

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFFECTIVIDAD DE LA TIERRA DE DIATOMEAS EN EL CONTROL DE TRES
PLAGAS DE ALMACÉN

POR

ARIANA ISABEL TORRES BOJÓRQUEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

MARÍN, N.L.

JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFFECTIVIDAD DE LA TIERRA DE DIATOMEAS EN EL CONTROL DE TRES
PLAGAS DE ALMACÉN

POR

ARIANA ISABEL TORRES BOJÓRQUEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

MARÍN, N.L.

JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



EFFECTIVIDAD DE LA TIERRA DE DIATOMEAS EN EL CONTROL DE TRES
PLAGAS DE ALMACÉN

POR

ARIANA ISABEL TORRES BOJÓRQUEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

MARÍN, N.L.

JUNIO DE 2011

EFFECTIVIDAD DE LA TIERRA DE DIATOMEAS EN EL CONTROL DE TRES
PLAGAS DE ALMACÉN

Aprobación de la tesis

Dr. Raúl Torres Zapata
Asesor principal

Ph. D. María de la Paz Tijerina Garza
Co-asesor

Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano
Co-asesor

Dr. José Elías Treviño Ramírez
Co-asesor

DEDICATORIA

Por ser fuente de orgullo, alegría, satisfacción e inspiración:

A mi familia: mis padres Rogelio e Isabel, a mis hermanos Rogelio, Siwnet y Vladimir, por su ayuda incondicional, apoyo y exhortación para salir adelante y alcanzar mis objetivos personales y profesionales.

A Emanuel por su invaluable apoyo y motivación para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Raúl Torres Zapata, por su disposición y su deseo de compartir conocimientos y experiencias en el área de Entomología y su ayuda para conseguir la culminación de este trabajo.

Al Dr. José Elías Treviño Ramírez, por su invaluable ayuda y su incondicional deseo de compartir su tiempo y sus conocimientos. Por su impulso a seguir adelante y su apoyo para conseguir mis objetivos.

Al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano, por su apoyo incondicional, su buena disposición y su deseo de impartir conocimientos y experiencias, así como por su valiosa motivación para cumplir mis metas.

A la Ph. D. María de la Paz Tijerina Garza por su disposición de apoyar en mi proyecto.

Gracias por la gran oportunidad que se me brindó para lograr el desarrollo de mis objetivos y el alcance de mis metas.

A los profesores que compartieron su cátedra, su tiempo, esfuerzo y motivación, con respeto y agradecimiento:

Ph. D. Francisco Zavala García

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz.

Ph. D. Alejandro I. Luna Maldonado

Dr. Omar G. Alvarado Gómez

Dr. Jorge Ariel Torres Castillo

M. C. Jesús Oaxaca Torres

Por la oportunidad de desarrollo personal y profesional, así como compartir una visión:

A la Facultad de Agronomía

A la Facultad de Biología

A la UANL.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE CUADROS EN EL APENDICE.....	xvii
RESUMEN.....	xxi
SUMARY.....	xxii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Gorgojo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i>	4
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2 Distribución e importancia	4
2.1.3 Descripción morfológica.....	5
2.1.3.1 Adulto.....	5
2.1.3.2 Huevo.....	5
2.1.3.3 Larva.....	5
2.1.3.4 Pupa.....	6
2.1.4 Biología, hábitos y daños.....	6
2.1.5 Ciclo biológico	6
2.2 Gorgojo castaño de la harina <i>Tribolium castaneum</i>	7
2.2.1 Clasificación taxonómica.....	7
2.2.2 Distribución e importancia.....	7
2.2.3 Descripción morfológica	7
2.2.3.1 Adulto.....	8
2.2.3.2 Huevo.....	8
2.2.3.3 Larva.....	8
2.2.3.4 Pupa.....	8
2.2.4 Biología, hábitos y daño.....	8

2.2.5 Ciclo biológico.....	9
2.3 Barrenillo menor de los granos <i>Rhizopertha dominica</i>	9
2.3.1 Clasificación taxonómica.....	9
2.3.2 Distribución e importancia.....	9
2.3.3 Descripción morfológica	10
2.3.3.1 Adulto.....	10
2.3.3.2 Huevo.....	10
2.3.3.3 Larva.....	10
2.3.3.4 Pupa.....	10
2.3.4 Biología, hábitos y daños.....	11
2.3.5 Ciclo biológico.....	11
2.4 Muestreo.....	11
2.5 Antecedentes de la Tierra Diatomeas	12
2.6 Propiedades físico químicas de la Tierra de Diatomea.....	12
2.7 Modo de acción de la Tierra de Diatomea.....	13
2.8 Recomendaciones.....	13
2.9 Control de insectos de almacén con Tierra de Diatomeas.....	13
2.10 Métodos de control convencionales.....	14
2.10.1 Control cultural.....	14
2.10.2 Control biológico.....	15
2.10.3 Control físico.....	16
2.10.4 Control químico	16
2.10.5 Control con extractos de plantas.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Localización del experimento.....	20
3.2 Material biológico e inerte.....	20
3.3 Variables.....	20
3.4 Diseño experimental.....	21
3.4.1 Experimento uno.....	21
3.4.2 Experimento dos.....	21

3.5 Modelo estadístico.....	22
3.6 Análisis estadístico.....	23
3.7 Metodología general.....	23
3.7.1 Experimento uno.....	23
3.7.2 Experimento dos.....	23
3.8 Testigo sin aplicación de Tierra de Diatomeas.....	24
3.9 Medición de las variables.....	24
3.9.1 Experimento uno.....	24
3.9.1.1 Porcentaje de mortalidad.....	24
3.9.1. 2 Porcentaje de germinación.....	25
3.9.1.3 Porcentaje de pérdida de peso del grano.....	25
3.9.2 Experimento dos.....	26
3.6.2.1 Porcentaje de mortalidad.....	26
3.6.2.2 Porcentaje de germinación.....	26
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Resultados del experimento uno.....	27
4.1.1 Porcentaje de mortalidad.....	27
4.1.1.1 Porcentaje de mortalidad para <i>R. dominica</i>	27
4.1.1.1.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	27
4.1.1.1.2 Porcentaje de mortalidad a los 20dda.....	27
4.1.1.1.3 Porcentaje de mortalidad a los 30dda.....	28
4.1.1.2 Porcentaje de mortalidad para <i>T. casteneum</i>	29
4.1.1.2.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	29
4.1.1.2.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 dda.....	29
4.1.1.2.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 dda.....	30
4.1.1.3 Porcentaje de mortalidad para <i>S. zeamais</i>	30
4.1.1.3.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	30
4.1.1.3.2 Porcentaje de mortalidad a los 20dda.....	31
4.1.1.3.3 Porcentaje de mortalidad a los 30dda.....	32
4.1.2 Porcentaje de pérdida de peso.....	32

4.1.2.1 Porcentaje de pérdida de peso para <i>R. dominica</i>	32
4.1.2.2 Porcentaje de pérdida de peso para <i>T. castaneum</i> ...	33
4.1.2.3 Porcentaje de pérdida de peso para <i>S. zeamais</i>	33
4.1.3 Porcentaje de germinación.....	34
4.1.3.1 Porcentaje de germinación para semilla infestada con <i>R. dominica</i>	34
4.1.3.2 Porcentaje de germinación para semilla infestada con <i>T. castaneum</i>	35
4.1.3.3 Porcentaje de germinación para semilla infestada con <i>S. zeamais</i>	35
4.2 Resultados del experimento dos.....	36
4.2.1 Porcentaje de mortalidad.....	36
4.2.1.1 Porcentaje de mortalidad para <i>R. dominica</i>	36
4.2.1.1.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	36
4.2.1.1.2 Porcentaje de mortalidad a los 20dda.....	37
4.2.1.1.3 Porcentaje de mortalidad a los 30dda.....	37
4.2.1.2 Porcentaje de mortalidad para <i>T. castaneum</i>	38
4.2.1.2.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	38
4.2.1.2.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 dda.....	39
4.2.1.2.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 dda.....	39
4.2.1.3 Porcentaje de mortalidad para <i>S. zeamais</i>	40
4.2.1.3.1 Porcentaje de mortalidad a los 10dda.....	40
4.2.1.3.2 Porcentaje de mortalidad a los 20dda.....	40
4.2.1.3.3 Porcentaje de mortalidad a los 30dda.....	41
4.2.2 Porcentaje de germinación.....	42
4.2.2.1 Porcentaje de germinación para semilla infestada con <i>R. dominica</i>	42
4.2.2.2 Porcentaje de germinación para semilla infestada con <i>T. castaneum</i>	42
4.2.2.3 Porcentaje de germinación para semilla infestada	

con <i>S. zeamais</i>	43
V. CONCLUSIONES.....	44
VI.BIBLIOGRAFÍA	47
VII. APENDICE.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda	27
Cuadro 2. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda	28
Cuadro 3. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda	28
Cuadro 4. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda	29
Cuadro 5. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda	30
Cuadro 6. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda	30
Cuadro 7. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda	30
Cuadro 8. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda	31
Cuadro 9. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda	33
Cuadro 10. Análisis de Varianza de la pérdida de peso por insectos adultos de <i>R. dominica</i> para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda	33
Cuadro 11. Comparación de medias de la pérdida de peso por insectos adultos de <i>T. castaneum</i> para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda.....	33
Cuadro 12. . Comparación de medias de la pérdida de peso por insectos adultos de <i>S. zeamais</i> para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda.....	34
Cuadro 13. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por <i>R. dominica</i>	35

Cuadro 14. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por <i>T. castaneum</i>	35
Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por <i>S. zeamais</i>	36
Cuadro 16. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda (en almacén)	37
Cuadro 17. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda (en almacén)	37
Cuadro 18. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>R. dominica</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda (en almacén)	38
Cuadro 19. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda (en almacén)	38
Cuadro 20. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda (en almacén)	39
Cuadro 21. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>T. castaneum</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda (en almacén)	40
Cuadro 22. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda (en almacén)	40
Cuadro 23. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda (en almacén)	41
Cuadro 24. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de <i>S. zeamais</i> por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda (en almacén)	41
Cuadro 25. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por <i>R. dominica</i> (en almacén)	42
Cuadro 26. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por <i>T. castaneum</i> (en almacén)	43

Cuadro 27. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *S. zeamais* (en almacén)43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arreglo de tratamientos y montaje del experimento	22
Figura 2. Conteo de insectos vivos y muertos.....	25
Figura 3. Cámaras húmedas para evaluar la germinación	26

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	52
Cuadro 2A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	52
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	52
Cuadro 4A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	52
Cuadro 5A. . Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	52
Cuadro 6A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	53
Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	53
Cuadro 8A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	53
Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	53
Cuadro 10A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	53
Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	54
Cuadro 12A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	54
Cuadro 13A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	54
Cuadro 14A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	54
Cuadro 15A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Sitophilus</i>	

<i>zeamais</i> en laboratorio	54
Cuadro 16A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	55
Cuadro 17A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	55
Cuadro 18A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	55
Cuadro 19A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio	55
Cuadro 20A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en <i>Tribolium castaneum</i> en laboratorio	55
Cuadro 21A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Tribolium castaneum</i> en laboratorio	56
Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	56
Cuadro 23A. Comparación de medias para la variable Pérdida de peso en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	56
Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio	56
Cuadro 25A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio	56
Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Tribolium castaneum</i> en laboratorio	57
Cuadro 27A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Tribolium castaneum</i> en laboratorio	57
Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	57
Cuadro 29A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	57
Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio.....	57

Cuadro 31A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	57
Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 33A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 34A. . Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 35A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Rhyzopertha dominica</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 36A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 37A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	58
Cuadro 38A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 39A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 40A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 41A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 43A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	59
Cuadro 44A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	60
Cuadro 45A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	60
Cuadro 46A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	60

Cuadro 47A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio.....	60
Cuadro 48A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio	60
Cuadro 49A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Rhizopertha dominica</i> en laboratorio	60
Cuadro 50A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio	61
Cuadro 51A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Tribolium casteneum</i> en laboratorio	61
Cuadro 52A. Análisis de varianza para la variable Germinación en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	61
Cuadro 53A. Comparación de medias para la variable Germinación en <i>Sitophilus zeamais</i> en laboratorio	61

RESUMEN

Se estima que 5-10% de la producción mundial de alimentos se pierde por causa de insectos (FAO, 1998). En México se han reportado pérdidas postcosecha de hasta 63% en cereales (Tigar *et al*, 1994). La principal causa de estas pérdidas son las plagas de granos almacenados, predominantemente las plagas de insectos. Existen métodos convencionales para el control de las mismas, pero algunas de estas, como el control químico, tienen efectos negativos ya que pueden contaminar el alimento con sus residuos y provocar resistencia en los insectos, por esto es necesario probar otras alternativas menos perjudiciales. En el noreste de México se hace uso indiscriminado de productos químicos para controlar las plagas insectiles que afectan a los granos almacenados como el maíz, principal cultivo de subsistencia en la región, y el trigo, uno de los principales granos para la industria.

