



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARERRA INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O₃) EN EL CONTROL DE GORGOJO (*Acanthoscelides obtectus*), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI. 2021-2022”.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora:

Tonato Guanotasig Monica Paola

Tutor:

Marco Antonio Rivera Moreno Ing. M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Monica Paola Tonato Guanotasig, con cédula de ciudadanía; 0504267683, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación del efecto de ozono (O₃) en el control de gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el campus Salache, Cotopaxi. 2021-2022”, siendo el Ingeniero Marco Antonio Rivera Moreno M.Sc., Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de marzo del 2022

Monica Paola Tonato Guanotasig

ESTUDIANTE

C.C: 050426768-3

Marco Antonio Rivera Moreno Ing. M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.C: 050151895-5

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TONATO GUANOTASIG MONICA PAOLA**, identificada con cédula de ciudadanía; **050426768-3**, de estado civil soltera y con domicilio en Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado, “Evaluación del efecto de ozono (O₃) en el control de gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el campus Salache, Cotopaxi. 2021 - 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril - Agosto 2021

Aprobación en el Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor. - Marco Antonio Rivera Moreno. Ing. M.Sc.

Tema: “Evaluación del efecto de Ozono (O₃) en el control de Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de Fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el Campus Salache, Cotopaxi. 2021 - 2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la

Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de marzo del 2022.

Mónica Paola Tonato Guanotásig

LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O₃) EN EL CONTROL DE GORGOJO (*Acanthoscelides obtectus*), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI. 2021-2022”, de Tonato Guanotasig Monica Paola, de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de marzo 2022

Marco Antonio Rivera Moreno. Ing. M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.C.: 050151895-5

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Tonato Guanotasig Monica Paola, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O₃) EN EL CONTROL DE GORGOJO (*Acanthoscelides obtectus*), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI. 2021 - 2022”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de marzo 2022

Lector 1 (Presidenta)

Ing. M.Sc. Giovana Paulina Parra Gallardo

CC: 180226703-7

Lector 2

Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

CC: 050266175-4

Lector 3

Ing. Mg. Diana Elisabeth Toapanta Gallegos

CC: 100274980-0

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por mantener buen estado de salud, y darme fuerzas para salir a delante y lograr una de mis metas.

A mi madre infinitamente agradecida, por el apoyo brindado durante todos estos 5 años, es mi ejemplo a seguir gracias por la lucha constante. A mis hermanas Beatriz, Patricia, que siempre, me están alentándome son un ejemplo de superación y lucha.

Monica Paola Tonato Guanotasig.

DEDICATORIA

A mi madre, y a toda mi familia por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudios.

En especial, al Señor Gonzalo Gallo y su esposa Rosa Herrera, quienes me brindaron la oportunidad de conseguir uno de mis sueños. Gracias por ser como mis padres, gracias por el apoyo incondicional.

Paola.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O₃) EN EL CONTROL DE GORGOJO (*Acanthoscelides obtectus*), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris L.*), EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI. 2021 - 2022”.

Autor; Tonato Guanotásig Mónica Paola

RESUMEN

En el siguiente trabajo se evaluó el efecto del ozono (O₃) en el control de Gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, en granos almacenados de Fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*). Para disminuir pérdidas económicas producidas por esta plaga, los pequeños y medianos productores de fréjol, recurren al uso de productos químicos a base de Fosfuro de Aluminio, la cual deja residuos de fosfina ocasionando daños en la salud humana y animal. El objetivo primordial de esta investigación fue evaluar la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, y el porcentaje de germinación de las semillas de fréjol, expuestos a diferentes tiempos. El trabajo de investigación fue ejecutado en el laboratorio de “Granos andinos”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se aplicó un (DBCA), con un arreglo factorial Ax_B+C con tres repeticiones, donde el factor (A) indica, la condición desarrollo de la plaga (500 g de fréjol y sin fréjol), el factor (B) mostró los tiempos a exposición a ozono, más un testigo relativo (Fosfuro de Aluminio) y un testigo absoluto. Se colocaron 15 insectos por cada tratamiento y se aplicó ozono a una concentración de 0,16mg/L, durante 40, 50, 60 minutos. Las variables en estudio fueron la mortalidad del gorgojo luego de 72 horas y germinación del fréjol después de 7 días de finalizar los tratamientos; estas variables se analizaron en el programa InfoStat, tras obtener en el ADEVA, resultados estadísticamente significativos, se aplicó la prueba de Tukey al 5 % para la comparación de rangos. En el factor (A), los porcentajes de mortalidad (100 %) fue para aquellos gorgojos (sin fréjol) y para los que tenían 500 g de fréjol (60 %). En el factor (B) la mortalidad más alta fue (80 %) a los 60 minutos y la más baja a los 40 minutos (57,78 %). La interacción Ax_B, presentó (100 %) de mortalidad para los insectos sin Fréjol T4 (40 min), T5 (50 min) y T6 (60 min); en comparación a los que se encontraban con fréjol T3 (60 min) obtuvo el mayor número de insectos muertos (60 %). El ozono no originó efectos en el porcentaje de germinación de semillas de fréjol, T1 (40 minutos), T3 (50 minutos), T7 testigo relativo (Fosfuro de Aluminio), fueron iguales los porcentajes de germinación (53,85%) y en el T8 testigo absoluto, se obtuvo mayor germinación (58,87%). El ozono puede ser utilizado como un insecticida para controlar a *Acanthoscelides obtectus*; por lo que, puede ser usado en el manejo de esta plaga en granos almacenados de fréjol.

Palabras claves: *Acanthoscelides obtectus*. Germinación, ozono, fréjol

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

TITLE: “OZONE EFFECT EVALUATION (O3) AT CONTROL WEEVIL (*Acanthoscelides obtectus*), IN STORED BEAN GRAINS (*Phaseolus vulgaris* L.), AT SALACHE CAMPUS, COTOPAXI. 2021 - 2022”.

AUTHOR: Tonato Guanotásig Mónica Paola

ABSTRAC

At following work, ozone effect (O3) on Weevil *Acanthoscelides obtectus* control was evaluated in stored Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). To reduce economic losses caused by this plague, small and medium bean producers resort to the use of chemical products based on Aluminum Phosphide, which leaves phosphine residues causing damage to human and animal health. Primary objective of this research was to evaluate mortality of *Acanthoscelides obtectus*, and germination percentage of bean seeds exposed on different times. The research work was carried out at "Granos Andinos" laboratory at Technical University of Cotopaxi. A (DBCA) was applied, with factorial arrangement AxB+C using three repetitions, where factor (A) indicates pest development condition (500 g of beans and without beans), factor (B) showed exposure times to ozone, plus a relative control (Aluminum Phosphide) and an absolute control. 15 insects were placed for each treatment and ozone was applied with a concentration of 0.16mg/L, for 40, 50, 60 minutes. Variables under study were mortality of weevil after 72 hours and beans germination after 7 days to finish treatments; these variables were analyzed on InfoStat program, after to obtain statistically significant results on ADEVA, Tukey test was applied at 5% for range comparison. In factor (A), the mortality percentages (100%) were for those weevils (without beans) and for those with 500 g of beans (60%). In factor (B), the highest mortality was (80%) at 60 minutes and the lowest at 40 minutes (57.78%). The AxB interaction presented (100 %) mortality for insects without Beans T4 (40 min), T5 (50 min) and T6 (60 min); compared to those found with T3 beans (60 min) obtained the highest number of dead insects (60 %). Ozone did not cause effects on germination percentage of bean seeds, T1 (40 minutes), T3 (50 minutes), T7 relative control (Aluminum Phosphide), germination percentages were same (53.85%) and in the absolute control T8, higher germination was obtained (58.87%). Ozone can be used as an insecticide to control *Acanthoscelides obtectus*; therefore, it can be used on management of this pest in beans stored grains.

