y último pesaje.

C. Proceso Experimental

Para la convalidación de la tercera hipótesis específica del experimento se realizó el siguiente proceso:

Pesaje al inicio de la prueba

El día 28 de agosto del 2015, cuando se efectuó la compra de los granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*), se realizó y registró el primer pesaje. Se pesaron 7,5 Kg. los cuales se dividieron en 15 bolsas que contenían 500 g. cada una (FIGURA 34).



FIGURA 34
PRIMER PESAJE DE
ZEA MAYS VAR. SACCHARATA

Por ser un número que no varió, el primer pesaje se registró como único dato incluido en la tabla de datos después del segundo pesaje (al final del experimento que se llevó a cabo para la convalidación de la primera hipótesis específica).

Pesaje al final de la prueba

Luego del primer pesaje y la aplicación de los respectivos tratamientos y sus repeticiones (28 días después de la aplicación), se realizó el segundo y último pesaje, el mismo que se llevó a cabo el día 25 de septiembre, una vez finalizado el proceso experimental para la convalidación de la primera hipótesis, en el laboratorio de la Universidad Alas Peruanas - Filial Ica.

Lo que se hizo fue pesar las tres bolsas de los cinco tratamientos utilizando la balanza electrónica del laboratorio, registrado la cifra resultante de las 15 bolsas (FIGURA 35).



FIGURA 35
SEGUNDO PESAJE DE
ZEA MAYS VAR. SACCHARATA

A continuación se ve el resultado del pesaje hecho a la unidad experimental de la tercera repetición del tratamiento 0.7% TD, el que menos perdió peso (FIGURA 36).



FIGURA 36
PESAJE DEL TRATAMIENTO 0.7% TD₃

Una vez registrados los datos de cada pesaje, se hizo las correcciones pertinentes para finalmente obtener los pesos reales y aplicar la fórmula de forma correcta. Se obtuvo lo siguiente (TABLA 19):

TABLA 19

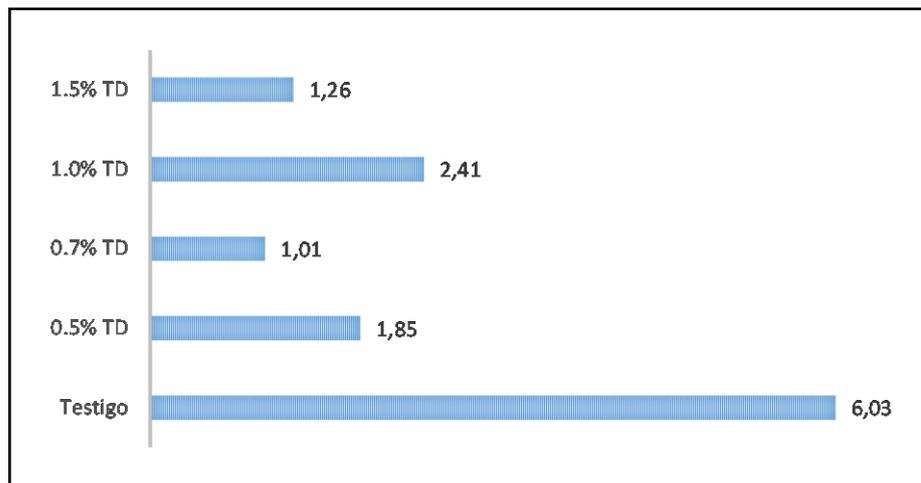
Pesajes Tratamientos	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso de la bolsa (g)	Peso de TD (g)	Peso final corregido (g)	Pérdida de Peso (%)	Promedio de Pérdida de Peso (%)
TESTIGO							
Testigo ₁	500,00	487,60	6,90	0,00	480,70	3,86	6,03
Testigo ₂	500,00	467,40	6,90	0,00	460,50	7,90	
Testigo ₃	500,00	475,20	6,90	0,00	468,30	6,34	
0.5% TD							
0.5% TD ₁	500,00	500,00	6,90	2,50	490,60	1,88	1,85
0.5% TD ₂	500,00	499,00	6,90	2,50	489,60	2,08	
0.5% TD ₃	500,00	501,40	6,90	2,50	492,00	1,60	
0.7% TD							
0.7% TD ₁	500,00	496,80	6,90	3,50	486,40	2,72	1,01
0.7% TD ₂	500,00	509,10	6,90	3,50	498,70	0,26	
0.7% TD ₃	500,00	510,10	6,90	3,50	499,70	0,06	
1% TD							
1% TD ₁	500,00	510,90	6,90	5,00	499,00	0,20	2,41
1% TD ₂	500,00	497,90	6,90	5,00	486,00	2,80	
1% TD ₃	500,00	490,80	6,90	5,00	478,90	4,22	
1.5% TD							
1.5% TD ₁	500,00	500,70	6,90	7,50	486,30	2,74	1,26
1.5% TD ₂	500,00	510,50	6,90	7,50	496,10	0,78	
1.5% TD ₃	500,00	513,10	6,90	7,50	498,70	0,26	

PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DE ZEA MAYS VAR.

Se nota una diferencia marcada entre el testigo blanco y los tratamientos que poseen las dosis de Tierra de diatomeas, en los cuales los menores resultados se presentaron en los tratamientos 2 y 4 con resultados de 1.01 y 1.26% respectivamente, a diferencia del testigo que obtuvo un 6.03%.

Es así que concluimos que, efectivamente, con lo que respecta al tratamiento 0 hubo una mayor pérdida de peso a causa de que los granos de maíz (*Zea mays var. saccharata*) no contaban con ningún tipo de control, lo cual permitió a los gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) alimentarse libremente de ellos, provocando tal resultado. Entre los tratamientos con dosis de Tierra de diatomeas a pesar de que no hubo una pérdida muy relevante y la mayoría están por debajo del 2% (ya que contaban con el control mediante este polvo inerte), como se estableció, hubo un tratamiento que superó por poco tal cifra, el tratamiento con 1.0% TD. En este último caso, ya que ese tratamiento fue el más efectivo en cuanto a la mortalidad de los coleópteros, podemos establecer que la Tierra de diatomeas al adherirse de mejor forma, le hizo perder un poco más de peso aunque no de manera significativa como sucedió en el caso del tratamiento 0. Esto se ve plasmado en el siguiente gráfico estadístico (GRÁFICO 3) en el que se lleva a cabo la comparación oportuna.

GRÁFICO 3



**PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO
DE ZEA MAYS VAR. SACCHARATA (%)**

De este modo, queda convalidada la tercera hipótesis específica, descartada la tercera hipótesis nula, comprobado el tercer objetivo específico y solucionado el tercer problema específico.

La aplicación de Tierra de diatomeas iqueña como control de insectos plaga de granos almacenados de maíz ha arrojado resultados positivos en cuanto a su efectividad, lo cual nos lleva a establecer que puede formar parte de controles ecológicos para evitar el problema ambiental generado por otro tipo de controles (generan resistencia en insectos), así mismo que se nutran las semillas y plantas a las cuales se les agrega y se eviten posibles daños a la salud de la comunidad por ser de naturaleza inocua.

Entre otros de los beneficios para la comunidad se encuentra que el precio de este producto no es elevado (en caso de que tenga valor agregado) alcanzando un precio de \$0.4/Kg. equivalente a S/.1.31/Kg. (\$400/TM o S/.1311/TM), su aplicación no requiere de personal especializado ya que es de fácil y rápida aplicación, se requieren dosis relativamente bajas según sea el caso por lo que no es necesario grandes transportes de pesos o volúmenes, mantiene sus condiciones físicas en el tiempo, no deja residuos y es inocuo para los vertebrados así como que tiene un uso intermitente.

Cabe resaltar que según los resultados obtenidos durante el proceso experimental estaría existiendo una pérdida del 6.03% de peso de los granos de maíz 28 días después de la aplicación, reduciendo los 500 g. iniciales a 469.85 g. cuya pérdida equivale a S/.1.90 si se toma como precio de referencia el de S/.4.00/Kg. Eso quiere decir que se estaría generando una pérdida económica de S/.3900/TM, una cifra bastante considerable que en definitiva afectaría a la población involucrada.

Por todo lo mencionado, se espera una respuesta positiva por parte de pequeños y medianos productores, quienes para hacer frente a los insectos plaga que atacan sus granos buscan un modo de controlarlo para evitarse una serie de pérdidas. Es así pues que el proyecto de investigación tiene una mira hacia el futuro en el que se plantea ser la opción más accesible para ejercer dicho control y que a su vez este no sea precursor de ningún tipo de degradación al ambiente o afección a la salud humana, ya que como conocemos, actualmente se busca generar nuevos métodos que simbolizen el reemplazo de otros que podrían a ser perjudiciales para estas variables.