Por tanto, en esta investigación se propone y evalúa una alternativa de control de insectos plagas de granos almacenados, la Tierra de Diatomeas para controlar a *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica* y *Tribolium castaneum*, especies predominantes en almacén.

Para cada especie de insectos fueron evaluadas cuatro dosis de Tierra de Diatomeas más un testigo durante tres periodos de exposición, el resultado fue que en la dosis más efectiva se encuentra entre los tratamientos 1 y 3. Todos los tratamientos mostraron diferencia significativa respecto al testigo, donde se registraron las mortalidades nulas ó más bajas. A partir de los 30 días después de la aplicación se encontraron mortalidades de hasta 100% para todos los insectos.

Se registró que no hubo diferencia significativa en el porcentaje de pérdida de peso con respecto a tratamientos de diatomeas, pero si hubo diferencia estadística con respecto al testigo, aunque los porcentajes de pérdida de peso fluctúan entre 2 y 3% en todos los casos, valores aceptables para la misma.

El porcentaje de germinación de las semillas infestadas y tratadas con Tierra de Diatomea, para todos los tratamientos fue de arriba del 80%, por lo cual se postula que este polvo inerte no tiene efectos negativos en cuanto a la viabilidad de la semilla.

SUMMARY

It is estimated that 5-10% of the world food production is lost because of insect pests (FAO, 1998). In Mexico have been reported postharvest losses up to 63% in cereals (Tigar *et al*, 1994). The main reasons of these losses are the storage pest, mainly insect pest. There are conventional control methods for these insects, but some of them, as the chemical control, has negative effects as can contaminate the food with its remains and cause resistance in the insects, because of this is necessary to try safer alternatives of control. There is an extensive use of chemical products in the northeast of Mexico to control the insect pest that damage the stored grains as corn, the principal crop of subsistence in the area and wheat, one of the principal grains for the industry. According to this, in this study is proposed and evaluated a stored grain's insect pest alternative of control, the Diatomaceous Earth to control *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium castaneum*, predominant species in storage.

Four Diatomaceous Earth doses were evaluated, finding that the most effective dose is between treatment 1 and 3. All the treatments showed significant difference between them and the control in which no mortality was found. Since 30 days after the exposure, mortalities as high as 100% were found for all the insects.

It was recorded that there were no statistic difference in the weight loss percentage among Diatomaceous Earth treatments, but there was respect to the control, but the weight loss percentages fluctuates between 2 and 3% in all the cases, accepted values for this variable.

The germinate percentage of the infested seeds and treated with Diatomaceous Earth, for all the treatments was up to 80%, because of this, its postulated that this inert powder has no negative effects in the viability of the seed.

I. INTRODUCCIÓN

El trigo es la segunda gramínea más consumida teniendo gran relevancia en la industria. Esta gramínea presenta una serie de problemas de tipo fitosanitario, sobre todo en condiciones inadecuadas de almacenamiento, ya que se ve afectada por el ataque de insectos y hongos. Entre las plagas que atacan en el almacenamiento de estos granos destacan en importancia el gorgojo del maíz (*Sithophilus zeamais* Motschulsky), el barrenillo de los granos (*Rhyzopertha dominica* Fabricius), el gorgojo castaño del trigo (*Tribolium castaneum* Herbst), entre otros, los cuales llegan a causar grandes pérdidas.

Para contrarrestar el daño causado por las plagas de granos almacenados, el hombre ha tenido que emplear estrategias diversas, siendo el método químico (insecticidas y fumigantes) el más utilizado para el control de estas plagas, sin embargo algunos de ellos se consideran altamente dañinos por sus efectos colaterales que causan cuando son aplicados para el control de estas. Esto genera una disminución de la calidad de los productos agrícolas y como consecuencia pérdidas en la economía. Actualmente, el uso de plaguicidas sintéticos que puedan tener efectos residuales es muy común; nuestro país se caracteriza por usar de forma excesiva éstos productos de tal manera que cada año se introducen miles de toneladas de plaguicidas, de los cuales una gran cantidad de ellos se utilizan año con año en las zonas agrícolas de Nuevo León.

Este uso indiscriminado de plaguicidas, utilizados para incrementar la producción, calidad de granos y hortalizas, pueden ocasionar desequilibrio en el ecosistema, es por ello que, al utilizarse en forma irracional, traen como consecuencia riesgos de intoxicaciones al personal que los maneja y a la población que consume productos agrícolas que pueden contener cantidades considerables de residuos de plaguicidas. Por otra parte, el mal uso de estos productos ha contribuido a que una gran cantidad de insectos desarrollen resistencia a estos insecticidas. Los insectos desarrollan un mecanismo natural de resistencia el cual es apresurado por varios factores, entre los que se encuentra los operacionales (Lagúnes, 1985). Por ejemplo, el uso de grandes volúmenes de insecticidas provoca la persistencia

de residuos, los cuales permiten que nuevas generaciones de insectos estén expuestos a ellos en pequeñas cantidades, esto permite que los insectos se adapten y puedan tolerar cantidades más elevadas de un determinado insecticida, desarrollando resistencia (Lagúnes, 1985). Por otra parte, un fumigante de uso común en bodegas y barcos donde se almacenan y transportan granos es el bromuro de metilo, producto que se ha utilizado durante muchos años para el control de insectos en las materias primas que utiliza la industria agroalimentaria. Este fumigante produce efectos negativos en la capa de ozono y de acuerdo con las reglamentaciones internacionales derivadas del protocolo de Montreal, no se podrá utilizar en los países desarrollados a partir del año 2015 (Pérez-Mendoza, 1993). Con el fin de disminuir los riesgos mencionados y con la necesidad de producir alimentos de mejor calidad, sin residuos de plaguicidas y productos que no dañen los ecosistemas, se requiere de nuevos métodos de control que sean de bajo costo y actúen en armonía con el ambiente (Lagúnes, 1985). Recientemente, para el control de las plagas de almacén se están usando productos a base de extractos vegetales y minerales con resultados prometedores y de fácil uso en los almacenes debido primordialmente a que causan efecto tóxico en las plagas tratadas y no contaminan el alimento que será usado para el consumo humano. De tal manera que el objetivo del presente estudio es el de evaluar una de estas alternativas de control.

1.1 OBJETIVOS

A) Determinar la efectividad de polvos espolvoreables de Tierra de Diatomeas para controlar *Sitophilus zeamais* (Mostchulsky), *Rhizopertha dominica* (Fabricius) y *Tribolium castaneum* (Herbst) en trigo bajo condiciones de laboratorio y almacenaje.

B) Encontrar la dosis adecuada de la tierra diatomeas que permita mantener bajo control al gorgojo del maíz las plagas anteriormente mencionadas en granos almacenados.

C) Establecer los posibles efectos de la Tierra de Diatomeas en el proceso de germinación de la semilla tratada.

1.2 HIPÓTESIS

- 1) La Tierra de Diatomeas presenta porcentajes de control arriba del 50% en dosis menores a 1.5g/kg.
- 2) La Tierra de Diatomeas no afecta de manera significativa el porcentaje de germinación de la semilla tratada con ella.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Gorgojo del maíz

2.1.2. Clasificación Taxonómica del Gorgojo del Maíz *Sitophilus zeamais*

Este insecto presenta la siguiente posición taxonómica (Borror *et al.*, 1979).

Orden: Coleóptera

Suborden: Polífaga

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Curculininae

Género: *Sitophilus*

Especie: *zeamais*

2.1.2 Distribución e Importancia de Gorgojo del Maíz

A este insecto 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 (González *et al.*, 1973).

2.1.3 Descripción Morfológica del Gorgojo del Maíz

El adulto es parecido al gorgojo del arroz *Sitophilus orizae* 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).

2.1.3.1 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.

2.1.3.2 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).

2.1.3.3 Larva

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

2.1.3.4 Pupa

La pupa es del tipo exarate de color blanco aperlado mide aproximadamente 5 mm de longitud y se encuentra en el interior de los granos (Gutiérrez, 1990).

2.1.4 Biología, Hábitos y Daños

Los adultos son buenos voladores, lo cual les facilita iniciar sus 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).

2.1.5 Ciclo Biológico

Su 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 Corbett, 1972).

2. 2 Gorgojo Castaño de la Harina

2.2.1 Clasificación Taxonómica del Gorgojo Castaño de la Harina (*Tribolium castaneum*)

Este insecto presenta la siguiente posición taxonómica (Borror *et al.*, 1979).

Orden: Coleóptera

Suborden: Polífaga

Familia: Tenebrionidae

Subfamilia: Tenebrioninae

Género: *Tribolium*

Especie: *castaneum*

2.2.2 Distribución e Importancia de Gorgojo de la Harina

Tiene amplia distribución a nivel mundial. En el país se le encuentra principalmente en molinos de madera, generalmente sin aspiración neumática y en bodegas en donde han quedado granos abandonados. Se le localiza en América desde el sur de Canadá hasta la Décima Región de Chile.

Se les considera plagas secundarias de los cereales porque no son capaces de dañar granos enteros, limpios y secos. Los adultos y las larvas se alimentan de granos de cereales partidos o dañados.

Se consideran plagas primarias de las harinas y otros productos de la molienda de los cereales, leguminosa y oleaginosa (Gutiérrez, 1990).

2.2.3 Descripción Morfológica del Gorgojo Castaño de la Harina

El cuerpo de los adultos es de forma alargada y ligeramente plana, de color rojizo a castaño, de 3 a 4 mm de longitud. Se alimentan de cereales quebrados o que han sido dañados por otros insectos, productos de la molienda de los cereales como harina, salvado, semillas de oleaginosas y sus productos, nueces, almendras partidas, maní,

alimentos suaves o molidos como galletas, cacao, concentrados alimenticios para animales, frutas secas y otros productos.

2.2.3.1 Adulto

Los élitros presentan surcos longitudinales bien marcados y con numerosas puntuaciones. Los segmentos de la antena de *T. confusum* se agrandan gradualmente desde la base hasta el ápice. La distancia entre los ojos es igual al diámetro de los ojos. *T. castaneum* tiene gran capacidad de vuelo.

2.2.3.2 Huevo

Son de color blanco aperlado, ovalados y obvipositados en la harina o residuos de los granos.

2.2.3.3 Larva

Delgadas, cilíndricas, apodas de color blanco que llegan a medir hasta 5mm y se encuentran en túneles dentro del grano o en la harina y residuos del grano.

2.2.3.4 Pupa

La pupa al principio es blanca, gradualmente cambia a amarillo, después a café y finalmente se transforma en adulto (González *et al.*, 1983).