Keywords: *Acanthoscelides obtectus*. germination, ozone, beans.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC.....	xi
TABLA DE CONTENIDO.....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xv
INDICE DE FIGURAS	xvi
INDICE DE ANEXOS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS	4
5.1. Objetivo General	4
5.2. Objetivos Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	5
7. REVISIÓN DE LITERATURA	6
7.1. Generalidades del Fréjol.....	6
7.2. Importancia del Fréjol en Ecuador.	6
7.3. Cosecha y Postcosecha	7
7.3.1. Madurez Fisiológica	7
7.3.2. Cosecha	7
7.3.3. Secado	8
7.3.4. Secado al sol	8

7.3.5. Secado artificial.....	8
7.3.6 Trillado o desgrane.....	8
7.3.7 Limpieza.....	9
7.3.8 Selección	9
7.3.9 Empaque.....	10
7.4.1. Almacenamiento	10
7.4.2 Recomendaciones para el almacenamiento de granos.	10
7.5. Principales plagas del fréjol en almacenamiento	11
7.5.1. Gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i>	11
7.5.2. Gorgojo pinto del frijol <i>Zabrotes subfasciatus</i>	12
7.6. Gorgojo de Fréjol	12
7.6.1. Generalidades.....	12
7.6.2. Origen y Distribución.....	13
7.6.3. Clasificación Taxonómica	13
7.6.4. Descripción Morfológica.....	14
7.6.5. Ciclo Biológico.....	14
7.6.6. Estados morfológicos de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	14
7.6.7. COMPORTAMIENTO DE LA PLAGA	15
7.6.7.1. Daños directos e indirectos	15
7.6.7.3. Control Químico	17
7.7. Generalidades de Ozono	18
7.7.1. Producción del Ozono	18
7.7.2. Modo de Acción del Ozono	19
8. HIPOTESIS.	20
8.1 En cuanto a la mortalidad del gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i>	20
8.1.1. Hipótesis Nula = H0.....	20
8.1.2 Hipótesis Alternativa =H1	20
8.2. En cuanto a la germinación de las semillas:	20
8.2.1. Hipótesis Nula = H0.....	20
8.2.2. Hipótesis Alternativa =H1	20
9. MARCO METODOLÓGICO	20
9.1. Tipo de Investigación	20
9.6. Técnicas.....	21
9.6.1. Observación Directa	21

9.6.2. Fichaje	21
9.6.3. Comparación.....	21
9.7. Materiales y Equipos.....	21
9.7.1 Materiales.....	21
9.7.2. Equipos	22
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
10.1. Localización del ensayo.....	22
10.2. Metodología.....	22
10.3. Diseño Experimental.	23
10.4. Factores de Estudio	23
10.5. Tratamientos en Estudio	24
10.6. ADEVA.....	25
11. VARIABLES EN ESTUDIO.	25
11.1. Manejo del Experimento.....	26
11.2. Semilla utilizada	26
11.3. Recolección de los Insectos	26
11.4. Concentración de ozono.	26
11.5. Determinación del tiempo de aplicación.	26
11.6. Aplicación de Ozono en los Frascos.....	27
11.7. Aplicación del Fosforo de Aluminio (Gastoxin) en los envases plásticos.....	27
11.8. Evaluación de la mortalidad del gorgojo del Fréjol <i>Acanthoscelides obtectus</i>	27
11.9. Pruebas de germinación de semillas de Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	28
12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
13. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
13.1 Análisis de la Mortalidad de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	29
13.2. Análisis de germinación del Fréjol.	36
14. IMPACTOS	39
14.1 Técnicos	39
14.2 Ambientales	39
14.3 Social.....	39
14.4 Económicos	39
15. CONCLUSIONES	40

16. RECOMENDACIONES.....	41
17. BIBLIOGRAFIA.....	42
18. ANEXOS.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades por objetivo planteado.....	5
Tabla 2: Clasificación taxonómica de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	13
Tabla 3: Comparación de la temperatura y la humedad relativa sobre el tiempo de incubación de huevos de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	14
Tabla 4: Tratamientos según los factores de estudio.....	24
Tabla 5: se muestra el ADEVA de mortalidad de (<i>Acanthoselides obtetus</i>), según el diseño experimental.	25
Tabla 6: Operalización de variables (VI –VD).....	25
Tabla 7: ADEVA, del efecto del tiempo de exposición a ozono y condición de desarrollo de la plaga más los testigos sobre la mortalidad en promedio de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	29
Tabla 8: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	30
Tabla 9: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , según el contenido de los envases.	31
Tabla 10: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , de acuerdo al tiempo de exposición.	33
Tabla 11: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	34
Tabla 12: ADEVA del efecto de ozono en el porcentaje de germinación de semillas de fréjol. ...	37
Tabla 13: Prueba de Tukey para la comparación de medias del porcentaje de germinación de las semillas de Fréjol.	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , por efecto el ozono en todos los tratamientos. Prueba de Tukey al 5% para la comprobación de rangos.	30
Figura 2: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> por efecto de ozono en la condición de desarrollo de la plaga (sin fréjol y 500g de fréjol). Prueba de Tukey al 5% para la comparación de rangos.	32
Figura 3: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> por efecto del ozono en diferentes tiempos de exposición. Prueba Tukey al 5 %, para la comparación de rangos.	33
Figura 4: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , por efecto de diferentes tiempos de exposición al ozono y condición de desarrollo de la plaga (sin fréjol y 500 g fréjol). Prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.....	34
Figura 5: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , por efecto de ozono en la interacción de los Factores vs Testigos. Prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.....	35
Figura 6: Mortalidad promedio (%) de <i>Acanthoscelides obtectus</i> , por efecto del ozono, mediante la interacción de los testigos. Utilizando la prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.	36
Figura 7: Germinación promedio (%) de Fréjol a los 7 días por efecto del ozono. Prueba Tukey al 5 %, para comparación de rangos.	38

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aval de traducción	45
Anexo 2: Plagio	46
Anexo 3: Reproducción de gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i>	47
Anexo 4: Fréjol infectado por <i>Acanthoscelides obtectus</i>	47
Anexo 5: Envases con 500 gr de fréjol.	48
Anexo 6: Incorporación de insectos <i>Acanthoscelides obtectus</i> , en cada tratamiento.	48
Anexo 7: Aplicación de Ozono en diferentes tiempos.	49
Anexo 8: Implementos para la Aplicación de Fosfuro de Aluminio (Gastoxin)	49
Anexo 9: Pesaje de Fosfuro de Aluminio (Gastoxin) para los tratamientos.	50
Anexo 10: Tratamientos con aplicación de ozono	50
Anexo 11: Conteo de los insectos muertos y vivos.....	51
Anexo 12: Insectos muertos, después de la aplicación del ozono.	51
Anexo 13: Muestreo destructivo del Fréjol.	52
Anexo 14: Rotulación de los tratamientos y perforaciones de los envases plásticos.....	52

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título

“Evaluación del efecto de ozono (O₃) en el control de Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el Campus Salache, Cotopaxi. 2021-2022”.