CONCLUSIONES

1. La Tierra de diatomeas es efectiva como control ecológico de gorgojos del maíz bajo condiciones climáticas de la ciudad de Ica, pues se obtienen porcentajes de mortalidad altos.
2. Al utilizar una dosis relativamente baja de Tierra de diatomeas habrá una mayor efectividad para el control de gorgojos del maíz.
3. El tratamiento con Tierra de diatomeas a granos de maíz mejora sus porcentajes de germinación.
4. Los porcentajes de pérdida de peso de los granos tratados con Tierra de diatomeas no fueron muy significativos, de manera que este no le altera en gran proporción.
5. De no utilizarse un adecuado control de gorgojos del maíz, se estaría generando pérdidas económicas considerables por mes.
6. Existe una relación entre el tiempo de exposición a la Tierra de diatomeas y los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de mortalidad de gorgojos del maíz.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable emplear la Tierra de diatomeas iqueña como control ecológico para hacer frente a Gorgojos de maíz que atacan a granos en su etapa de almacenamiento, así como también que se realicen investigaciones con otro tipo de granos y otro tipo de insectos plaga de interés en la ciudad.
2. De acuerdo a los datos obtenidos, se recomienda aplicar una dosis de Tierra de diatomeas al 1.0% del peso de granos de maíz que quieran ser tratados.
3. Es recomendable evaluar más a fondo la acción fertilizante de la Tierra de diatomeas iqueña, tomando en cuenta los altos porcentajes de germinación obtenidos.
4. Como recomendación a futuros proyectos de investigación, se debería tener en cuenta la variación de humedad antes y después del tratamiento con Tierra de diatomeas.
5. Se recomienda usar la Tierra de diatomeas iqueña como control ecológico para evitar pérdidas económicas de aprox. S/.3900/TM de granos de maíz cada 28 días.
6. En futuros proyectos de investigación, se recomienda establecer un mayor rango de tiempo de exposición de insectos plagas (como el Gorgojo del maíz) al tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, R. A. (2005). *Algal Culturing Techniques*. Elsevier Academic, California, USA.
2. Apablaza, J. y F. Urra. (2010). *Introducción a la Entomología General y Agrícola*. 4ta Ed. Ampliada. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Ediciones Universidad Católica de Chile. 151 p. Chile.
3. Baglione, Luis. (2011). *Revista Técnica* No. 27, Septiembre.
4. Battarbee R., Jones V., Flower R., Cameron N., Bennion H., Crvalho L., Juggins S. (2001). Diatoms. En: Smol J.P. Briks H.J.B. y Last W.M. (eds) *Tracking environmental change using lake sediments* vol. 3. *Terrestrial algal and siliceous indicators*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht 155-202 pp.
5. Borowitzka, M (1995). Microalgae as sources of pharmaceuticals and other biologically active compounds. *J Appl. Phycol.* 7: 3-15.
6. Boza-Barducci, T. (1972). Ecological consequences of pesticides used for the control of cotton insects in the Cañete Valley, Peru. Peru.
7. Borror, D.J., De Long. D. y C. Triplehorn. (1979). *A introduction to the study of insects*. Fifth edition. Saunders College Publishing. Philadelphia, New York, Chicago, San Francisco. 827 p.
8. Chacón-Baca E., Beraldi-Campesi H., Cevallos-Ferriz S.R.S., Knoll A.H. y Golubic S. (2002). 70 Ma, nonmarine diatoms from northern Mexico. *Geology* 30: 279-281.
9. Coto, D. y Saunders, J. (2004). *Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central*. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
10. Cruz-Fiestas, Darwin. (2014). Algunos envíos de quinua peruana fueron rechazados en EE.UU. *El Comercio*.
11. Del Amo, Y., Brzezinski, M.A. (1999). The chemical form of dissolved Si taken up by marine diatoms. *J. Phycol.* 35:1162-70.