2.2.4 Biología, Hábitos y Daños.

Las hembras ovipositan hasta 450 huevos entre la harina o residuos de los granos. Los huevecillos están cubiertos con una secreción pegajosa, que permite que se adhieran a las superficies y facilita la infestación. Los huevos incuban después de 5 a 12 días, dando origen a pequeñas larvas delgadas, cilíndricas, de color blanco, que llegan a medir 5 mm. El ciclo completo, dependiendo de la temperatura, demora de 6 a 8 semanas y los adultos viven de 12 a 18 meses. El ciclo biológico de *T. castaneum* a 35-37° C y 70% de H.R. dura aproximadamente 20 días. La temperatura para su desarrollo varía de 20 a 40° C y la

H.R. de 30 a 90%. A menos de 20° C la larva se desarrolla pero la pupa no es capaz de transformarse en adulto.

2.2.5 Ciclo Biológico

El ciclo biológico de *T. castaneum* dura aproximadamente 25 días. a 32,5° C y 70% de H.R. La temperatura para su desarrollo varía de 20 a 37,5° C y la H.R. de 10 a 90%. *T. castaneum*, a pesar de que prefiere granos partidos o dañados, es capaz de multiplicarse en granos de trigo enteros cuando la humedad es elevada, alimentándose primero del germen y después del endospermo.

2.3 Barrenillo Menor de los Granos

2.3.1 Clasificación Taxonómica del Barrenillo Menor de los Granos (*Rhyzopertha dominica*)

Este insecto presenta la siguiente posición taxonómica (Borror *et al.*, 1979).

Orden: Coleóptera

Suborden: Polífaga

Familia: Bostrichidae

Subfamilia: Dinoderinae

Género: *Rhyzopertha*

Especie: *dominica*

2.3.3 Distribución e Importancia del Barrenillo Menor de los Granos

Se encuentra diseminado por todo el mundo. A este insecto se le encuentra principalmente en las zonas cálidas húmedas o templadas con baja humedad relativa. En el país se encuentra ampliamente disgregado, sin embargo en algunas partes del centro las condiciones climáticas no propician su multiplicación.

Actualmente se considera la principal plaga del trigo almacenado y su proliferación en parte se debe a que la mayoría de los embarques de trigo importado vienen infestados

por este insecto y se le encuentra en todos los almacenes del país. Otro factor que ha facilitado su establecimiento en México se debe a que el trigo contiene menos del 12% de humedad, porcentaje adecuado para *Rhyzopertha*, que prolifera perfectamente en granos secos (Gutiérrez, 1990).

2.3.3 Descripción Morfológica del Barrenillo Menor de los Granos *Rhyzopertha dominica*

Tiene cuerpo de forma cilíndrica, alargado, con la parte posterior redondeada y ligeramente truncada. Cabeza retráctil dentro del protórax. Antenas cuyos tres últimos segmentos son marcadamente más grandes que los demás. Protórax más o menos circular, rugoso debido a la existencia de pequeñas protuberancias. Capaz de volar. Tiene 2.5 a 3 mm de largo y color castaño a café oscuro (Gutiérrez, 1990).

2.3.3.1 Adulto

Tiene una longitud de 2.5 a 3mm y es de color café castaño a café rojizo u obscuro. Cuerpo cilíndrico alargado y cabeza retráctil dentro del protórax (Borror *et al.*, 1979).

2.3.3.2 Huevo

Huevecillo ovalado de color blanco perla el cual es depositado en la superficie de los granos o entre los espacios existentes entre ellos. Se depositan hasta 400 huevecillos por ovoposición.

2.3.3.3 Larva

La larva es de cuerpo pesado, cilíndrico, son de forma curvada con 3 pares de patas que les dan cierta movilidad. Se alimentan de semilla entera o dañada, incluso del polvo procedente de la alimentación de otros adultos y larvas (Borror *et al.*, 1979).

2.3.3.4 Pupa

La pupa es del tipo libera, con siete terguitos visibles y la parte caudal siempre cubierta

por la última muda. La duración de esta fase es de 6 a 9 días (Borrer *et al.*, 1979).

2.3.4 Biología, Hábitos y Daños

Las hembras depositan de 300 a 400 huevecillos en la superficie de los granos o entre ellos. Al emerger, las larvas que tienen patas, se abren camino hacia el interior de los granos de los cuales se alimentan y generalmente pasan la fase de pupa dentro de los granos. El ciclo completo dura de 4 a 10 semanas.

El adulto tiene una longevidad de 4 a 6 meses. El daño es causado al alimentarse de las semillas barrenando su interior y desarrollándose en ellas. Los adultos y larvas también pueden alimentarse de madera y otros productos, aunque tiene marcada preferencia por los cereales y sus derivados.

2.3.5 Ciclo Biológico

Su ciclo de vida de huevo a adulto es de 58 días en promedio. Su intervalo de desarrollo óptimo está comprendido entre 20 y 38°C y humedades relativas alrededor de 30%.

2.4 Muestreo

Es importante que al momento de la cosecha se inspeccione el grano para que no vaya infestado con este insecto. En el almacén se hace el muestreo al mismo momento que se está determinando la humedad, germinación, presencia de hongos, etc. Este muestreo debe de llevarse a cabo a intervalos frecuentes no mayores de un mes; para llevar a cabo lo anterior, se recomienda tomar muestras usando una sonda o tubo muestreador de 1 kg de semilla, de varias partes del lote de granos.

Las muestras deben ser revisadas utilizando una bandeja de zaranda, detectando la presencia de huevos o larvas, granos con agujeros y adultos vivos o muertos. La presencia de un adulto vivo es indicio de posibles problemas, ya que el daño es irreversible por lo que es necesario tomar medidas de control curativas (Jamieson y Jobber, 1974).

2.5 Antecedentes de la Tierra Diatomeas.

La tierra de diatomeas es un mineral de origen orgánico, porque se forma con los restos de algas fosilizadas durante 70 millones de años. Estas algas de tamaños microscópicos es llamada tierra de diatomeas. Tras fosilizarse dejaron una estructura sílice filamentosa que actúa como un eficiente insecticida y no daña al medio ambiente (Korunic, 1998).

Las diatomeas son algas unicelulares que se encuentran abundantemente en todos los ecosistemas y son probablemente el grupo más extenso de plantas en la tierra. Existen más de 25,000 especies con morfología distintiva entre ellas. Cuando las algas diatomeas mueren en cuerpos de agua (mares, lagunas o lagos) estos cuerpos descienden al fondo, donde su protoplasma se desintegra formándose en paredes celulares de silicio, produciendo grandes depósitos, los cuales después de varios periodos geológicos forman lo que se conoce como tierra de diatomea.

Muchos de estos depósitos se originaron hace 20 millones de años en lagos y océanos durante la etapa del eoceno y mioceno. Los depósitos pueden variar de grosor de pocos centímetros hasta cientos de metros, donde pueden encontrarse finamente laminado o masivamente (Korunic, 1998).

2.6 Propiedades Físico químicas de la Tierra de Diatomea.

La diatomea está constituida por dióxido de silicio (SiO_2) de restos fosilizados de diatomeas de agua dulce y salada (Cook y Armitage, 2000). El SiO_2 constituye cerca del 70 al 90 % del total de los compuestos presentes en la diatomea, el resto son pequeñas cantidades de minerales, tales como, cristales de silicio, calcio, fósforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, óxido de hierro, magnesio, sodio, cal. Dependiendo del contenido de minerales es su color, el cual adquiere una tonalidad que va de blanco-gris a amarillo-rojo (Golob, 1997; Korunic, 1998; Fields y Korunic, 2000).

Las diferentes formulaciones de tierra de diatomeas pueden presentar variación en la toxicidad. Esta se debe en gran parte a las características físicas del producto, las cuales dependen de la fuente de donde se obtuvieron (Arthur, 2000 a; Arthur, 2000 b).

La tierra de diatomea es preparada para su uso comercial por medio de canteras, secado y molienda. El único cambio de la tierra de diatomeas durante este proceso es la reducción del contenido de humedad y tamaño de la partícula. El resultado de este proceso es un polvo fino tipo talco, con un tamaño de partícula promedio de 0.5 a 100 micras um (la mayoría entre 10 a 50 micras um), con una alta capacidad de adsorción de aceites y con pequeñas cantidades de arcilla y otras impurezas. El pH ofrece un rango de 4.4 a 9.2 lo que depende de la fuente y contenido de humedad entre 2 al 6% (Korunic, 1997; Korunic, 1998).

2.7 Modo de Acción de la Tierra Diatomeas.

Su estructura filamentosa produce heridas en todo tipo de insectos, y su características deshidratante absorbe sus líquidos interiores, eliminándolos por deshidratación. Por ser una acción física, no deja desarrollar la capacidad de inmunidad en insectos.

2.8 Recomendaciones

No es un producto venenoso ni tiene olor, por lo que se le puede aplicar manualmente sin ser necesaria la utilización de equipos especiales. La única recomendación es evitar la aspiración, es compatible con productos fitosanitarios por lo que se puede aplicar juntos en la misma fumigación, dejándolo actuar por varios días.

2.9 Control de Insectos de Almacén con Tierra de Diatomeas

Los polvos inertes se han empleado para el control de un gran número de insectos de granos almacenados, entre los que se encuentran, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzoperta dominica*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *S. zeamais*, *Sitophilus granarium*, *Acarus siró*, *S. oryzae*, *Tenebrio molitor*, *Prostephanus truncatus* y *Acanthoscelides obtectus* (Korunic, 1997; Korunic, 1998; Arthur,

2000 b; Cook y Armitage, 2000; Fields y Korunic, 2000 y Arthur, 2001).

Al aplicarse diatomea como un protector de superficie sin alimento (granos) a dosis de 0.5 mg/cm², en ensayos de laboratorio se obtiene el 100 % de mortalidad en *Tribolium confusum* (Arthur, 2000a). Mewis y Uirichs (2001), demostraron que *T. confusum* y *T. molitor* en presencia de alimento mueren más lentamente que sin alimento. Fields y Korunic (2000), también mencionan que a dosis de 400 ppm de diatomea producen el 92 % de mortalidad de *Tribolium castaneum* en condiciones de laboratorio.

Quarles (1992), señala que el frijol almacenado en sacos de 50 kg se puede proteger con cantidades tan pequeñas como 300 ppm de diatomea. Tratamientos de laboratorio con dosis de 3 y 5 g/kg en trigo, reduce las poblaciones de ácaros durante 23 semanas (Cook y Armitage, 2000).

La diatomea se recomienda emplearla si el grano va a estar por largos periodos en el almacén y para ser usadas como parte de la estrategia en el manejo integrado de plagas en granos y en la industria de procesamiento.

2.10 Métodos de Control Convencionales

Acercad el uso de diferentes alternativas de control a nivel mundial y en México para bajar las poblaciones de insectos que dañan granos almacenados según las diversas literaturas existen varias alternativas dentro de las cuales se pueden mencionar el método químico, biológico, físico, mecánico, entre otros (Pérez , 1993). Con respecto a los diferentes tipos de control de los insectos que atacan granos almacenados se mencionan los siguientes:

2.10.1. Control Cultural

Uno de los factores más importantes a considerar para obtener una buena sanidad en los espacios cerrados de almacenamiento de granos son las labores de inspección o manejo

cultural en estos almacenes y en campo. Una inspección consiste en observar en forma minuciosa las instalaciones, edificios, vehículos, equipos de almacenamientos, sanidad y traslado al momento de la cosecha. Las indicaciones a tomar en cuenta son las siguientes (Leos Martínez, 1992).

- 1) Evitar daños en el campo por gusano elotero y pájaros, ya que retarda la entrada del gorgojo del maíz.
- 2) Las cosechas tempranas disminuyen el tiempo de exposición al ataque del gorgojo del maíz
- 3) Los lugares de almacenamiento deben estar libres de gorgojos y derrama de granos antes de almacenar el producto.
- 4) Evite poner los sacos directamente en el piso, por lo que se recomienda usar tarimas.
- 5) Evite almacenar en sacos viejos y rotos, y almacenar los granos sin apilar.