Lugar de ejecución.

Salache -Eloy Alfaro-Latacunga-Cotopaxi-zona 3.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Carrera que auspicia:

Carrera Ingeniería Agronómica.

Nombres de equipo de investigadores

Tutor: Ing. M.Sc. Marco Antonio Rivera Moreno

Autora del proyecto: Tonato Guanotasig Monica Paola

Lector 1: Ing. M.Sc. Giovana Paulina Parra Gallardo

Lector 2: Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

Lector 3: Ing. Mg. Diana Elisabeth Toapanta Gallegos

Área de Conocimiento.

Agricultura

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto “Granos Andinos”.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El fréjol es considerado uno de los principales cultivos de la Sierra Ecuatoriana, por su gran aporte en proteína, carbohidratos y minerales para la alimentación, tiene gran posibilidad de uso en la agroindustria y exportación. En nuestro país, la producción de fréjol está concentrado en un alto porcentaje (70-80%) en los pequeños y medianos agricultores, en propiedades que fluctúan entre 0.5 a 20 ha. (Torres et al., 2014)

(*Acanthoscelides obtectus*) es una plaga importante del fréjol a escala mundial. Esta especie infesta los granos en el campo y continúa durante el almacenamiento. En campo ocasiona pérdidas hasta del 20%, mientras que en granos almacenados puede afectar hasta el 100%. (Ramirez & Suris, 2015)

Los agricultores utilizan productos químicos, altamente tóxicos por lo general Fosfuro de Aluminio (Gastoxin), Fosfuro de Magnesio (Magtoxín), los cuales penetran al interior del grano matando al insecto en cualquier estado de desarrollo. Para disminuir el uso de productos químicos, se busca alternativas ecológicas de control de plagas, como la utilización de ozono, no ocasiona daños en la salud y en el medio ambiente.

El uso del ozono permite la conservación de los granos, evitando la proliferación de hongos en los lugares de almacén debido a la alta humedad. La aplicación de ozono en granos ya sea en fase húmeda o fase seca permite la descontaminación de hongos, insectos, bacterias y sus toxinas. El ozono no es selectivo y por lo tanto no genera resistencia. La aplicación de ozono puede eliminar los insectos sin dañar la calidad de los granos o los alimentos tratados y además no daña el medio ambiente.

En virtud a la importancia del ozono como alternativa ecológica para controlar insectos plaga en granos de almacén, esta investigación se realizó para evaluar el efecto del gas en el control del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, en fréjol almacenado.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación tiene como iniciativa ayudar de forma directa a grandes y pequeños productores, y comerciantes de fréjol canario seco de la Sierra Ecuatoriana e indirectamente va en beneficio de todos los consumidores de dicho grano.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

A Nivel Mundial el fréjol es la leguminosa alimenticia más importante para cerca de 300 millones de personas, que viven en países en desarrollo, debido a que este cultivo, se lo distingue también como “la carne de los pobres”, es un alimento poco costoso para consumidores de bajo recurso. (Torres et al., 2014).

(Palacio Legislativo de San Lazaro, 2020), menciona que durante los años 2012 – 2018, el crecimiento de la producción Mundial de fréjol se ha mantenido a una tasa media de crecimiento anual de 3.3%. En 2017, la producción mundial de fréjol se ubicó en 32.1 millones de toneladas, siendo el año de mayor producción. En el año 2018 la producción fréjol en los países de India y Brasil se produjo una caída del 1.2%, siendo estas dos naciones las que concentran el 28.8% de la producción mundial; con el 19.6% y el 9.2%, respectivamente.

En Ecuador el fréjol es la leguminosa de mayor área de cultivo y consumo actualmente se cosecha 89,789 hectáreas de las 105,127 ha, sembradas de esta leguminosa en grano seco y 15,241 ha en verde o tierno de las 16,464 ha, sembradas. El rendimiento promedio de fréjol registrado en Ecuador es bajo, 430 kg/ha en monocultivo y 110 kg/ ha cuando está asociado con maíz. (Torres et al., 2014).

Las pérdidas económicas en fréjol almacenado son, de alrededor del 20%. Sin embargo, cuando la cosecha de fréjol es tardía y se trae del campo con una infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden elevarse a 100% o pérdida total de la cosecha, si no se toman medidas de control adecuadas y oportunas. Dentro de esta categoría dos especies son importantes: Zabrotes subfaciatus (Boheman) y Acanthoscelides obtectus (Say). Ambas especies se encuentran ampliamente distribuidas en el país. Las pérdidas por estos insectos al fréjol almacenado son

irreparables, por el daño directo al grano, afecta la calidad del grano por la contaminación con las excretas y los cuerpos de los mismos insectos.(Escoto, 2004).

Los grandes y pequeños productores han recurrido a la utilización de plaguicidas gasificantes sintéticos, para controlar este tipo de plagas que presentan grandes desventajas por su alto costo, largo periodo de aplicación y deja residuos tóxicos dañinos para la salud humana y animal. Se sabe, aunque no se hallan datos estadísticos al respecto, que muchos agricultores ecuatorianos para evitar pérdidas en su cosecha de frejol frecuentan el uso del Fosforo de Aluminio o fosfina conocido por su nombre comercial (Gastoxin), clasificado en la categoría toxicológica (extremadamente peligroso), este gas elimina insectos en todos sus estadios (huevos, larvas, pupas y adultos).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de ozono (O₃) en el control de Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de Fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el Campus Salache, Cotopaxi. 2021- 2022.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del ozono en la mortalidad del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, en el campus Salache.
- Analizar el mejor tratamiento de efectividad en el control del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, en el campus Salache.
- Evaluar el porcentaje de germinación de las semillas en los diferentes tratamientos con ozono.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1: Actividades por objetivo planteado

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Determinar el efecto del ozono en la mortalidad del gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i> , en el campus Salache	Conteo de individuos muertos luego de 72 horas, utilizando una zaranda plástica para tamizar insectos. Rotulación de cada uno de los tratamientos.	Número de insectos muertos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fotografías ✓ Registro de datos ✓ Programa de Excel ✓ InfoStat ✓ Estereomicroscopio
	Muestreo destructivo de las semillas de fréjol afectadas por el gorgojo, para corroborar la mortalidad de individuos que no cayeron al tamizarlos.		
Analizar el mejor tratamiento de efectividad en el control del gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i> , en el campus Salache	Colecta de semillas de fréjol infestadas de <i>Acanthoscelides obtectus</i> .	Conocer el mejor tratamiento de control.	
	Pruebas preliminares con el ozonizador para la determinación de concentración de ozono y tiempos de exposición.		
	Aplicación de Ozono a tres tiempos de exposición de acuerdo a la metodología utilizada por (Vaca, 2014).		
Observar el porcentaje de germinación de las semillas en los diferentes tratamientos con ozono.	Pruebas de germinación del Fréjol evaluadas a los 7 días, después de aplicar los tratamientos.	Número de semillas germinadas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fotografías ✓ Registro de datos ✓ Programa de Excel ✓ InfoStat ✓ Estereomicroscopio