12. Dell Orto, H.V. y Arias, C.J.V. (1985). Insectos que dañan granos y productos almacenados. FAO, Santiago, Chile. 142 p.
13. Dugdale, R.C., Wilkerson, F.P. (1998). Silicate regulation of new production in the equatorial Pacific upwelling. *Nature* 391: 270-3.
14. Epstein, E. (1999). "Silicon", en: *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Vol. 50. pp.641-664.
15. Fusé, C. B.; Villaverde, M.L.; Padín, S.B.; De giusto, M.; Juárez, M.P. (2013). Evaluación de la actividad insecticida de Tierra de diatomeas de yacimientos argentinos. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
16. González, J., O. Arregoces, R. Hernández y O. Parada. (1983). Insectos y ácaros plagas y su control en el cultivo de arroz en América Latina. Ed. Federación Nacional de Arroceros. Bogotá, Colombia. pp: 50-54.
17. Gunes A, Inal A, Bagci EG, Pilbeam DJ (2007) Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-βtoxic soil. *Plant Soil* 290: 103-114.
18. Gutiérrez D, L. J. (1990). Insectos que infestan los granos y productos almacenados (listado de especies reportadas a nivel mundial). *Soc. Mex. Ent. Edic. Mex. Postcosecha*. 46 p.
19. Harwood, D. M. y R. Gersonde. (1990). Lower Cretaceous diatoms from ODP leg 113 site 693 (Weddell Sea). Part 2: resting spores, chrysophycean cysts, and endoskeletal dinoflagellate, and notes on the origin of diatoms. En: Barker, P. F., J. P. Kennett et al. (eds.) *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 113*: College Station, TX (Ocean Drilling Program): 403-125.
20. Hinton, H. E. y Corbet, A.S. (1972). *Common Insect Pest of Stored Products, a Guide to their Identification*. Ed. British Museum (Natural History). Economic Series 5. London, England.
21. Honjo, S., S.J. Manganini, J.J. Cole. (1982). Sedimentation of biogenic matter in the deep ocean. *Deep-Sea Research* 29(5A):609-625.

22. Jong-Yuh, S. Mei-Fen. (2005). Potencial hypoglycemic affects of *Chorella* in streptozotocin-induced diabetic mice. *LifeSci.* p 77: 980-990.
23. Kamatani A. (1971) Physical and chemical characteristics of biogeneous silica. *Mar. Bio.* 8, 89-95.
24. Korunic, Z. (1998). Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.* 33: 219-229.
25. Latirgue, Elsi. (2003). La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos. Villa Mercedes, Argentina.
26. Margalef, R. (1974). *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 pp.
27. Martin-Jézéquel, V., Hildebrand, M., Brzezinski, M.A. (2000). Silicon metabolism in diatoms: implications for growth. *J. Phycol.*, 36, 821-840.
28. Medlin L.K., Kooistra W.H.C.F., Gersonde R., Sims P.A. y Wellbrock U. (1997). Is the origin of diatoms related to the end-Permian mass extinction? *Nova Hedwigia* 65: 1-11.
29. Milligan AJ, Morel FMM (2002) A Proton Buffering Role for Silica in Diatoms. *Science* 297: 1848-1850.
30. Nelson, D.M., Dortch, Q. (1996). Silicic acid depletion and silicon limitation in the plume of the Mississippi River: evidence from kinetic studies in spring and summer. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 136:163-78.
31. Nicholls-Estrada, C. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia.
32. Pérez, Mendoza J. (1993). Modified atmospheres (use of CO₂). *Bull. Assoc. Of Operative Millers.* pp: 5991-5994.
33. Rey, J. M. (1976). Gestión sobre plagas en Entomología. Graellsia.
34. Riedel, G.F., Nelson, D.M. (1985). Silicon uptake by algae with no known Si requirement. II. Strong pH dependence of uptake kinetic parameters in *Phaeodactylum tricornutum* (*Bacillariophyceae*). *J. Phycol* 21:168-71.