2.10.2. Control Biológico

Estos métodos plantean mecanismos naturales que actúan sobre los insectos sin alterar el medio ambiente, con el objeto de mantener a las poblaciones dañinas a un nivel bajo, incrementando o favoreciendo a las poblaciones depredadoras o parasitarias en niveles mayores.

En plagas de granos o semillas almacenados se han encontrado varios parasitoides tales como: avispidas (Hymenoptera) de las especies *Bracon hebetor* Say, *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Cephalonomia tarsalis* Ashmead, *Trichogramma* spp. y otros de las familias Ichneumonidae, Evaniidae, Braconidae, Chalcididae, Bethylidae, Trichogrammatidae, Eurytomidae, Pteromalidae. Dentro de los depredadores se mencionan a *Xylocoris flavipes* Reuter y *Lyctocoris* spp., *Amphibolus venator* Klug y

Peregrina torbiannulipes Montrouzier y ácaros de muy diversos grupos que pueden actuar desde comedores de granos, de esporas e hifas de hongos hasta depredadores de diversos estados de desarrollo de insectos de almacén y de otros ácaros ahí presentes (Ramírez, 1993).

El control biológico con uso de depredadores implica muchos y cuidadosos estudios tanto de población como ecológicos en general, ya que una falla puede provocar un desbalance natural no deseado y a veces hasta nocivo en el equilibrio natural de los ecosistemas. De esto se han tenido muchas experiencias contradictorias que se han revertido. En alguna ocasión se pensó que el acaro *Poemotes tritici* podría ser una panacea para el control de insectos de almacén, ya que éste acaro se alimenta de todos los estados de desarrollo de *Tribolium castaneum* Herbst, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Prostephanus truncatus* Horn y *Sitotroga cerealella* Olivier entre otros, pero después de diversos estudios de laboratorio y bodega, se encontró que este organismo es tóxico para los consumidores de granos y también se sabe que puede producir irritaciones en la piel de los trabajadores en los almacenes y por lo tanto no es factible usarlo como un método de control biológico efectivo (Ramírez, 1993).

2.10.3. Control Físico.

El control físico es el método de combate de insectos plaga que tiene como medidas modificar el ambiente abiótico que influye sobre el organismo, de tal manera que este sea desfavorable para la vida de los insectos de almacén.

El control físico puede ser preventivo o correctivo en su aplicación y a diferencia del control cultural, la acción o el equipo utilizado están dirigidos en forma específica contra el insecto, en vez de ser una práctica agrícola (NAS, 1978).

2.10.4. Control Químico.

Generalmente se utilizan gases tóxicos penetrantes, e insecticidas no residuales; al usar

cualquier fumigante, es importante cubrir los sacos, silos o el local con tela plástica y bien sellada contra el suelo con pesas o cinta adhesiva; se deja cubierto por uno a cinco días y luego se ventila por uno o dos días más, antes de empezar a consumirlo. Dentro de las insecticidas se menciona a Folithion y Actellic y organofosforados en polvo, y como fumigante a la fosfamina (fosforo de aluminio), Phostoxin, Gastion, Detia, Gas XT y otros. Los cuales son eficaces contra todos los estados biológicos de los insectos (huevos, larvas, pupas y adultos) que atacan al grano almacenado.

Son relativamente pocos los productos que pueden utilizarse con confianza para el control de las plagas de los alimentos almacenados, se trata en esencia de una gama limitada de insecticidas persistentes y fumigantes no persistentes. Estos pocos productos se han utilizado amplia e intensamente en casi todos los países del mundo y es probable que las normas de calidad que actualmente están vigentes contra la presencia de insectos no se hubieran podido realizar si no se hubiera podido contar con esas sustancias y en particular con el malatión. Por lo que todo mundo está consciente de que los plaguicidas constituyen un recurso valioso, sin embargo, para reducir las cantidades empleadas y el número de aplicaciones se deben de usar con un mayor conocimiento y prudencia. Al hacerlo, se reducirá la presión selectiva para la resistencia y se prolongará la vida útil de cada insecticida, esto coadyuvará en una reducción en el nivel de contaminación del medio ambiente y de residuos en los alimentos (Pérez Mendoza, 1993).

Díaz (1970) indica que malatión a una dosis de 15 ppm ocasionó el 99 % de mortalidad después de 165 días de la aplicación y que con una dosis de 10 ppm, esta protección solo duró 104 días contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado.

Díaz (1991) menciona que la aplicación de malatión al 4 % deodorizado a razón de 20 ppm y clorpirifos metílico al 1 %, a dosis de 4 ppm protegieron el maíz y frijol almacenado contra el daño de gorgojo del maíz y gorgojo pinto del frijol por un periodo de tres meses.

Champ y Dyte (1976) señalan que los productos más usados para el control de plagas de almacén después del malatión son la piretrina, piretroides (resmetrina y bioresmetrina)

y organofosforados (fenitrotion, diclorvos, pirimifos metílico).

Hodges y Meik (1986) señalan que con dosis de 6.0 ppm de permetrina se protege al maíz almacenado contra *Sitophilus zeamais* ya que esta especie es más susceptible que *S. oryzae*. Los mismos investigadores mencionan que el Clorpirifos metílico protege adecuadamente el maíz y trigo durante un año al ataque de *Sitophilus zeamais* y *S. granarus*.

La impregnación adecuada de los granos con la mezcla insecticida depende del método de aplicación. Siempre que sea posible, debe de utilizarse la aplicación de deltametrina en el sistema transportador, lo más cerca del punto de recepción del grano. Con el tratamiento preventivo de este insecticida en los granos a granel se reducirá el nivel de infestación en aproximadamente un 75% en todas las instalaciones donde se recibe esta materia prima (Pérez, 1993).

Los fumigantes bromuro de metilo y fosfuro de aluminio son los más usados en el control de plagas de almacén donde la fosfina es la que ofrece la mayor ventaja debido a su fácil aplicación, ya que no se requiere de un equipo de fumigación; debido a su presentación en forma de tabletas las cuales se colocan sobre la superficie de las estibas o por debajo de las parrillas que soportan a las estibas, o bien colocarlas sobre charolas (Pérez, 1993).

2.10.5. Control de Plagas de Almacén con Extractos de Plantas.

Browry *et al.* (1986), probaron polvos de oleaginosas y encontraron que una solución de *Azadaractina indica* fue efectiva para reducir la oviposición de *Sitophilus oryzae* el daño al grano de maíz. La actividad de la semilla y hojas de esta planta reducen la progenie de *Sitophilusoryzae*, *S. zeamais* y *Rhyzoperta dominica*.

Chandler y Ahmed (1995) reportan que el rizoma de *Acoruscalamus* 1 % protege los granos contra *S. oryzae*, *Trogoderma granarium* y *Callosobruchus chinensis*. Así mismo menciona que las hojas de *Clerodendrum inerme* y *Cestrum nocturnum* al 5% resultaron efectivas contra *S. oryzae* y *T. granarium*.

Al probar productos vegetales, Malik y Mujtaba (1984) encontraron actividad antifúngica contra *Rhizopertha dominica* en las hojas de *Chenopodium ambrosioides* y en una azadiractina aislada de neem.

Combs *et al.* (1977) señalan que la reproducción de tres razas de *S. oryzae* redujo notablemente cuando se mezcló chícharo con trigo en igual proporción.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del Experimento.

La presente investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Entomología y Artrópodos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, ubicado en el Municipio de San Nicolás de los Garza, así como en la Facultad de Agronomía UANL campus Marín, localizado en carretera Zuazua Marín Km 17.5, Marín, N.L., México.

3.2 Material Biológico e Inerte

Se utilizó semilla de trigo (*Triticum aestivum* variedad Pelona), la cual se obtuvo de la cosecha de la Facultad de Agronomía UANL. Se procedió a confinarla en un congelador (-20°C) durante cinco días para eliminar contaminación externa por insectos que pudieran infestar la semilla y alterar el experimento.

Las especies insectiles a estudiar fueron *Rhyzopertha dominca* (Fabricius), *Tribolium castaneum* (Herbst) y *Sitophilus zeamais* (Mostchulsky)

El material inerte consistió en polvos finamente preparados de Tierra de Diatomeas con un tamaño promedio de partícula de 45-60 micras.

3.3 Variables

Las variables evaluadas en este estudio fueron para el caso del experimento uno el porcentaje de mortalidad de los insectos, porcentaje de pérdida de peso del grano y porcentaje de germinación de la semilla.

En el experimento dos, se evaluaron el porcentaje de mortalidad de los insectos y porcentaje de germinación de la semilla.

3.4. Diseño Experimental

Para la ejecución del presente trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

3.4.1 Experimento Uno

En el experimento uno, para todas las variables, se incluyeron para cada especie de insecto cinco tratamientos con cinco repeticiones para un total de 75 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en un vaso de plástico de 1L de capacidad con 500 g de trigo en donde se agregaron 20 insectos, por vaso para un total de 500 individuos por tratamiento.

3.4.2 Experimento Dos

En el experimento dos para cada especie de insecto únicamente se evaluaron las dosis más efectivas, la unidad experimental fue un saco de tela de algodón con 1kg de trigo para cada dosis, con cinco repeticiones. Incluyendo un testigo en blanco.

Los tratamientos evaluados fueron:

Tratamiento 1 = Tierra de Diatomeas 0.7g/Kg

Tratamiento 2 = Tierra de Diatomeas 0.5g/Kg

Tratamiento 3 = Tierra de Diatomeas 0.25g/Kg

Tratamiento 4 = Tierra de Diatomeas 0.15g/Kg

Tratamiento 5 = Testigo sin aplicación



Figura 1. Arreglo de tratamientos y montaje del experimento de laboratorio

3.5 Modelo Estadístico

El diseño estadístico utilizado en los dos experimentos, para el análisis de las variables, porcentaje de mortalidad del insecto, porcentaje de pérdida de peso del grano y porcentaje de germinación de la semilla, fue completamente al azar, cuyo modelo estadístico es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = media general,

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental del tratamiento ij

$\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

Dónde la hipótesis estadística es:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

H_a : al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

3.6 Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico en ambos experimentos, se utilizó el programa de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León versión 2.5 FAUANL (Olivares, 1994). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de DMS. Todos los datos, incluyendo los de porcentaje de mortalidad de los insectos, porcentaje de pérdida de peso del grano y porcentaje de germinación de la semilla se transformaron a arco seno $\sqrt{x\%/100}$ (Olivares, 1994; Herrera y Barreras, 2005).

3.7 Metodología General

La metodología seguida fue la propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989), la cual consiste en evaluar los tratamientos de Tierra de Diatomeas en un experimento de laboratorio (Experimento uno), bajo condiciones controladas, y posteriormente se realizó un experimento de almacén (Experimento dos) para corroborar los resultados obtenidos en laboratorio, únicamente evaluando las dosis más efectivas.

3.7.1 Experimento Uno

Para la evaluación de las variables del experimento uno en laboratorio, se utilizaron siete frascos de hielo seco con capacidad de un litro cubiertos con tela de organza, los cuales se llenaron con 500g de semilla de trigo entero como sustrato (semilla quebrada en el caso de *T. castaneum*). Cada 500g de semilla se mezcló con un tratamiento, los cuales consistieron en cuatro dosis específicas de tierra de diatomeas (dosis de 0.7, 0.5, 0.25 y 0.15g/Kg) y un kilogramo de trigo sin ninguna mezcla como testigo en blanco. A cada frasco se añadieron 20 parejas de insectos adultos.