Fuente: Tonato, 2022

7. REVISIÓN DE LITERATURA

7.1. Generalidades del Fréjol

La planta de fréjol es anual, herbácea, se cultiva esencialmente para obtener las semillas y granos, los cuales tienen un alto grado de proteínas, siendo alrededor del 22%. (Ventura et al., 2018). *Phaseolus vulgaris L.*, es una planta que se ubica taxonómicamente en el orden Fabales, familia Fabaceae. El fréjol es una planta herbácea, anual, con un ciclo vegetativo de 90-100 días aproximadamente. El tamaño y hábito de crecimiento de la misma es variable ya que hay variedades que son de guías largas o trepadoras, y otras tienen forma de arbusto pequeño. Las plantas de crecimiento indeterminado alcanzan una longitud que varía de 2 a 10 m, mientras que en las de crecimiento determinado solo alcanzan de 20 a 60 cm de altura. (Valdés & Pozo, 2011).

7.2. Importancia del Fréjol en Ecuador.

La superficie de fréjol en Ecuador comprende 121 mil hectáreas, es un cultivo que aporta entre el 40 y 70% del ingreso familiar para el agricultor. También es un producto no perecible que puede almacenarse para su consumo durante todo el año. Hasta hace poco, el país consumía únicamente el 20% de la producción, mientras que el 80% restante se destinaba a la exportación hacia Colombia; actualmente el Gobierno ecuatoriano adquiere un 20% de la producción para sus programas de alimentación, lo que suma el 40% para el consumo nacional. La importancia de este producto también radica en que la comercialización se realiza a nivel de pequeños productores, lo que amplía el incentivo para el cultivo y mejora su calidad de vida, (Torres et al., 2014).

El fréjol, por disponer aproximadamente un 22% de proteínas, es considerado importante componente básico en la alimentación, es relativamente económico si se lo compara con las proteínas de origen animal, especialmente la carne. Además, es una leguminosa que mejora los suelos debido a las bacterias nitrificantes que se adhieren a las raíces, (Torres et al., 2014).

En Ecuador se cosecha en grano seco alrededor de 89.789 ha y en grano tierno 15.241 ha, lo que produce 18.050 y 8448 tm/ha, respectivamente. Los valores indicados a su vez representan rendimientos, en su orden, de 0.20 y 0.50 tm/ha, cantidades que se consideran deficientes debido

a la escasa disponibilidad de variedades mejoradas, uso de semillas de mala calidad, incidencia de plagas y manejo inadecuado del cultivo. (BORJA JAQUELINE, 2017).

El 70% de la cosecha de los valles del Chota, Mira e Íntag, ubicados en Imbabura y Carchi, está destinado para el sur de Colombia. El fréjol canario es más apetecido en la Costa, especialmente en Guayaquil, para la elaboración de las menestras. El fréjol negro está dirigido a las exportaciones hacia Italia y Francia y el blanco panamito a la industria, para elaborar leche de fréjol. También hay otras variedades como el gandul, cuyo grano es similar a la soya. Aunque no tiene acogida en el mercado es preferido por los campesinos por su agradable sabor. A pesar de su valor nutritivo y su popularidad, el fréjol enfrenta un problema: la inestabilidad frecuente del precio, (BORJA JAQUELINE, 2017).

7.3. Cosecha y Postcosecha

7.3.1. Madurez Fisiológica

(Escoto, 2013), menciona que, en la madurez fisiológica, la semilla alcanza su óptima calidad, mayor poder germinativo y elevado vigor de crecimiento, pero el contenido de humedad es alto, por tal razón no es la mejor época para realizar la cosecha. Si las plantas permanecen demasiado tiempo en el campo ocurren pérdidas por dehiscencia de las vainas, ataque de hongos y/o insectos, lo que disminuye su calidad.

7.3.2. Cosecha

De acuerdo, (Araya V. et al., 2013), nos dicen que para realizar la cosecha dependerá de las condiciones ambientales, las cuales influyen directamente sobre el contenido de humedad de la semilla, factor determinante en todas las operaciones posteriores. Cuando la semilla está lista para la cosecha y las condiciones son húmedas y lluviosas, el secado del grano en la vaina se prolongará. La cosecha se realiza cuando tienen entre un 18 % y un 20 % de humedad.

Para conseguir una semilla de alta calidad, esta se debe cosechar cuando las vainas de la parte inferior de la planta están secas pero sin manchas de hongos y las de la parte superior se encuentren maduras (Escoto, 2013). La cosecha se inicia con el arranque de las plantas para

acelerar el secado. La misma autora, nos manifiesta que las plantas se deben dejar secar en el campo, si las condiciones ambientales son apropiadas con una época seca, si hay lluvias las plantas deben ser llevadas a una galera o secador.

7.3.3. Secado

Según, (Arias et al., 2007), indica que el fréjol se cosecha con grados de humedad altos, generalmente superiores al 20%, es necesario secarlo y bajar su contenido de agua hasta el 15% o menos para evitar su deterioro. Hay que anotar que es preferible hacer el secado en las vainas, antes del desgrane, tratando de proteger los granos de la acción directa del calor, para lo cual se pueden utilizar varios métodos:

7.3.4. Secado al sol

Según, (Araya V. et al., 2013), nos resaltan que el secado al sol se puede realizar en una lona (tela fuerte de algodón o cáñamo o plástica, para toldos, tiendas de campaña y otros usos), sobre concreto o asfalto, formando una capa de 10 cm de grosor. La superficie de la capa de semillas debe ser ondulada para un secado más rápido y uniforme. Se deben revolver en intervalos de dos horas, con el fin de evitar el calentamiento excesivo de las mismas y una vez que han alcanzado el 13 % de humedad, almacenarlas.

7.3.5. Secado artificial

Según, (Araya V. et al., 2013) nos dicen que, si se requiere de secado artificial, solo se recomienda el empleo de secadoras con control regulado de la temperatura, conocidas en Centroamérica como “estáticas”. El proceso de secado de semilla debe ser lento, con temperaturas máximas de 35 °C. De esta manera se evita el calor excesivo y la salida muy rápida del agua, lo cual produce daños al embrión.

7.3.6 Trillado o desgrane

El desgrane consiste en separar los granos de la vaina, para hacerlo se emplean varios métodos: el desgrane manual y el mecánico y el apaleo, (Arias et al., 2007).

De acuerdo con, (Arias et al., 2007), el desgrane manual: consiste en separar los granos de la vaina en forma manual. Es el método ideal para desgranar fréjol para semilla, ya que no se maltrata. Es recomendado para desgranar cantidades pequeñas de semilla, pero tiene la desventaja de ser poco eficiente y costoso cuando se hace con mano de obra contratada.