35. Romero, Ángel. (2013). El control de los insectos carpófagos del castaño (*Castanea sativa*) en Andalucía mediante captura masiva con feromona sexual y evaluación de la actividad insecticida de hongos entomopatógenos. Córdoba, España. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
36. Romero-Aranda M., Jurado O., Cuartero J. (2006). Siliconal levitates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. *J. Plant Physiol.* 163: 847-855.
37. Round, F.E., Crawford, R.M. y Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 747pp.
38. Stoermer E., Smol J. (1999). *The diatoms: applications for the environmental and Earth sciences*. Cambridge University Press. 469pp.
39. Tejada, Luz; Chacaltana, César; Morales, María; Valdivia, Waldir. (2010). *Análisis Preliminar de diatomeas en el cerro Pileta: borde oriental de la cuenca Pisco*. Lima, Perú.
40. Wang Y, Stass A, Hörst WJ. (2004) Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize. *Plant Physiol.* 136: 3762-3770.
41. Waterhouse. (1992). *Biological control: a visible strategy for the tropics*. In: OOI, P.A.C., LIM, G.S. & TENG, P.S. (Eds.), *Biological control: issues in the tropics*, pp. 1-13. Malaysian Plant Protection Organization Society, Kuala Lumpur.
42. Weed science society of America. (1994). *Herbicide – de handbook, 7th edition*. Estados Unidos.

LINCOGRAFÍA

1. Associated Press. (2014). La quinua desata guerra comercial entre Perú y Bolivia. El Universo. Disponible en: <http://bit.ly/1zbKH78>
2. Asturnatura. Los polisacáridos. Disponible en: <http://bit.ly/2pCIBSy>
3. Cañedo, V., Alfaro A. y Kroschel J. (2011). Manejo integrado de las plagas de insectos en hortalizas: Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 48p. Disponible en: <http://bit.ly/1yH3LPK>
4. Chaín-Revuelta, Francisco. (2003). Nim, el árbol insecticida. Universo, el periódico de los universitarios. Disponible en: <http://bit.ly/1R3JVE0>
5. Eco y Ambiente. (2014). Tierra de diatomeas, el Fertilizante e Insecticida Ecológico del futuro. Disponible en: <http://bit.ly/1SDJAbN>
6. Espinal, Alexis. (2012). Producen insecticida orgánico en zona sur de Honduras. El Heraldito. Disponible en: <http://bit.ly/1AzmAQ4>
7. Espinoza, L. (2012). Asistencia Técnica dirigida en Manejo y Sanidad en el cultivo de Pallar. Nazca, Ica, Perú. Disponible en: <http://bit.ly/1Kmcc3t>
8. Greenless, M. J., Brown G. P., Webb J. K., Phillips B. L., Shine R. (2006). Effects of an invasive anuran (the cane toad *Bufo marinus*) on the invertebrate fauna of a tropical Australian floodplain. Animal Conservation. Disponible en: <http://bit.ly/1GTtTqv>
9. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2008). Crecimiento y Distribución de la Población, 2007. Lima, Perú. Disponible en: <http://bit.ly/2mC8bDD>
10. Injante P. y Joyo G. (2010). Manejo Integrado de Maíz Duro. Disponible en: <http://bit.ly/1EVzABJ>

11. Mullin, J. Tierras de diatomeas: Depósito mineral compuesto por fósiles de algas unicelulares llamadas diatomeas. ACRES USA (Una revista para Eco-Agricultura). Disponible en: <http://bit.ly/1LLxXuR>
12. Peña Carlos, Carter Dean y Ayala-Fierro Felix (2004). Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Disponible en: <http://bit.ly/2p0y2Vt>
13. Ruiz, Olatz. (2013). La plaga de picudo que ataca a las palmeras tiene solución. El Mundo. Disponible en: <http://mun.do/1atBJMz>
14. Soluciones Ambientales (Sinbichos.es). Sin Bichos. Disponible: <http://bit.ly/1WSILhs>
15. Sosa, Miguel. Ecología Acuática. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Argentina. Disponible en: <http://bit.ly/1LLxOHS>
16. Torres, Ariana. (2011). Efectividad de la Tierra de diatomeas en tres plagas de almacén. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Disponible en: <http://bit.ly/2mAUuq7>
17. Universidad del Valle de Guatemala. (2013). Microbiología General UVG. Disponible en: <http://bit.ly/1AIlilZ>
18. Valencia, Czeriza. (2014). Chemrez develops organic spray oil to eradicate coconut scale insects. Phil Star. Disponible en: <http://bit.ly/1EK9a7N>
19. Viudes, Priscila. (2010). Óleo de pimenta-de-macaco será utilizado como insecticida orgánico. Agencia de noticias do Acre. Disponible en: <http://bit.ly/1GT6vtk>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas y su impacto en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.