3.7.2 Experimento Dos

Para evaluar las variables del experimento dos con cada especie de insecto, se prepararon nuevos tratamientos con las dosis que resultaron más efectivas en la mortalidad del insecto, las cuales fueron 0.75g/Kg y 0.5g/Kg de Tierra de Diatomeas y

un testigo en blanco, para esto se agregó 1Kg de semilla sin infestar en sacos de tela de algodón iguales a los utilizados para almacenar, la semilla se mezcló con las dosis de diatomeas señaladas anteriormente. A cada saco se añadieron 20 parejas de cada una de las especies de los insectos estudiados. Estos se colocaron en el almacén de la Facultad de Agronomía campus Marín bajo condiciones normales. Se realizó un experimento por especie, además de un testigo en blanco, con cinco repeticiones.

Los monitoreos de porcentaje de mortalidad se hicieron monitoreos a los 10, 20 y 30 días de exposición, cuyo tamaño de muestra fue de 1 kg retirando totalmente la semilla del saco incluyendo el polvo. El porcentaje de germinación se evaluó al terminar el experimento, es decir a los 30 días después del inicio del experimento.

3.8 Testigo sin Aplicación de Tierra de Diatomeas

En todos los casos se usó un testigo en blanco (sin aplicación de Tierra de Diatomeas) en el cual también se depositaron 2.5 kg de grano de maíz, repartidos en cinco vasos de hielo seco con 500 g de maíz cada uno. Se le adicionaron 20 insectos adultos de *S. zeamais* en cada repetición, y posteriormente se evaluaron a los 10, 20 y 30 días después de la aplicación de la Tierra de Diatomeas.

3.9 Medición de las Variables

3.9.1 Experimento Uno

3.9.1.1 Porcentaje de mortalidad.

Se checó el porcentaje de mortalidad de los insectos de prueba a los 10, 20 y 30 días de exposición, para lo cual se removió el contenido de los frascos vaciando los granos de cada uno de ellos. Se consideraron insectos muertos aquellos que permanezcan totalmente inmóviles y que al tocarlos una aguja de disección no mostraron respuesta alguna; también se registró el número de insectos vivos.



Figura 2. Conteo de insectos vivos y muertos

3.9.1.2 Porcentaje de germinación

Para evaluar esta variable, después de 30 días del inicio del experimento uno, se colocó algodón húmedo en cajas de Petri con 20 semillas en cada una de cada uno de los tratamientos con Tierra de Diatomeas, las cuales se cubrieron con papel plástico para mantener un ambiente favorable a la germinación. Esto con la finalidad de establecer si la Tierra de Diatomeas tiene algún efecto sobre la germinación de la semilla. Para la estandarización del porcentaje de germinación de la semilla, se realizó una prueba con trigo sano y sin infestación de ningún tipo, con cinco repeticiones, cuyo resultado fue considerado como el 100% de germinación.

3.9.1.3 Porcentaje de pérdida de peso del grano

Se evaluó únicamente en el experimento de laboratorio (por a la naturaleza del almacenaje, en el caso del experimento dos, se pueden registrar pérdidas que afecten los resultados) y tiene la finalidad de determinar las pérdidas en el grano provocadas por los insectos debido a su alimentación. Se realizó llevando a cabo pesajes antes del experimento y a los 30 días después de la infestación en todos los tratamientos utilizando la formula de Adams y Schulten (1976).

$$\%PP = \left(\frac{\text{número de granos dañados}}{\text{número total de granos}} \times 100 \right) \times C$$

Donde %PP = Porcentaje de pérdida de peso; C = 0.125 si la semilla es almacenada como grano y C=0.222 si el trigo es almacenado en espiga.

3.9.2 Experimento Dos

3.9.2.1 Porcentaje de mortalidad

Esta variable se cuantificó usando el mismo procedimiento que el utilizado para el experimento uno, en las dosis de Tierra de Diatomeas de 0.75g/Kg y 0.5g/Kg, las cuales fueron las mejores en la evaluación de dicho experimento debido a que causaron mayor mortalidad. Las evaluaciones se realizaron igual que en el experimento uno a los 10, 20 y 30 días de exposición.

3.9.2.2 Porcentaje de germinación

Para evaluar esta variable se siguió el mismo procedimiento del experimento uno, también en las dosis de Tierra de Diatomea (0.75g/Kg y 0.5g/Kg) que produjeron mayor mortalidad de los insectos sometidos a prueba.



Figura 3. Cámaras húmedas para evaluar la germinación

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados del Experimento Uno

4.1.1. Porcentaje de Mortalidad

4.1.1.1 Porcentaje de mortalidad para *Rhyzopertha dominica*

4.1.1.1.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

De acuerdo al análisis de varianza para los datos de mortalidad de *R. dominica* a los 10dda no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con Tierra de Diatomeas pero si con el testigo en blanco (Cuadro 1). Sin embargo, el tratamiento 2 (dosis de 0.5g/Kg) mostró la mayor mortalidad, mostrando una media estadística de 33, aunque sin diferencia significativa con el resto de los tratamientos, siendo todos diferentes estadísticamente al testigo en blanco, el cual no mostró mortalidad.

Cuadro 1. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
2 (0.5g/Kg)	33.00 A
1 (0.7g/Kg)	28.00 A
3 (0.25g/Kg)	28.00 A
4 (0.15g/Kg)	24.00 A
5 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.1.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

El análisis de varianza con los datos de mortalidad de *R. dominica* fueron transformados a arcoseno, a los 20dda el tratamiento se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con Tierra de Diatomeas y con el testigo en blanco (Cuadro 2). El tratamiento uno mostró la media estadística más alta, con 59% de mortalidad, contrastando con el testigo, donde no se obtuvo mortalidad. Estos

resultados concuerdan con los de Cook y Armitage (2000) quienes encontraron que la Tierra de Diatomeas empleada en dosis bajas (menores a 5 g/Kg) reducen las poblaciones de artrópodos en trigo.

Cuadro 2. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	59.00 A
2 (0.5g/Kg)	50.00 AB
3 (0.25g/Kg)	49.00 AB
4 (0.15g/Kg)	37.00 B
5 (Testigo)	0.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.1.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

Según el análisis de varianza de los datos de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* a los 30dda presentó un comportamiento similar a las anteriores, mostrando diferencia significativa entre tratamientos y el testigo en blanco (Cuadro 3), sin embargo fue en este tiempo de exposición donde se encontró el valor de mortalidad más alto, alcanzando una media estadística de 82 en el tratamiento 1, con respecto a una media de 13 en el testigo sin aplicación. Estos resultados no concuerdan con los de Golob (1997) quien menciona que a dosis bajas de Tierra de Diatomeas se alcanza una mortalidad de 100% en *Rhizopertha dominica* en periodos cortos de exposición.

Cuadro 3. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.5g/Kg)	82.00 A
2 (0.5g/Kg)	70.00 A
3 (0.25g/Kg)	68.00 A
4 (0.15g/Kg)	46.00 B
5 (Testigo)	13.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.2 Porcentaje de mortalidad para *Tribolium castaneum*

4.1.1.2.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

De acuerdo el análisis de varianza realizado a los datos para el gorgojo castaño de la harina a los 10dda se encontraron medias estadísticas fluctuantes entre 2 (testigo en blanco) y 36 (Tratamientos 3 y 4); Hubo diferencia significativa entre los tratamientos 1, 4 y 5, mientras que el tratamiento 1, 2 y 3 se comportaron estadísticamente de la misma manera. La mortalidad más alta se alcanzó en este periodo de exposición con los tratamientos con dosis de más bajas (0.25 y 0.15g/Kg) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
3 (0.7g/Kg)	36.00 A
4 (0.5g/Kg)	36.00 A
1 (0.25g/Kg)	28.00 AB
2 (0.15g/Kg)	17.00 BC
5 (Testigo)	2.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.2.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

El análisis de varianza con los datos de mortalidad de *T. castaneum* a los 20dda todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, mostrando medias 43 hasta 82, y en el testigo en blanco una media estadística de 3 (Cuadro 5). La mortalidad más alta se alcanzó con el tratamiento de Tierra de Diatomeas a dosis de 0.7g/Kg, aunque no tuvo diferencia significativa con el tratamiento 2, el cual mostró una media de 75. Estos resultados concuerdan con los de Korunic (1997) quien señala que estos polvos inertes se han empleado con gran éxito en el control de insectos plaga de granos almacenados incluyendo a *R. dominica* y *T. castaneum* obteniendo mortalidades arriba del 80%.

Cuadro 5. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	82.00 A
2	75.00 AB
3	59.00 BC
4	43.00 C
5	3.00 D

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.2.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

Según los resultados arrojados por el análisis de varianza realizado a los datos de mortalidad de *T. castaneum* todos los tratamientos con Tierra de Diatomea fueron estadísticamente iguales, pero mostraron diferencia significativa con el testigo sin aplicación, contrastando las medias de mortalidad, las cuales fueron arriba del 89 en el caso de los tratamientos con diatomeas y de sólo 7 para el testigo (Cuadro 6). Esto concuerda con lo encontrado por Haro (2004) quien señala que estas tierras provocan mortalidades entre 96 y 100% en plagas de trigo almacenado. En base a los resultados obtenidos se pudiera implicar que la dosis para obtener la mayor mortalidad y el tiempo de exposición se ven fluctúan entre las especies de insectos.

Cuadro 6. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
2 (0.7g/Kg)	94.00 A
1 (0.5g/Kg)	93.00 A
3 (0.25g/Kg)	91.00 A
4 (0.15g/Kg)	89.00 A
5 (Testigo)	7.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.3 Porcentaje de mortalidad para *Sitophilus zeamais*

4.1.1.3.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

Con respecto a la mortalidad del gorgojo del maíz, se concluyó de acuerdo al análisis

de varianza con los datos de mortalidad que a los 10dda se presentaron mortalidades altas (arriba del 57%). Los tratamientos 1, 2 y 3 fueron estadísticamente iguales pero diferentes al tratamiento 4, el cual presentó una media de 57, contrastando de igual manera con el testigo en blanco, el cual no presentó mortalidad (Cuadro 7). Esto coincide con lo encontrado por diversos autores quienes registraron mortalidades de hasta 100% en el picudo del maíz (Korunic, 1997, Mewis y Ulrich, 2001).

Cuadro 7. Comparación de medias de mortalidad de *S. zeamais* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	91.00 A
3	86.00 A
2	81.00 A
4	57.00 B
5	0.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.3.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

Los resultados del análisis de varianza para los datos de mortalidad de insectos adultos del picudo del maíz, a los 20dda las mortalidades altas se mantuvieron, de igual manera no hubo diferencia estadística entre el tratamiento 2 y 3, pero si hubo diferencia entre el tratamiento 1, y 4, de igual manera con el testigo en blanco, el cual obtuvo una media de 8, presentando la mortalidad más baja, mientras que la mortalidad más alta se encontró en el tratamiento 1 con una media estadística de 96 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias de mortalidad de *S. zeamais* por tratamiento a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	96.00 A
3 (0.25g/Kg)	92.00 AB
2 (0.5g/Kg)	88.00 AB
4 (0.15g/Kg)	82.00 B
5 (Testigo)	8.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.1.3.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

Se concluyó de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza de los datos de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais*, que se alcanzó una mortalidad de 100% a los 30dda, únicamente en el caso del tratamiento 1, siendo estadísticamente igual respecto al resto de tratamientos con Tierra de Diatomeas, pero habiendo diferencia significativa con respecto al testigo sin aplicación (Cuadro 9). Estos porcentajes coinciden con los encontrados por Golob (1997) quien encontró mortalidades de 100% en dosis bajas de diatomeas (0.05%).