Según, (Arias et al., 2007), nos mencionan que el apaleo o garrote del fréjol: es otro método de desgrane manual que consiste en golpear las vainas sobre una carpa o lona con un palo hasta lograr la separación de los granos. Es un método más eficiente que el desgrane manual, pero puede causar daños mecánicos y físicos al grano; si éste no tiene el grado de humedad adecuado: no debe estar muy húmedo, ni demasiado seco.

Desgrane mecánico: existen varios tipos de desgranadoras mecánicas de fréjol, generalmente accionadas con la energía de un motor. Generalmente, tienen adaptado un sistema de ventilación que permite hacer el trillado o desgrane y la limpieza al mismo tiempo, (Arias et al., 2007).

7.3.7 Limpieza

Los mismos, autores mencionan que consiste en separar del grano las impurezas que quedan después del trillado o desgrane. Para ello se emplean las corrientes naturales de aire o algunos sistemas de ventilación artificial. Otro método muy común es con las mismas zarandas que se utilizan para separar los granos por tamaño, que también sirven para separar las impurezas.

7.3.8 Selección

Después de la limpieza del grano se hace la selección, que consiste en separar los granos manchados, partidos, con colores pálidos, dañados por insectos o muy pequeños,(Arias et al., 2007).

Para la selección o separación por tamaño se emplean las zarandas con el tamaño de mallas adecuado de acuerdo con la variedad de fréjol. La separación de los granos manchados y deteriorados se hace en forma manual, vaciando el fréjol sobre superficies planas y limpias, como mesas; se recomiendan superficies de color azul pálido, ya que este color hace un buen contraste con el color de la mayoría de clases comerciales de fréjol, (Arias et al., 2007).

7.3.9 Empaque

De Acuerdo, (Arias et al., 2007), los empaques más adecuados para fréjol son los sacos o costales, de fibras naturales como el fique, cuyas ventajas son su porosidad y la capacidad de absorber parte de la humedad que pueden liberar los granos si no han sido secados adecuadamente antes de empacarlos. Es necesario tener en cuenta, además, la norma reciente de emplear bultos con un peso máximo de 50 kg para su comercialización.

7.4.1. Almacenamiento

El almacenamiento empieza desde el momento en que el grano alcanza su madurez fisiológica. Dentro de los factores que afectan el grano durante su almacenamiento, la humedad y la temperatura son los más importantes. El deterioro de los granos en el almacenamiento es un proceso inexorable e irreversible; por eso se debe aceptar que durante esta etapa no se mejora la calidad de los granos.(Arias et al., 2007).

Nos mencionan dichos autores que, en cuanto a la temperatura del sitio de almacenamiento, es preferible almacenar en sitios con temperaturas bajas inferiores a 20° C. Además, el sitio de almacenamiento debe ser seco, bien aireado y limpio. Por cada 5° C que se reduzca la temperatura del lugar, se duplica el potencial de almacenamiento.

Según, (Arias et al., 2007), nos dice que para el almacenamiento del fréjol se utilizan distintos métodos. Cuando se trata de cantidades pequeñas de grano se puede hacer en recipientes sellados herméticamente, siempre y cuando el grano tenga una humedad igual o inferior al 14%. Para cantidades mayores se utilizan los costales, preferiblemente de fibras naturales, que tienen la propiedad de absorber parte de la humedad que libera el grano. Los empaques se deben poner sobre estibas de madera evitando el contacto con el suelo y con las paredes de la bodega, que pueden transmitir humedad al grano y acelerar su deterioro.

7.4.2 Recomendaciones para el almacenamiento de granos.

Algunas medidas, que se deben considerarse para lograr un buen almacenamiento, (Hernández & Carballo, 2003), nos recomienda;

- La cosecha con alto contenido de humedad implica, depender del secado; por otro lado, si el producto se cosecha muy seco, se aumenta el riesgo de pérdida en el campo y de daño por pájaros, roedores, insectos o lluvia.
- Los granos y semillas deben secarse en forma artificial o por exposición directa al sol hasta que alcanzan niveles de humedad menores del 12 %.
- Se deben eliminar al máximo los granos quebrados, los residuos de cosecha, polvo y los restos de tierra e insectos vivos o muertos, ya que el grano sucio o dañado se deteriora más rápido en el almacén y facilita el calentamiento y el desarrollo de plagas y enfermedades.
- El almacenamiento debe efectuarse en envases que eviten el ataque de organismos.
- El lugar de almacenamiento debe ser seco, fresco, sin goteras y que reduzca el intercambio de humedad entre el producto almacenado y el ambiente; debe evitar los cambios bruscos de temperatura cuando esta fluctuó en el ambiente exterior.
- Se recomienda, realizar inspecciones cada mes y medir la humedad y la temperatura durante dichas inspecciones, ya que el aumento de alguna de ellas o de ambas indica que el producto almacenado tiene riesgos de deterioro.

7.5. Principales plagas del fréjol en almacenamiento

7.5.1. Gorgojo *Acanthoscelides obtectus*

Silva & Marrasssi, (2016), señalan que, *Acanthoscelides obtectus*, se le conoce con el nombre de gorgojo del fréjol. Esta especie tiene la capacidad de causar daños desde el campo al ovipositar sobre las vainas y dañar la semilla. Además se le, conoce con otros nombres como *Bruchus obtectus*, *Mylabris obtectus* y *Laria obtecta*.(Silva & Marrasssi, 2016).

Su ciclo de vida es de 30-45 días es plaga primaria los adultos son café oscuro con bandas transversales en los élitros, los élitros son cortos y no cubren completamente la parte posterior del abdomen. Son capaces de volar. El adulto mide 3,5 a 4,5 mm de longitud, Se le encuentra en las regiones tropicales, subtropicales y templadas de casi todo el mundo, (Amaya, 2017).

7.5.2. Gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus*

(Intagri, 2015), manifiesta que, *Zabrotes subfasciatus*, en estado adulto miden de 0.25 cm de longitud. Las hembras son de color café oscuro con cuatro manchas color crema en cada élitro, mientras que los machos son de color gris a café y de menor tamaño. Durante la ovoposición los huevos se adhieren a la testa del grano. Transcurren de 24 a 25 días a 32 °C y 70 % de humedad relativa para completar su ciclo de vida. Su control debe realizarse en adultos y larvas de primer instar. Puede haber ovoposición en madurez fisiológica, las hembras depositan sus huevos en las vainas de frijol. Se estiman pérdidas del 20 al 35 %. Las larvas se alimentan de la semilla de frijol hasta convertirse en adulto, es una plaga que solamente ataca los granos almacenados. El daño es realizado por las larvas en el interior del fréjol, (Amaya, 2017).

7.6. Gorgojo de Fréjol

7.6.1. Generalidades

De acuerdo a (Urbina, 2019) las plagas más importantes del grano almacenado de fréjol en América Latina y África son el gorgojo común *Acanthoscelides obtectus* y el gorgojo pintado *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Ambos son coleópteros de la familia Bruchidae, Cosmopolitan y originarios del Nuevo Mundo. En América Latina se estima que las pérdidas ocasionadas por estas plagas son del orden del 15% de la cosecha, afectando la cantidad y la calidad del grano.