NIVEL: Aplicativo y Explicativo. **TIPO:** Experimental y Correlacional. **MÉTODO:** Científico–Experimental y Por Experimentación. **DISEÑO:** Experimental – 5 grupos aleatorios con post test y Experimental – 5 grupos aleatorios con pre y post test.

APELLIDO Y NOMBRE: Saravia Garcia, Alexandra Pamela.

PROBLEMA		OBJETIVO		HIPÓTESIS		VARIABLES	DIMENSIONES, INDICADORES E ÍNDICES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
P R I N C I P A L	¿De qué manera el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?	G E N E R A L	Comprobar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	G E N E R A L	El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará en los insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	INDEP. X	<p>Dimensión: Control ecológico.</p> <p>Indicadores IX₁: Alto número de muertes de coleópteros presentes en los granos de maíz tratados. IX₂: Mayor porcentaje de germinación de granos de maíz tratados. IX₃: El porcentaje de pérdida de peso de granos de maíz tratados es menor con respecto al de granos de maíz no tratados.</p> <p>Índices iX₁: Número de muertes de coleópteros igual o por arriba del 50% del total de insectos presentes (28dda). iX₂: Porcentaje de germinación de granos de maíz igual o por encima del 70% (28dda). iX₃: Pérdida de peso de granos de maíz tratados por debajo del 2% (28dda).</p> <p>Dimensión: Plagas.</p> <p>Indicadores IY₁: Bajo número de mortalidad de coleópteros presentes en los granos de maíz no tratados. IY₂: El porcentaje de germinación de granos de maíz no tratados es menor al de granos de maíz tratados. IY₃: Mayor porcentaje de pérdida de peso de granos de maíz no tratados con respecto al de granos de maíz tratados.</p> <p>Índices iY₁: Número de muertes de coleópteros nulo o por debajo del 50% del total de insectos presentes (28dda). iY₂: Porcentaje de germinación de granos de maíz no tratados por debajo del 70% (28dda). iY₃: Pérdida de peso de granos de maíz no tratados igual o por encima del 2% (28dda).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bibliografías de internet. - Guías de entrevistas. - Guías de observación. - Libretas de notas. - Cámaras fotográficas. - Grabadoras. - Instrumentos de muestreo. - Instrumentos para experimentación. 				
	1PE		1OE		1HE				¿De qué forma el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?	Demostrar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas impactará sobre el porcentaje de mortalidad de insectos plaga de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	<p>INDEP. X</p> <p>Análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas.</p> <p>DEP. Y</p> <p>Insectos plaga de granos almacenados.</p>
	2PE		2OE		2HE				¿De qué manera el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?	Comprobar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de germinación de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	
3PE	3OE	3HE	¿De qué forma el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015?	Corroborar que el análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.	El análisis de la actividad insecticida ecológica de Tierra de diatomeas influenciará sobre el porcentaje de pérdida de peso de granos almacenados del Valle de Ica, 2015.							
E S P E C Í F I C O S		E S P E C Í F I C O S		E S P E C Í F I C O S								

ANEXO 2
GUÍA DE ENTREVISTA N° 1

Entrevistado: Mblgo. Luis Castañeda Peláez.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 13 de agosto del 2015.

Hora: 9:07 a.m.

Etapa del proyecto	Preguntas
Realización de la Matriz de Consistencia	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Llevar el proyecto a una escala mayor es recomendable? (realizar análisis de agua, aire, ...) 2. ¿Qué variables puedo evaluar? 3. ¿Qué insecto puedo poner a prueba durante la fase experimental? 4. ¿Existe rastros de Tierra de diatomeas en la ciudad?
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué lugar de la ciudad puedo obtener mis muestras de Tierra de diatomeas para realizar la fase experimental?

ANEXO 3
GUÍA DE ENTREVISTA N° 2

Entrevistado: Mblgo. César Reto Alvarado.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 13 de agosto del 2015.

Hora: 10:40 a.m.

Etapas del proyecto	Preguntas
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Conoce lugares del distrito de Ocucaje en donde exista la presencia de Tierra de diatomeas? 2. ¿Cuál es su experiencia recolectando muestras de Tierra de diatomeas? 3. ¿Cuál es la ruta que tomaba para llegar al lugar en donde se encontraban las muestras de Tierra de diatomeas? 4. ¿Es posible que vayamos a tomar las muestras de Tierra de diatomeas a dicho lugar?