Cuadro 9. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.00 A
2	99.00 A
3	96.00 A
4	93.00 A
5	29.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.2 Porcentaje de Pérdida de Peso

4.1.2.1 Porcentaje de pérdida de peso de la semilla por *Rhizopertha dominica*

Según el análisis de varianza efectuado a los datos, la pérdida de peso total en el caso de la infestación con el barrenillo menor de los granos *R. dominica* resultó ser estadísticamente igual en todos los tratamientos (Cuadro 10), por lo cual no se procedió a realizar una comparación de medias, sin embargo, se encontró que la mayor pérdida de peso se registró en el testigo en blanco, con una pérdida de casi 3%; según estos resultados se acuerda con lo encontrado por Silva-Aguayo *et al.* (2004), quienes mencionan que la pérdida de peso para semilla tratada con Tierra de Diatomeas en concentraciones bajas (1 y 2%) es inferior al 2%.

Cuadro 10. Análisis de Varianza de la pérdida de peso por insectos adultos de *R. dominica* para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	4.789993	1.197498	2.3654	0.087
ERROR	20	10.125000	0.506250		
TOTAL	24	14.914993			

Tiene una probabilidad aceptada como no significativa
C.V. = 29.58%

4.1.2.2 Porcentaje de pérdida de peso de la semilla por *Tribolium castaneum*

El análisis de varianza realizado arrojó como resultado que la pérdida de peso registrada en los tratamientos para la evaluación de las infestaciones con el gorgojo confuso de la harina no mostró diferencia significativa entre los tratamientos con diatomeas, pero sí con el testigo en blanco; la mayor pérdida de peso se registró en los tratamientos 5 y 3, con medias estadísticas de 1.7550 y 1.3500 respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias de la pérdida de peso por insectos adultos de *T. castaneum* para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
5 (Testigo)	1.7550 A
4 (0.15g/Kg)	0.4250 B
3 (0.25g/Kg)	1.3500 B
2 (0.5g/Kg)	0.3250 B
1 (0.7g/Kg)	0.3000 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.2.3 Porcentaje de pérdida de peso de la semilla por *Sitophilus zeamais*

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza realizado a los datos de porcentaje de pérdida de peso por este insecto, se encontró que se comportó de manera similar al de los otros insectos; se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos con diatomeas, teniendo una baja pérdida de peso con medias menores al 1%, mientras que la mayor pérdida de peso se registró con el testigo sin aplicación con una media estadística de 2.6750 (Cuadro 12). Esto coincide

ampliamente con los resultados de Silva-Aguayo *et al* (2004) quienes encontraron que la pérdida de peso de la semilla tratada con diatomeas es menor en alrededor de un 2% en comparación con la semilla sin aplicación alguna de métodos de control.

Cuadro 12. Comparación de medias de la pérdida de peso por insectos adultos de *S. zeamais* para los tratamientos de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
5 (Testigo)	2.6750 A
4 (0.15g/Kg)	0.3250 B
3 (0.25g/Kg)	0.2750 B
2 (0.5g/Kg)	0.2550 B
1 (0.7g/Kg)	0.1750 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.3 Porcentaje de Germinación

4.1.3.1 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Rhyzopertha dominica*

Según el análisis de varianza para los datos de los porcentajes de germinación para semilla infestada con el barrenillo menor de los granos resultó que estadísticamente fueron iguales los porcentajes para tratamientos de diatomeas, pero presentaron diferencia estadística con la media del testigo en blanco, siendo esta 67.0420. En los tratamientos con este polvo inerte se obtuvieron medias de germinación de arriba de 94.3180, concluyendo que al tratar la semilla con diatomeas no se afecta la viabilidad de la misma (Cuadro 13). Esto coincide con lo encontrado por Mazzuferi *et al* (2006) quienes mencionan que el poder germinativo de la semilla no se ve afectado por el contacto con estos polvos inertes.

Cuadro 13. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *R. dominica*.

TRATAMIENTO	MEDIA
3 (0.25g/Kg)	96.5960 A
1 (0.7g/Kg)	94.3220 A
4 (0.15g/Kg)	94.3200 A
2 (0.5g/Kg)	94.3180 A
5 (Testigo)	67.0420 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.3.2 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Tribolium castaneum*

El análisis de varianza efectuado a los datos de germinación indica que se obtuvieron excelentes porcentajes de germinación en el caso de la semilla de trigo infestada con el gorgojo castaño de la harina cuando fue tratada con diatomeas, revelando que no se afectó el poder germinativo de la misma; sin embargo, la germinación de todos los tratamientos de diatomeas fueron estadísticamente iguales, únicamente difiriendo del testigo sin aplicación, el cual obtuvo una media estadística de menor, con las medias de los tratamientos con el polvo inerte, las cuales fueron de arriba de 90 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *T. castaneum*.

TRATAMIENTO	MEDIA
4 (0.15g/Kg)	96.5920 A
1 (0.7g/Kg)	95.4540 A
2 (0.5g/Kg)	94.3160 A
3 (0.25g/Kg)	90.9120 A
5 (Testigo)	65.9080 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.1.3.3 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Sitophilus zeamais*

Según el análisis de varianza el comportamiento de las medias para el porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas e infestada con el gorgojo del maíz

fue similar a los anteriores, mostrando medias estadísticamente iguales entre tratamientos con el polvo inerte únicamente encontrándose diferentes significativamente ante el testigo en blanco, el cual tuvo el menor poder germinativo. Los porcentajes de germinación de la semilla tratada con diatomeas fueron arriba del 90%, pudiéndose puntualizar que estos polvos inertes no afectaron la viabilidad de la semilla (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *S. zeamais*.

TRATAMIENTO	MEDIA
3 (0.25g/Kg)	100.0000A
2 (0.5g/Kg)	97.7260 A
4 (0.15g/Kg)	94.3240 A
1 (0.7g/Kg)	94.3220 A
5 (Testigo)	63.6360 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2 Resultados del Experimento Dos

4.2.1 Porcentaje de Mortalidad

4.2.1.1 Porcentaje de mortalidad para *Rhizopertha dominica*

4.2.1.1.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

Se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad a los 10dda donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con Tierra de Diatomeas pero si con el testigo en blanco (Cuadro 16). Sin embargo el tratamiento 1 (dosis de 0.7g/Kg) mostró la mayor mortalidad, mostrando una media estadística de 10, aunque sin diferencia significativa con el tratamiento 2 (0.5g/Kg), siendo los dos diferentes estadísticamente al testigo en blanco, en el cual no hubo mortalidad. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en el experimento uno, donde se encontraron medias de mortalidad arriba del 20% en este periodo de exposición, esto pudiera deberse a la naturaleza controlada del experimento uno, sin embargo los tratamientos de Tierra de

Diatomeas mostraron valores de mortalidad de hasta 10% mientras que el testigo en blanco no registró mortalidad alguna.

Cuadro 16. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	10.00 A
2 (0.5g/Kg)	8.00 A
3 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.1.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

Según el análisis realizado a los datos de mortalidad a los 20dda se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con Tierra de Diatomeas y con el testigo en blanco (Cuadro 17). El tratamiento 2 (0.5g/Kg) mostró la media estadística más alta, con 33, contrastando con el testigo, donde no se obtuvo mortalidad. Estos resultados concuerdan con los de Armitage (2000) quienes encontraron que la Tierra de Diatomeas empleada en dosis bajas (menores a 5 g/Kg) tiene potencial poder insecticida empleada en trigo.

Cuadro 17. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
2 (0.5g/Kg)	33.00 A
1 (0.7g/Kg)	28.00 A
3 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.1.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

De acuerdo al análisis de varianza realizado, la mortalidad a los 30dda presentó un comportamiento parecido a las anteriores, hubo diferencia significativa entre los dos tratamientos con diatomeas y también respecto al testigo en blanco (Cuadro 18), en este tiempo de exposición se encontró el valor de mortalidad más alto, con una media estadística de 59 en el tratamiento 1 (0.7g/Kg), con respecto a una media de 1 en el testigo sin aplicación. Estos resultados contrastan con los encontrados por Golob

(1997) quien menciona que la Tierra de Diatomeas en dosis pequeñas provoca una mortalidad de hasta 100% en *Rhyzopertha dominica* en periodos cortos de exposición, ya que en este experimento se logró únicamente una mortalidad de hasta 59%. Esto se pudiera explicar por las diferencias entre los productos empleados, ya que cada formulación de los mismos tiene características distintas, como origen de las tierras y tamaños de partícula.

Cuadro 18. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *R. dominica* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	59.00 A
2 (0.5g/Kg)	43.00 B
3 (Testigo)	1.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.2 Porcentaje de mortalidad para *Tribolium castaneum*

4.2.1.2.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

El análisis de varianza realizado para los datos de mortalidad de insectos adultos del gorgojo castaño de la harina a los 10dda dio como resultado que todos los tratamientos se comportaron diferente, obteniéndose la mortalidad mas alta con el tratamiento 1 (0.7g/Kg) con una media estadística de 33, seguido por el tratamiento 2 (0.5g/Kg). En el testigo en blanco no se registró mortalidad (Cuadro 19). Esto valida el resultado obtenido en laboratorio, donde se encontró que la mejor dosis para este tiempo de exposición es la del tratamiento 1 (0.7g/Kg).

Cuadro 19. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	33.00 A
2 (0.5g/Kg)	14.00 B
3 (Testigo)	0.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.2.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, a los 20dda todos los tratamientos con diatomeas fueron estadísticamente iguales entre si, con medias 47 y 28 (Tratamiento 1 y 2 respectivamente), sin embargo presentaron diferencia estadística con el testigo en blanco en el cual se obtuvo mortalidad nula (Cuadro 20). La mortalidad más alta se alcanzó con el tratamiento de Tierra de Diatomeas a dosis de 0.5g/Kg (Tratamiento 2), aunque no tuvo diferencia significativa con el tratamiento 1 (0.5g/Kg), el cual mostró una media de 28. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en laboratorio, donde estos dos tratamientos obtuvieron las mejores mortalidades, así como con los de Korunic (1997) quien señala que estos la Tierra de Diatomeas se ha probado con éxito en el control de insectos plaga como *T. castaneum* obteniendo mortalidades altas y también coincide con lo registrado por Subramanyam y Roesli (2000) quienes mencionan que las mortalidades comienzan a dispararse después de 15 días de exposición.

Cuadro 20. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
2 (0.5g/Kg)	47.00 A
1 (0.7g/Kg)	28.00 A
3 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.2.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

Según el análisis de varianza todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, contrastando las medias de mortalidad, las cuales fueron arriba del 76 en el caso de los tratamientos con diatomeas y de sólo 3 para el testigo (cuadro 21). Estos resultados avalan los obtenidos en laboratorio donde se encontraron mortalidades altas arriba del 70% y concuerda con lo obtenido por Haro (2004) quien señala que estas tierras provocan mortalidades entre 96 y 100% en plagas de granos almacenados.

Cuadro 21. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *T. castaneum* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
2 (0.5g/Kg)	87.00 A
1 (0.7g/Kg)	76.00 B
3 (Testigo)	3.00 C

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.3 Porcentaje de mortalidad para *Sitophilus zeamais*

4.2.1.3.1 Porcentaje de mortalidad a los 10 días después de la aplicación (dda).

El análisis de varianza para los datos de mortalidad del picudo del maíz indica que ésta fue alta (arriba del 50%) con tratamientos de diatomeas a los 10dda. Los tratamientos 1, 2 (Tierra de Diatomeas en dosis de 0.7g/Kg y 0.5g/Kg) fueron estadísticamente iguales pero diferentes al testigo en blanco, el cual no presentó mortalidad (Cuadro 22). Esto coincide con lo encontrado en el experimento de laboratorio, en donde se registraron altas mortalidades desde el primer periodo de exposición a las diatomeas, y también con lo encontrado Mewis y Ulrich (2001) quienes encontraron mortalidades arriba del 50% en el picudo del maíz.

Cuadro 22. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 10dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	58.00 A
2 (0.5g/Kg)	51.00 A
3 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.3.2 Porcentaje de mortalidad a los 20 días después de la aplicación (dda).