Según, (Dell'Orto Trivelli & Velázquez, 1985), manifiestan que *Acanthoscelides obtectus* presenta un cuerpo ovalada y grueso. Cabeza comparativamente pequeña con relación al resto del cuerpo. Antenas que sobrepasan ligeramente la base del pronoto y un poco más anchas hacia la punta. Elitros con lados débilmente arqueados y abundante pubescencia. De 3,5 a 5 mm de largo, y de 2 a 2,9 mm de ancho, de color negro con excepción de la base de las antenas y los dos primeros pares de patas. Los élitros presentan manchas blanquecinas.

7.6.2. Origen y Distribución

Esta plaga se presenta en zonas altas del trópico latinoamericano, en México, Chile y Argentina, (Urbina, 2019). *A. obtectus*, conocido con el nombre común del gorgojo del fréjol proviene de las regiones ecuatoriales de Latinoamérica, esparciéndose por Norteamérica, Europa y África. (Henrique Da Silva, 2017). También es considerado una importante plaga, que afecta a los granos en el almacenamiento o en el campo. Es una especie polífaga y puede afectar alrededor de 35 especies de leguminosas.

(Henrique Da Silva, 2017), señala que pertenecen a la familia Bruchidae, además los gorgojos de las semillas están distribuidos en todo el mundo, pero en las regiones tropicales y subtropicales, es donde se encuentra el mayor número de especies. Las larvas de los insectos de esta familia, se alimentan de semillas de aproximadamente 34 familias de plantas, especialmente de fabáceas.

7.6.3. Clasificación Taxonómica

En la tabla 2; se puede observar la Clasificación Taxonómica del Gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, (Henrique Da Silva, 2017);

Tabla 2: Clasificación taxonómica de *Acanthoscelides obtectus*

Reino:	Animalia
Subreino:	Eumetazoa
Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Hexapoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleoptera
Familia:	Bruchidae
Subfamilia:	Bruchinae
Tribu:	Bruchini
Subtribu:	Acanthoscelidina
Género:	Acanthoscelides
Especie:	<i>A. obtectus</i> Say

Fuente: (Henrique Da Silva, 2017).

7.6.4. Descripción Morfológica

Desde el punto de vista de, (Dell'Orto Trivelli & Velázquez, 1985), el adulto es de color pardo, con pequeñas bandas transversales en los élitros, mide 3,5 a 4,5 mm de longitud. Tienen la cabeza pequeña, con ojos grandes y salientes, antenas largas y aserradas. Cuerpo ovalado, grueso y cubierto de pelos, ancho en la parte posterior.

7.6.5. Ciclo Biológico

Su ciclo biológico dura 4 a 6 semanas, dependiendo de la temperatura; a 30° C y 70% de H.R. su ciclo es de 22 a 26 días alargándose si la temperatura es menor. (Teck, 1992).

7.6.6. Estados morfológicos de *Acanthoscelides obtectus*

Huevo; Miden alrededor de 0,5 y 0,7 mm, son de forma cilíndrica a ovados, transparentes, granuloso y de color lechoso.(Tejeda, 2011).

El periodo en que los huevos permanecen en incubación depende de la humedad relativa (70%) y de la temperatura (27°C).(Cisneros, 1993).

Tabla 3: Comparación de la temperatura y la humedad relativa sobre el tiempo de incubación de huevos de *Acanthoscelides obtectus*.

Temperatura (°C)	Humedad (%)	Incubación en días
	50	34
14	90	70
	50	10
20	90	12
	50	5
30	90	4

Fuente: (Cisneros, 1993).

Las hembras de *Acanthoscelides obtectus*, son capaces de ovipositar 150 o más huevos durante su vida adulta, (Cisneros, 1993). La hembra ovipone un promedio de 63 huevos y aunque su vida es

demasiado corta, pueden haber algunas generaciones en un año, debido a su habilidad de colocar rápidamente sus huevos, (Dell'Orto Trivelli & Velázquez, 1985).

Larvas; Después de 8-12 días nace una larva primaria, (Tejeda, 2011). Según (Henrique Da Silva, 2017), las larvas recién emergidas se desplazan en busca de las semillas, perforando las semillas, donde se alimentan del endospermo.

El mismo autor nos menciona que durante esta fase las larvas (1º estadio), presentan un color blanco lechoso, miden cerca 1 mm y pudiendo llegar hasta 4 mm en el último estadio, en el cual hacen cámaras para pasar la fase de pupa haciendo un orificio para la salida del adulto. Podemos definir otras características generales de este primer estadio larval son los tres pares de patas torácicas delgadas, largas y de dos artejos cada una, y la presencia de cerdas en los costados, (Tejeda, 2011). Una vez que comienza a excavar en el grano para entrar en éste, se transforma a larva secundaria, la cual se caracteriza por ser curculioniforme. En esta etapa de transformación pierde las patas, las cerdas y las placas, (Tejeda, 2011). La larva del gorgojo en el interior del grano muda su piel tres veces, y luego una cuarta y última vez, antes de empupar, (Teck, 1992).

(Henrique Da Silva, 2017), señala que en la *etapa, adulta* el insecto presenta una forma ovoide, midiendo de 3 a 4 mm. son de coloración marrón o gris oscuro en todas en la parte ventral del abdomen, pigidio, patas, antenas. La hembra es más grande que el macho.

(Teck, 1992), nos manifiesta que bajo un microscopio se observa que en los machos el pigidium es vertical por lo que es visible sólo parcialmente desde arriba y en las hembras esta estructura es oblicua y visible totalmente desde arriba.

7.6.7. COMPORTAMIENTO DE LA PLAGA

7.6.7.1. Daños directos e indirectos

(SCHMALE et al., 2002), menciona que el daño que ocasiona la larva al perforar los granos, es formar una cámara pupal con salida al exterior, cuya cutícula se rompe una vez que ha emergido el adulto. Además, (Estrada, 2019), señala que se producen daños directos como la destrucción parcial o total de los granos, causada por la alimentación de larvas y adultos, contaminación con restos de piel o escamas, con insectos muertos y con huevos fértiles o estériles, formación de refugio, constituidos por restos de granos, excrementos, unidas con hilos de seda, especialmente elaborados por los lepidópteros. Según (Fernández et al., 2009) nos dicen que como daño directo el insecto se alimenta del embrión y/o endospermo de la semilla; en consecuencia el peso

disminuye, reduce la germinación y las reservas nutricionales: su cotización baja en el mercado, y los consumidores e industriales rechazan el producto.

Por otro lado (SCHMALE et al., 2002), opinan que los daños indirectos pueden ser, como el ataque de hongos y bacterias, o por la ruptura de la capa protectora de los granos y el incremento de la temperatura y humedad en la masa de granos.

7.6.7.2. Métodos de control

A continuación, se describirán algunos métodos de control, contra *Acanthoscelides obtectus*.

Control Cultural; Desde el punto de vista de (Tejeda, 2011), nos menciona que, para disminuir la infestación en campo es necesario efectuar una trilla en forma adecuada, de manera que la mayor cantidad de huevos que se encuentren depositados en las vainas o en los granos, derribe al suelo antes de que emerjan las larvas y se integren a los granos.

El mismo autor afirma que, el buen manejo de almacenamiento de granos, se basa en el uso de bodegas limpias y desinfectadas, de igual manera los envases que contengan los granos, además, de fumigar los granos antes de que ingresen a ésta, con productos como fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio.