ANEXO 4
GUÍA DE ENTREVISTA N° 3

Entrevistado: Mblgo. Juan José Guillermo.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 13 de agosto del 2015.

Hora: 11:50 a.m.

Etapa del proyecto	Preguntas
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Sabe de un lugar puntual en la ciudad de Ica para recolectar muestras de Tierra de diatomeas? 2. ¿Cree usted que podría apoyarme con lo que respecta a conseguir las muestras de Tierra de diatomeas? 3. ¿Podría establecer un contacto entre la persona que puede facilitarme ayuda para obtener las muestras de Tierra de diatomeas y yo?

ANEXO 5
GUÍA DE ENTREVISTA N° 4

Entrevistado: Ing. Luis Suárez Cañedo.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 14 de agosto del 2015.

Hora: 11:30 a.m.

Etapa del proyecto	Preguntas
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál es la proporción de Tierra de diatomeas que puede resultar más apropiada para granos? 2. ¿Es posible que la aplicación de Tierra de diatomeas afecte a los granos? 3. ¿En qué lugar con exactitud se encuentra su yacimiento minero no metálico? 4. ¿Podría ir con usted y acordar un día para obtener las muestras de Tierra de diatomeas? 5. Se necesitan un aproximado de 5 Kg. de Tierra de diatomeas para la fase experimental, ¿es posible obtener tal cantidad? 6. ¿Podría facilitarme los análisis que se le realizó a las muestras de Tierra de diatomeas que se obtuvieron en su yacimiento minero no metálico? 7. ¿Podría darme alguna recomendación aplicable para la fase experimental de el proyecto de investigación?

ANEXO 6
GUÍA DE ENTREVISTA N° 5

Entrevistado: Sr. Héctor López.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 28 de agosto del 2015.

Hora: 8:00 a.m.

Etapa del proyecto	Preguntas
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Los granos son tratados con algún agente químico antes de salir a la venta en el mercado? 2. ¿Qué tipos de insectos atacada cada grano? 3. ¿Cuánto tiempo tarda un insecto en atacar a los granos? 4. ¿Cuántos insectos pueden aparecer en cierta cantidad de granos? 5. ¿Qué clase de pérdidas genera estas infestaciones? 6. ¿Los gorgojos del maíz atacan a cualquier tipo de grano de maíz?

ANEXO 7
GUÍA DE ENTREVISTA N° 6

Entrevistado: Ing. Guido Tenorio Palomino.

Entrevistador: Alexandra Pamela Saravia Garcia.

Día: 03 de agosto del 2015.

Hora: 5:50 p.m.

Etapa del proyecto	Preguntas
Elaboración del Marco Teórico	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En la actualidad se utiliza el término "mala hierba"? 2. ¿Cuáles son las plagas predominantes que afecten al maíz en la ciudad?
Muestreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué lugares de la ciudad se puede encontrar la Tierra de diatomeas y cuál de estos puedo tomar para muestrear? 2. ¿Cuáles son los materiales que se necesitan para realizar un buen muestreo de Tierra de diatomeas? 3. ¿Cuál es el proceso que se debe seguir para el muestreo? 4. ¿Cuáles son las características que diferencian a la Tierra de diatomeas del yeso y carbonato? 5. ¿Qué proceso debe seguir la Tierra de diatomeas antes de aplicarse como tratamiento a los granos? 6. ¿Cuál es el mejor lugar para conseguir los granos de maíz? 7. ¿Qué materiales son necesarios para la fase experimental de la segunda hipótesis?
Convalidación de Hipótesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Es recomendable hacer repeticiones durante la fase experimental de la primera hipótesis? 2. ¿Qué materiales son necesarios para la fase experimental de la primera hipótesis?