Se efectuó el análisis de varianza para los datos de mortalidad a los 20dda, se encontró que las mortalidades altas se mantuvieron, de igual manera no hubo diferencia estadística entre tratamientos con diatomeas, pero si hubo con el testigo en blanco, el cual no presentó mortalidad, mientras que la mortalidad más alta se

encontró en el tratamiento 1 con una media estadística de 92 (Cuadro 23). Esto concuerda ampliamente con lo registrado por Subramanyam y Roesli (2000) quienes mencionan que las mortalidades comienzan a dispararse después de 15 días de exposición.

Cuadro 23. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 20dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	92.00 A
2 (0.5g/Kg)	83.00 A
3 (Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.1.3.3 Porcentaje de mortalidad a los 30 días después de la aplicación (dda).

El análisis de varianza efectuado a los datos para este insecto a los 30dda, indica que se obtuvieron mortalidades de arriba del 90% en los tratamientos con diatomeas aunque fueron estadísticamente iguales, pero hubo diferencia significativa con respecto al testigo sin aplicación en el cual no hubo mortalidad (Cuadro 24). Estos resultados ratifican lo encontrado en laboratorio, donde las mejores dosis de Tierra de Diatomeas fueron 0.7 y 0.5g/Kg con mortalidades de arriba del 95%. En base a estos resultados se coincide con los de Strong y Sbur (1993) quienes mencionan que la Tierra de Diatoemeas protege efectivamente al grano de trigo de la infestación de adultos distintas especies de *Sitophilus*.

Cuadro 24. Comparación de medias de mortalidad de insectos adultos de *S. zeamais* por diferentes dosis de Tierra de Diatomeas a los 30dda.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	98.00 A
2 (0.5g/Kg)	95.00 A
3(Testigo)	0.00 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.2 Porcentaje de Germinación

4.2.2.1 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Rhyzopertha dominica*

Según lo encontrado al realizar el análisis de varianza, los porcentajes de germinación de la semilla infestada con el barrenillo menor de los granos (*R. dominica*) fueron estadísticamente iguales entre tratamientos de diatomeas, pero hubo diferencia estadística con la media del testigo en blanco, donde solo germino alrededor del 62% de la semilla. En los tratamientos con este polvo inerte se obtuvieron medias de germinación de arriba de 88.63, resultado que al tratar la semilla con diatomeas no se afecta su germinación, avalando lo encontrado en el experimento de laboratorio (Cuadro 25). Esto coincide con lo encontrado en el experimento uno, donde la mayor germinación se obtuvo con el tratamiento 1, lo cual sugiere que al morir más insectos se obtiene un porcentaje de germinación mayor, ya que la semilla tiene una mayor protección contra la alimentación de los insectos, lo cual pudiera dañar el poder germinativo de la misma.

Cuadro 25. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *R. dominica*.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	93.1820 A
2 (0.5g/Kg)	88.6380 A
3 (Testigo)	62.5000 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.2.2 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Tribolium castaneum*

Los resultados arrojados por el análisis de varianza respecto a la germinación de la semilla infestada con el gorgojo castaño de la harina cuando fue tratada con diatomeas, concluyen que ésta no se vio afectada, ya que se obtuvieron altas medias

estadísticas en estos tratamientos, sin embargo, fueron estadísticamente iguales entre sí, únicamente difiriendo del testigo sin aplicación, el cual obtuvo una media estadística de 65.9080 contrastante con las medias de los tratamientos con el polvo inerte, las cuales fueron de arriba de 90 (Cuadro 26). Esto corrobora los resultados del experimento de laboratorio, donde se obtuvo que el poder germinativo de la semilla resultó afectado al ser la tratada con Tierra de Diatomeas.

Cuadro 26. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *T. castaneum*

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	92.0460 A
2 (0.5g/Kg)	90.9100 A
3 (Testigo)	64.8360 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

4.2.2.3 Porcentaje de germinación para semilla infestada con *Sitophilus zeamais*

Según los resultados del análisis de varianza efectuado a esta variable se encontró que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos con Tierra de Diatomeas donde se encontraron medias estadísticas altas, sin embargo hubo diferencia significativa con el testigo en blanco, el cual tuvo el menor poder germinativo. Los porcentajes de germinación de la semilla tratada con diatomeas fueron arriba del 90%, determinándose que este polvo inerte no interviene con la viabilidad de la semilla (Cuadro 27). Este resultado valida lo obtenido en el experimento uno, en el cual el tratamiento 1 resultó con niveles de germinación arriba del 90% para este insecto.

Cuadro 27. Comparación de medias del porcentaje de germinación de la semilla tratada con diatomeas infestada por *S. zeamais*.

TRATAMIENTO	MEDIA
1 (0.7g/Kg)	94.3000 A
2 (0.5g/Kg)	92.0460 A
3 (Testigo)	59.0900 B

Las medias seguidas por letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí al nivel de significancia = α 0.05, según el método de DMS.

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos, todas las dosis de Tierra de Diatomeas controlaron efectivamente a los insectos probados en el grano de trigo; obteniendo porcentajes de mortalidad arriba del 50% en el último conteo a los 30dda, lo cual coincide con la hipótesis planteada en ambos experimentos.

En el experimento de laboratorio el mejor tratamiento obtenido fue el tratamiento 1, con una dosis de tierra de diatomea de 0.7g/Kg de trigo, la cual en todos los insectos evaluados, proporcionó un excelente control con mortalidades de hasta 100%.

Los porcentajes de mortalidad entre insectos evaluados, sugieren que el gorgojo del maíz es más susceptible al polvo inerte que el resto de los insectos evaluados ya que presentó una mortalidad mayor, alrededor del 90% a partir de los 20dda, seguido por el gorgojo castaño de la harina con mortalidades de arriba del 70% a partir de los 20dda y por último el barrenillo menor de los granos, ya que fue el que mostró menores niveles de mortalidad.

La pérdida de peso para los tres insectos plaga evaluados no mostró diferencia estadística entre tratamientos con diatomeas ni con respecto al testigo, sin embargo las mayores pérdidas se presentaron en el testigo sin aplicación, pudiéndose señalar que la Tierra de Diatomeas pudiera afectar en el proceso de alimentación de los insectos.

El porcentaje de germinación de las semillas tratadas con diatomeas no se vio afectado, ya que en todos estos casos se obtuvieron porcentajes arriba del 90%, sin embargo en el testigo si se registró algún efecto, por lo cual se puede concluir que la infestación, debido a la ausencia de un método de control de la misma afectaron la viabilidad de la semilla.

En el experimento de almacén se corroboraron los resultados obtenidos en laboratorio, donde para todos los periodos de exposición y las tres especies de insectos, los

mejores tratamientos fueron el 1 y 2 (Tierra de Diatomeas 0.7 y 0.5g/Kg respectivamente).

Se constató que estas dosis provocan mortalidades de arriba del 80% al alcanzarse los 30 días después de la aplicación en *Tribolium castaneum* y *Sitophilus zeamais*, sin embargo las mortalidades de *Rhyzopertha dominica* fueron menores.

Así también se pudo constatar en el experimento de almacén que lo obtenido en el experimento de laboratorio referente a la germinación de la semilla, ya que la semilla tratada con Tierra de Diatomeas no se vio afectada en su poder germinativo, mientras que la semilla sin aplicación presentó menores porcentajes de germinación con respecto a la semilla sana sin infestación y la semilla tratada con diatomeas.

Las fluctuaciones entre las dosis que obtuvieron los mayores porcentajes de mortalidad entre especies de insectos sugieren que la susceptibilidad a la misma es distinta, además que pudiera implicar que existe una influencia entre el tiempo de exposición a la misma. Los resultados obtenidos en este estudio indican que las mortalidades se disparan a partir de los 20 días después de la exposición al polvo inerte.

RECOMENDACIONES

- Las mejores mortalidades se obtuvieron con las dosis de 0.7 y 0.5g/Kg, alcanzándose porcentajes de arriba del 80% hacia los 30 días después de la exposición, por lo cual se sugiere que se utilice la dosis más baja.
- Constatar la posible susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* a la Tierra de Diatomeas.
- Realizar en estudios posteriores una evaluar entre especies de insectos para concluir las diatomeas afectan el proceso de alimentación de los insectos.

- En base a una comparación de costos entre la Tierra de Diatomeas y un insecticida químico representativo para el control de plagas de granos almacenados (Deltametrina) se implica que para obtener de un 80 a 90% de control de estas plagas resulta similar el costo de ambos métodos de control, sin embargo, el uso de la Tierra de Diatomeas tiene las ventajas de no dejar residuos tóxicos peligrosos para el humano y los animales en el grano, y no afecta la germinación de la semilla, obteniéndose así una mayor calidad en el grano destinado para a alimentación o forraje y más aún si la semilla esta destinada a bancos de germoplasma; por otro lado al no intervenir éstas con ningún proceso bioquímico del insecto para producirle mortalidad es más difícil que los mismos pueden desarrollar resistencia. Se recomienda utilizar la Tierra de Diatomeas como un método alternativo de control, el cual es muy conveniente, ya las razones ya mencionadas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Armienta, A. E. 1997. Eficacia de polvos vegetales y tierra de diatomeas en el Control de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleóptera:Bruchidae) en frijol. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de investigación en alimentación y desarrollo, a.c. 95 p.
- Adams, J. M., and C. G. M. Schulten. 1976. Losses caused by insects, mites and microorganisms. *In: Postharvest Grain Loss Assesment Methods*. American Association of Cereal Chemists. Slough, England. pp: 83-89.
- Arthur, F. H. 2000. Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles (Coleóptera:Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. *J. Econ. Entomol.* **93**(4):1347-1356.
- Arthur, F. H. 2001. Immediate and delayed mortality of *Oryzaephilus surinamensis* (L) exposed on wheat treated with diatomaceous earth: effects of temperature, relative humidity, and exposure interval. *Journal of Stored Products Research.* **37**:13-21.
- Bowry, S. K, N. D. Pandey and R.A. Tripathi. 1986. Evaluation of certain oilseed cake powders as grain protectants against *Sithophilus Oryzae* (L). *Rev. Appl. Ent.* **74**(9)-491.
- Borror, D.J., De Long. D. and C. Triplehom.1979. A introduction to the study of insects. Fifth edition. Saunders College Publishing.Philadelphia, New York, Chicago, San Francisco. 827 p.
- Castro, C. J. M. 2003. Evaluación de distintas alternativas al Bromuro de Metilo en espacios cerrados en Culiacán., Sinaloa, México. Informe técnico de investigación del proyecto financiado por la Organización de las Naciones Unidas a través del Programa para el Desarrollo de Proyectos. UAS- SAGARPÁ y PNUD-ONU. 45 p
- Ceballos, R. E. 1976. Control químico de plagas de granos almacenados con dos

insecticidas en Iguala, Guerrero. Memorias del XI Congreso Nacional de Entomología. S.M.E., México, D.F. 59 p.

Cook, D. A. y D. M. Armitage. 2000. Efficacy of a diatomaceous earth against mite and insect populations in small bins of wheat under conditions of low temperature and high humidity. *Pest Management Science*. **56**:591-596.

Combs, C. W, C. J. Billings and J. E. Porter. 1977. The effect of yellow split-peas *Pisum sativum* (L) and other pulses on the productivity of certain strains of *Sitophilus oryzae* (L) (Coleóptera:Curculionidae) and the ability of other strains to breed thereon. *J. Stored Prod. Res.* **13**:53-58.

Champ, B. R. y C. E. Dyte. 1976. Informe de la prospección mundial de la FAO sobre susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 336 p.

Chandler, H. and S. M. Ahmed. 1985. Potentiation of some new plant products as grain Protectants against insect infestation. *Bulletin of Grain Technology*. **21**(3): 179-188.

Dell 'Orto, T. H. y C. Arias V. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Of, Reg. De la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

Díaz, C. G. 1970. Evaluación de malathión para controlar el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleóptera:Curculionidae) en tres tipos de granos. *Agricultura Técnica en México*, pp: 36-38.