Otras sugerencias, es el uso de semillas sanas, desinfectadas y manejar de una forma apropiada el suelo, impidiendo el monocultivo.

(Tejeda, 2011), recomienda usar sacos finos para almacenar los granos de fréjol una vez cosechados. Esto con el propósito de evitar, en caso de que los granos estuviesen infestados con *Acanthoscelides obtectus*, y éstos escapen e infesten nuevos granos. Otra de sus sugerencias es la eliminación de los restos de cosechas, así como también la eliminación de semillas quebradas.

7.6.7.2. Control Físico; Uno de los métodos de control físico, es la tierra de diatomeas. Esto sucede cuando los insectos-plaga entran en contacto con este polvo sufren deshidratación y mueren. (Intagri, 2015). Debido a que su efecto es la desecación, la eficacia se reduce cuándo se aumenta la humedad relativa. Utilizar este producto en granos secos después de la cosecha ha mostrado los mejores resultados. Almacenar el grano por debajo de los 15 °C retarda el desarrollo y reproducción del mayor número de plagas. Así también, a más de 35 °C se elimina a muchos insectos plaga. La gran mayoría de los insectos en granos almacenados no pueden vivir

con menos de 10 % de humedad, siendo un 14 % o más de humedad, especialmente adecuado para la actividad y reproducción de insectos-plaga. (Intagri, 2015).

(Viñuela, 1993), nos manifiesta que, para el **Control Biológico**, de las plagas sugiere el uso de especies depredadoras, parasitoides o patógenas para reducir o eliminar las poblaciones. En las condiciones de almacén hay actualmente dos problemas sin resolver. El escaso conocimiento que se tiene acerca de todo este complejo de especies que pueden afectar a las plagas de los productos almacenados y, por otro, los bajos umbrales de daños permitidos.

(Valdés & Pozo, 2011), nos menciona que el control Biológico se puede conseguir mediante la acción de algunos parasitoides, principalmente avispa betilidos (*Dibrachys cavus* (Walker), *Holepyris sylvanidis* (Brethes), *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead)); Pteromalidos (*Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Choetopsila elegans* (Westwood), *Meraporus requisitus* (Tucker), *Zatropis incertus* (Ashmead). En los últimos años se han comenzado a utilizar medios de control biológicos como la aplicación de (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vull.) y residuos de plantas que presenten olores fuertes y penetrantes, las que tienen efectos alelopáticos sobre los adultos del insecto.

7.6.7.3. Control Químico

La medida de control más situada es la aplicación de insecticidas, utilizando para ello los piretroides y los organofosforados; que son insecticidas muy vigorosos en estas condiciones, (Carballal, 2008).

(Vaca, 2014), nos señala, que el Fosforo de Aluminio es una sustancia letal, muestra una alta toxicidad y su componente tóxico es un gas llamado fosfina. Se maneja para preservar los granos de las cosechas, por su gran toxicidad afecta a los insectos en todos sus estadios. Las propiedades de este veneno se basan en una pastilla de 560 mg hasta 3 g, con una coloración gris oscuro, la cual cuando tiene fricción con la humedad libera un gas conocido como fosfina o gas fosfina, el cual tiene un olor característico similar a pescado descompuesto o ajo concentrado y es descolorido.

7.7. Generalidades de Ozono

Desde el punto de vista de, (Bermejo et al., 2009), nos mencionan que el ozono es un gas que no se presencia ningún color (inoloro) altamente reactivo formado por tres átomos de oxígeno (O_3). Es un componente natural de la atmósfera presente en sus dos capas inferiores: la troposfera (desde la superficie terrestre hasta 10 km de altura) y la estratosfera (entre 10-50 km por encima de la superficie terrestre). Al ozono se le conoce principalmente por su papel protector frente a la radiación ultravioleta en la estratosfera, donde se localiza el 90% del ozono atmosférico, formando la llamada “capa de ozono”.

El ozono es típicamente alotrópico (O_3) del oxígeno molecular (O_2), que está presente como un componente gaseoso natural, ubicado en las capas altas de la atmósfera y representa el 0,0001 % de su composición total. (Yadira, Ricardo, Andrea, & Juan, 2006)

La característica esencial de este gas, es que no se puede olerse cuando su concentración supera las 0,1 ppm, porque se transforma a un gas irritante. El ozono actúa como un agente antimicrobiano debido a su elevado poder oxidante, especialmente al nivel sistémico, es capaz de inhibir y destruir microorganismos patógenos como bacterias anaerobias, virus, algas, hongos y protozoos. (Yadira, Ricardo, Andrea, & Juan, 2006).

No se considera adecuado almacenar el ozono debido a su gran inestabilidad química a presión y temperatura ambiente; por tal situación los investigadores tienen la necesidad de utilizar equipos o máquinas generadoras de gas, (Hidalgo et al., 2016).

La vida media del Ozono (O_3) es de 12 horas, en estado gaseoso y en estado líquido un promedio de media hora, debido a la presión atmosférica, se puede transformar o decaer en dos moléculas de oxígeno rápidamente sin dejar residuos. La efectividad del ozono en producir mortalidad sobre insectos obedece directamente a su concentración y al tiempo de exposición, (Solano et al., 2017).

7.7.1. Producción del Ozono

De acuerdo con, (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2016), nos menciona que la fotoquímica de la producción del ozono se origina en la estratósfera que es similar a la que ocurre en la tropósfera, excepto que el ozono estratosférico se produce después de la fotólisis del oxígeno

molecular, mientras que en la tropósfera se produce después de la fotólisis del dióxido de nitrógeno.

De tal manera, la formación del ozono en la estratósfera ocurre mediante dos pasos;

En el primero, la luz ultravioleta rompe fotolíticamente una molécula de oxígeno (O_2), separándola en dos átomos de oxígeno (O). En el segundo, cada átomo de oxígeno colisiona con otra molécula de oxígeno para formar una molécula de ozono. El ozono formado puede separarse fotolíticamente por acción de la luz ultravioleta para generar una molécula de oxígeno y un átomo de oxígeno en estado excitado. (Dirección de Monitoreo Atmosférico, 2016).

Entre los múltiples métodos industriales existentes para la generación del ozono, tenemos que;

Según, (Bes Monge et al., 2016), nos manifiestan que el ozono industrial se origina mediante un generador de ozono, dicho gas se alimenta de aire u oxígeno puro. Aproximadamente de 1 a 10 % del oxígeno que fluye por los electrodos se transforma en ozono. Cuando se utiliza aire, la concentración de ozono a la salida del ozonizador varía entre el 1 y el 4% y si se emplea oxígeno puro, la concentración suele oscilar entre el 4 y el 12% en peso. Existen diferentes métodos para la producción industrial de ozono que se pueden dividir en tres categorías, según se utilice: la descarga de corona, la descarga electroquímica y los métodos UV.

7.7.2. Modo de Acción del Ozono

Como afirma, (Top Ozono, 2017), se entiende que el principal efecto es un daño a nivel del tracto intestinal y respiratorio del insecto. Además, utilizándose la dosis de Ozono relativamente bajas, aunque suficientes como para matar a un insecto, se consigue que el Ozono quite al insecto el área de confort de respiración.