	<ol style="list-style-type: none">3. ¿Qué materiales son necesarios para la fase experimental de la segunda hipótesis?4. ¿Para hallar los porcentajes de mortalidad de gorgojos del maíz, germinación y pérdida de peso de los granos puedo aplicar las fórmulas correspondientes?5. ¿Es adecuado si tomo de manera aleatoria granos sanos que participaron durante la fase experimental de cada tratamiento para ponerlos a prueba de germinación (2HE)?6. ¿Qué variables considero para realizar el cálculo del porcentaje de pérdida de peso de los granos de maíz?7. ¿Cuáles son los rangos aceptables de porcentaje de germinación y de pérdida de peso?
--	---

ANEXO 8

CÁLCULOS DE PROMEDIOS DE S. ZEAMAI MUERTOS EN CADA TRATAMIENTO ELEGIDOS PARA LA FASE EXPERIMENTAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
Testigo 1	16,67
Testigo 2	16,67
Testigo 3	9,52
Promedio de <i>S. zeamais</i> muertos (%)	14,29

PROMEDIO DE S. ZEAMAI MUERTOS EN EL TESTIGO BLANCO

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
0.5% TD 1	80,00
0.5% TD 2	52,94
0.5% TD 3	40,00
Promedio de <i>S. zeamais</i> muertos (%)	57,65

PROMEDIO DE S. ZEAMAI MUERTOS EN EL TRATAMIENTO AL 0.5% TD

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
0.7% TD 1	83,33
0.7% TD 2	59,09
0.7% TD 3	68,75
Promedio de <i>S. zeamais</i> muertos (%)	70,39

PROMEDIO DE S. ZEAMAI MUERTOS EN EL TRATAMIENTO AL 0.7% TD

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
1% TD 1	88,24
1% TD 2	78,95
1% TD 3	80,00
Promedio de <i>S. zeamais</i> muertos (%)	82,39

PROMEDIO DE S. ZEAMAI MUERTOS EN EL TRATAMIENTO AL 1.0% TD

Tratamiento	<i>S. zeamais</i> muertos (%)
1.5% TD 1	73,33
1.5% TD 2	80,00
1.5% TD 3	86,67
Promedio de <i>S. zeamais</i> muertos (%)	80,00

PROMEDIO DE S. ZEAMAI MUERTOS EN EL TRATAMIENTO AL 1.5% TD

ANEXO 9

FICHA DE TIERRA DE DIATOMEAS DE “PARAISO DE ARENA III Y IV”

AGROEDEN
Representante Exclusivo de Insumos Orgánicos Agrícolas

YACIMIENTO: PARAISO DE ARENA

DESCRIPCION:
AREA : 1200 has
RESERVAS : 20,000,000 millones de toneladas
PRODUCTO : DIATOMITA (de primera calidad)
PROPIETARIO : AGROPECUARIA EL EDEN S.R.L.
 Av. Conde de Nieva 962 Urb. Luren
 Ica – ICA
 PERU
 Telefax: + 51-56-211535
 R.U.C. : 20201288445

PARAISO DE ARENA III Y IV

La concesión Minera No Metálica “PARAISO DE ARENA OCUCAJE III y IV” esta ubicada a 48 Km. de la ciudad de ICA, en el distrito de Ocucaje, provincia y departamento de ICA, a una altura promedio de 420 m.s.n.m.
 Con una extensión de 1200 hectáreas, la geomorfología es característica de un relieve propio de la región costera, con presencia de cerros aislados colindantes con la cordillera antigua de la costa. El Area forma parte del desierto de ICA y predominan en ésta las formaciones dunosas.
 La temperatura Media Anual máxima en la zona es de 22.2 °C y una temperatura media anual de 17.9 °C. La precipitación total anual es de 20 mm.

VISTA 1:
Ubicación PARAISO DE ARENA III Y PARAISO DE ARENA IV



AGROEDEN
Representante Exclusivo de Insumos Orgánicos Agrícolas

FICHA DE DIATOMEA

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Ag ppm	Al2O3 %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %
< 0.2	8.68	40	66	6	19	0.81
Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	K %	Mg %
66	3	49	36	1.76	0.34	0.78
Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm
54	31	0.74	< 2	2600	37	10
Sc ppm	SiO2 %	Sn ppm	Sr ppm	Ti %	V ppm	W ppm
3	63.5	< 5	90	0.05	65	1
Y ppm	Zn ppm	Zr ppm				
4	46	9				

Nombre del producto: Diatomita

1. Identificación del producto

- Nombre del producto: Diatomita
- Código interno de identificación del producto: Diatomita

2. Composición e información sobre los ingredientes

- Sustancia: Diatomita
- Nombre químico : Diatomita
- Sinónimo: Tierra Diatomácea

Diatomita: son minerales de origen sedimentario, formados por esqueletos de microorganismos diatomáceos.