Díaz, A. A.L. 1991. Combate físico y biológico de insectos de granos de almacenados. Curso teórico práctico. Taller: insectos de granos almacenados. Unidad de investigación en granos y semillas. PUAL. UNASM. INIFAP. Pabellón de Arteaga, Ags. (Sin publicar). 29 p.

Fields, P. y Z. Korunic. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*. **36**:1-13.

Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. *Journal of Stored Products Research*. **33**(1):69-79.

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.

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.

Haines, C. P. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification (A training manual). 2a. Ed. NRI. Kent, United Kingdom. pp: 192-198.

Herrera H. J. G. y A. B. Barreras. 2005. Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Colegio de Posgraduados. México.

Hinton, H. E. and Corbet, A.S. 1995. Common Insect Pest of Stored Products, a Guide to their Identification. Ed. British Museum (Natural History). Economic Series 5. London, England.

Hodges, R. J. and J. Meik. 1986. Laboratory experiments with some organic phosphorus insecticides as wheat protectants. Ph. thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y.U.SA

Haro, B. A. 2004. Efecto de diferentes dosis de tierra de diatomeas en el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky) Coleóptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias en el área de Protección Vegetal. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. 34 p.

Jamieson, M. y P. Jobber. 1974. Manejo de los alimentos; ecología del alimento. Ed. PAX-México. pp: 125-149

Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*. **34**(2/3): 87-97.

Lagúnes, T.A. 1985. Perspectivas en el uso de insecticidas agrícolas en México. En temas selectos sobre manejo de insecticidas agrícolas Vol 1. Centro de entomología y acarología, Chapingo, México. pp:1-20.

Leos-Martínez, J. y T. A. Granovsky. 1992. Daily fight periodicity of stored product insect in a warehouse. *J. Econ. Entomol Research*. 36:145-152.

Malik, M.M. y S. H. Mujtaba. 1984. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stored grain insects. *J. Stored Prod. Res.* **20**:41-44.

Mazzuferi, V.E., Gonçalvez, R.H., Tablada, M., García, D. 2006. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*. **32**:363-372.

Mewis, I. y Ch. Ulrichs, 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrum olitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *Journal of Stored Products Research*. **37**: 153-164.

National Academy of Sciences. 1978. Control de plagas de plagas y animales. Manejo y control de plagas de insectos. Ed. Limusa. México. 552 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1998. Les mycotoxines dans les grains. Roma: FAO Edition.

Olivares Sáenz, E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5., Facultad de Agronomía UANL., Marín N. L. México.

Pérez, J. M. 1993. Uso de polvos minerales y vegetales para el control de insectos de almacén. En insectos de granos almacenados, biología, daños, detección y combate. pp: 18-22.

Pérez, Mendoza J. 1993. Modified atmospheres (use of CO₂). Bull. Assoc. Of Operative Millers. pp: 5991-5994.

Quarles, W. 1992. Diatomaceous earth for pest control. *The IPM Practitioner*.14 (5/6): 1-11.

Ramírez, G. M. 1993. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. CECOSA, 7^a. Imp. México. 300 p.

Silva, G., P. González, R. Hepp, P. Casals. 2004. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*. **38**:529-536.

Strong, R. G. and Sbur, D. E. 1993. Protection of wheat seed with diatomaceous earth. *Journal of Economic Research*. **40**:113-123.

Subramanyam Bh, Roesli R. 2000. Inert dusts. Alternatives to pesticides in stored-product. IPM Bh Subramanyam, D. W Hagstrum. Ed. Dordrecht The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp 321-380.

Venegas, C. L. 1990. Pruebas microbiológicas y de germinación en sorgo y maíz. En memorias de trabajo de CENICCANDSA. ANDSA., Dirección de operación. México, D. F. pp: 89-98.

VII APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3396.00	849.00	9.3812	0.000
ERROR	20	1810.00	90.50		
TOTAL	24	5206.00			

C.V. = 42.09%. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 2A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
2	33.00 A
1	28.00 A
3	28.00 A
4	24.00 A
5	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	10730.00	2682.500	12.5644	0.000
ERROR	20	4270.00	213.500		
TOTAL	24	15000.00			

C.V. = 37.47%. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 4A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	59.00 A
2	50.00 AB
3	49.00 AB
4	37.00 B
5	0.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 5A. . Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	14824.00	3706.00	25.9161	0.000
ERROR	20	2860.00	143.00		
TOTAL	24	17684.00			

C.V. = 21.43%

Cuadro 6A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	82.00 A
2	70.00 A
3	68.00 A
4	46.00 B
5	13.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	4184.00	1046.00	5.2563	0.005
ERROR	20	3980.00	199.00		
TOTAL	24	8164.00			

C.V. = 59.27%. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($\alpha = 0.05$)

Cuadro 8A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
3	36.00 A
4	36.00 A
1	28.00 AB
2	17.00 BC
5	2.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	19796.00	4949.00	27.4183	0.000
ERROR	20	3610.00	180.50		
TOTAL	24	23406.00			

C.V. = 25.64%

Cuadro 10A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	82.00 A
2	75.00 AB
3	59.00 BC
4	43.00 C
5	3.00 D

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	28804.00	7201.00	94.75	0.000
ERROR	20	1520.00	76.00		
TOTAL	24	30324.00			

C.V. = 11.65%

Cuadro 12A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en *Tribolium casteneum* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
2	94.00 A
1	93.00 A
3	91.00 A
4	89.00 A
5	7.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	28210.00	7052.50	23.1609	0.000
ERROR	20	6090.00	304.50		
TOTAL	24	34300.00			

C.V. = 27.70%

Cuadro 14A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	91.00 A
3	86.00 A
2	81.00 A
4	57.00 B
5	0.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 15A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	27104.00	6776.00	83.6341	0.000
ERROR	20	1640.00	82.00		
TOTAL	24	28744.00			

C.V. = 12.37%

Cuadro 16A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	96.00 A
3	92.00 AB
2	88.00 AB
4	82.00 B
5	8.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 17A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	18646.00	4661.50	118.0127	0.000
ERROR	20	790.00	39.50		
TOTAL	24	19436.00			

C.V. = 7.54%

Cuadro 18A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
1	100.00 A
2	99.00 A
3	96.00 A
4	93.00 A
5	29.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 19A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en *Rhyzopertha dominica* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	4.789993	1.197498	2.3654	0.087
ERROR	20	10.125000	0.506250		
TOTAL	24	14.914993			

C.V. = 29.58%

Cuadro 20A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en *Tribolium castaneum* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	8.166251	2.041563	15.8184	0.000
ERROR	20	2.581249	0.129062		
TOTAL	24	10.747500			

C.V. = 56.58%

Cuadro 21A. Comparación de medias para la variable Pérdida de peso a los 30dda en *T. castaneum* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
5	1.7550 A
4	0.4250 B
3	1.3500 B
2	0.3250 B
1	0.3000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable Pérdida de peso en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	23.435600	5.858900	14.2349	0.000
ERROR	20	8.231750	0.411588		
TOTAL	24	31.667351			

C.V. = 86.58%

Cuadro 23A. Comparación de medias para la variable Pérdida de peso a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
5	2.6750 A
4	0.3250 B
3	0.2750 B
2	0.2550 B
1	0.1750 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable Germinación en *Rhizopertha dominica* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3121.250000	780.312500	9.9907	0.000
ERROR	20	1562.078125	78.103905		
TOTAL	24	4683.32125			

C.V. = 9.89%

Cuadro 25A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Rhizopertha dominica* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
3	96.5960 A
1	94.3220 A
4	94.3200 A
2	94.3180 A
5	67.0420 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable Germinación en *Tribolium castaneum* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3318.921875	829.730469	8.3995	0.001
ERROR	20	1975.656250	98.782814		
TOTAL	24	5294.578125			

C.V. = 11.21%

Cuadro 27A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Tribolium castaneum* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
4	96.5920 A
1	95.4540 A
2	94.3160 A
3	90.9120 A
5	65.9080 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable Germinación en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	4579.375000	1144.843750	37.7418	0.000
ERROR	20	606.671875	0.333593		
TOTAL	24	5186.046875			

C.V. = 6.10%

Cuadro 29A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en laboratorio

TRATAMIENTO	MEDIA
3	101.1360 A
2	97.7260 A
4	94.3240 A
1	94.3220 A
5	63.6360 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	280.00	140.00	0.001	0.000
ERROR	12	130.00	10.83		
TOTAL	14	410.00			

C.V. = 54.86%

Cuadro 31A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	10.00 A
2	8.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	3163.33	1581.667	13.4610	0.001
ERROR	12	1410.00	117.500		
TOTAL	14	4573.33			

C.V. = 53.31%

Cuadro 33A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
2	33.00 A
1	28.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 34A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	8973.334	4486.667	80.3582	0.000
ERROR	12	670.000	55.833		
TOTAL	14	9643.334			

C.V. = 21.76%

Cuadro 35A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en *Rhyzopertha dominica* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	59.00 A
2	43.00 B
3	1.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 36A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Tribolium castaneum* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	2743.33	1371.66	41.1500	0.005
ERROR	12	400.00	33.33		
TOTAL	14	3134.33			

C.V. = 36.85%

Cuadro 37A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Tribolium castaneum* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	33.00 A
2	14.00 B
3	0.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 38A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium castaneum* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	5590.00	2795.00	12.1522	0.002
ERROR	12	2760.00	230.00		
TOTAL	14	8350.00			

C.V. = 60.66%

Cuadro 39A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium castaneum* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
2	47.00 A
1	28.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 40A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium castaneum* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	20843.33	10421.66	235.9622	0.000
ERROR	12	530.00	44.16		
TOTAL	14	21373.33			

C.V. = 12.01%

Cuadro 41A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Tribolium castaneum* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
2	87.00 A
1	76.00 B
3	3.00 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 10dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	10023.33	5011.66	100.2333	0.000
ERROR	12	600.00	50.00		
TOTAL	14	10623.33			

C.V. = 19.46%

Cuadro 43A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 10dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	58.00 A
2	51.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 44A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 20dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	25723.33	12861.66	203.0789	0.000
ERROR	12	760.00	63.33		
TOTAL	14	26483.33			

C.V. = 13.64%

Cuadro 45A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 20dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	92.00 A
2	83.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 46A. Análisis de varianza para la variable Mortalidad a los 30 en *Sitophilus zeamais* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	31063.33	15531.66	1433.6923	0.000
ERROR	12	130.00	10.83		
TOTAL	14	31193.00			

C.V. = 5.12%

Cuadro 47A. Comparación de medias para la variable Mortalidad a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	98.00 A
2	95.00 A
3	0.00 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 48A. Análisis de varianza para la variable Germinación a los 30dda en *Rhizopertha dominica* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	2742.0469	1371.0234	14.0001	0.001
ERROR	12	1175.1563	97.9297		
TOTAL	14	3917.2031			

C.V. = 12.15%

Cuadro 49A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Rhizopertha dominica* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	93.1820 A
2	88.6380 A
3	62.5000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 50A. Análisis de varianza para la variable Germinación a los 30dda en *Tribolium castaneum* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	2369.2187	1184.6094	16.7564	0.001
ERROR	12	848.3515	70.6960		
TOTAL	14	3217.5703			

C.V. = 10.18%

Cuadro 51A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Tribolium castaneum* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	92.0460 A
2	90.9100 A
3	64.8360 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 52A. Análisis de varianza para la variable Germinación a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	3884.882813	1942.441406	26.5626	0.000
ERROR	12	877.523438	73.126953		
TOTAL	14	4762.406250			

C.V. = 10.45%

Cuadro 53A. Comparación de medias para la variable Germinación a los 30dda en *Sitophilus zeamais* en almacén

TRATAMIENTO	MEDIA
1	94.3000 A
2	92.0460 A
3	59.0900 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05