El Ozono no traspasa la barrera que ofrece la cubierta del grano, por lo que no permite un control de estados inmaduros de plagas primarias (las cuales se desarrollan dentro del grano). Por tal razón, el Ozono sólo serviría como método de control para los insectos de infestación secundaria o plagas externas. Así en la actualidad, la ozonización es la única herramienta que permite la erradicación de olores objetables presentes en los granos (producidos por hongos o excreciones de insectos). (Top Ozono, 2017).

8. HIPOTESIS.

8.1 En cuanto a la mortalidad del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*

8.1.1. Hipótesis Nula = H0

H0. El uso del ozono (O₃) no producirá mortalidad del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*

8.1.2 Hipótesis Alternativa =H1

H1. El uso del ozono (O₃) produce mortalidad del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*

8.2. En cuanto a la germinación de las semillas:

8.2.1. Hipótesis Nula = H0

H0. El ozono no afectará el porcentaje de germinación de la semilla tratada.

8.2.2. Hipótesis Alternativa =H1

H1. El ozono afecta el porcentaje de germinación de la semilla tratada.

9. MARCO METODOLÓGICO

9.1. Tipo de Investigación

Investigación experimental; Se logró un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y correlacional.

9.2. Método experimental

Se evaluó los tratamientos en diferentes tiempos de exposición en ozono para el control de gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, de fréjol.

Dicho método nos ayudó a controlar las variables en estudio y observar las relaciones entre sí, reuniendo datos para comparar el comportamiento de un grupo en estudio con un grupo experimental.

9.3. Método Científico

Es fundamental que nos permite obtener conocimientos válidos (científicos), a partir de fuentes confiables, puede ser replicado en cualquier otro lugar y otra persona, arrojando el mismo resultado (reproductividad).

9.4. Método Analítico

Consiste en observar las causas y efectos, que permiten identificar con facilidad al objeto de estudio, con lo cual se puede explicar y entender su comportamiento.

9.5. Método Inductivo

Es un método que procura establecer conclusiones generales a partir de premisas particulares.

9.6. Técnicas

9.6.1. Observación Directa

En esta técnica se observó el comportamiento de la plaga *Acanthoscelides obtectus*, luego de haber sido aplicado a ozono. También se logró recopilar información concreta de la mortalidad del insecto.

9.6.2. Fichaje

Esta técnica fue utilizada para registrar datos de la investigación; los cuales fueron ordenados cuidadosamente para su respectivo análisis.

9.6.3. Comparación

Esta técnica fue empleada para comparar los datos registrados, y determinar el mejor tratamiento para el control de *Acanthoscelides obtectus*.

9.7. Materiales y Equipos

9.7.1 Materiales

En el proceso de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Libreta de campo
- Hojas de registro
- Lápiz
- Esferográfico
- 2 envases plásticos (5000) ml
- Tarrinas plásticas (1 000) ml
- Estilete
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla quirúrgica
- Mascarilla de carbón
- 1 metro de manguera de silicone de ¼
- Charola de plástico

- Papel absorbente
- Botella plástica
- Pala plástica
- Tela organza
- Tamizador de madera
- Cuchara plástica
- Cinta scotch
- Pastilla de Fosforo de Aluminio (Gastoxin).
- Mesa de acero inoxidable.
- Cronómetro.

9.7.2. Equipos

- Generador de ozono de 5 g/h (Modelo QJ-8003K).
- Balanza digital (ACS-30C).
- Balanza digital (BWL 51).
- Estereomicroscopio. (EMZ-13)
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Cámara de germinación (GA-001).

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Localización del ensayo.

La investigación se llevó cabo en el laboratorio de “Granos Andinos”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Facultad de CAREN, en el Campus Experimental Salache, cantón Latacunga.

10.2. Metodología

La cría del gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, se inició a partir de individuos que se encontraron infestado en granos almacenados de fréjol, los cuales fueron llevados al Laboratorio de Granos

andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Posteriormente fueron colocados en frascos de cristal de 7L de capacidad y se les suministraron granos de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) para la multiplicación de los insectos.(Carballal, 2008).

En cada unidad experimental se ubicó un recipiente plástico de 1 000 ml de capacidad, con 500 gramos de fréjol en donde se agregaron 15 insectos de *Acanthoscelides obtectus* por recipiente dando una muestra total de 360 gorgojos.(Vaca, 2014).

10.3. Diseño Experimental.

Se elaboró un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), con un arreglo factorial $2 \times 3 + 2$. Obteniendo tres repeticiones por tratamiento, dando como resultado $8 \times 3 = 24$ Unidades experimentales.

10.4. Factores de Estudio

Factor A: Condición de desarrollo de *Acanthoscelides obtectus*.

F1= 500 g de Fréjol.

F2= Sin Fréjol.

Factor B: Tiempo de exposición.

T1= 40 minutos.

T2= 50 minutos.

T3= 60 minutos.

Testigos: 500 g de Fréjol.

TR= Testigo Relativo (Fosfuro de Magnesio)

TA= Testigo Absoluto.

10.5. Tratamientos en Estudio

Tabla 4: Tratamientos según los factores de estudio

TRATAMIENTO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
		Desarrollo de <i>Acanthoscelides obtectus</i>	Tiempos de exposición
T1	F1T1	500 g fréjol	40 minutos
T2	F1t2	500 g fréjol	50 minutos
T3	F1t3	500 g fréjol	60 minutos
T4	F2t1	Sin fréjol	40 minutos
T5	F2t2	Sin fréjol	50 minutos
T6	F2t3	Sin fréjol	60 minutos
T7	TR	Testigo relativo (Fosfuro de Aluminio) +500 g de fréjol	
T8	TA	Testigo Absoluto (500 g fréjol)	

Fuente: Tonato, 2022

10.6. ADEVA

Tabla 5: se muestra el ADEVA de mortalidad de (*Acanthoselides obtectus*), según el diseño experimental.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	7
Repeticiones (r-1)	2
Factor A (a - 1)	1
Factor B (b - 1)	2
Factor A* Factor B (axb)	2
Tratamientos vs testigo	1
Error Experimental (t - 1) (r - 1)	14
Total (n-1)	23

Fuente: Tonato, 2022.

11. VARIABLES EN ESTUDIO.

En la Tabla 6; se detalla las variables de la presente investigación.

Tabla 6: Operalización de variables (VI –VD)

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE	INDICADOR	INDICE
INDEPENDIENTE	OZONO (O3)	Tiempo de Aplicación	40 minutos 50 minutos 60 minutos
		Condición de desarrollo <i>Acanthoscelides obtectus</i> .	500 g Fréjol Sin Fréjol
DEPENDIENTE	Mortalidad	Tasa de mortalidad de los gorgojos <i>Acanthoscelides obtectus</i> .	Porcentaje (%)
	Germinación	Germinación de la semilla de fréjol	Porcentaje (%)

Fuente: Tonato, 2022.

11.1. Manejo del Experimento

11.2. Semilla utilizada

Se utilizó semilla de Fréjol, tipo canario, de la cosecha 2020, proveniente de pequeños agricultores del Sector San Luis, de la parroquia El Corazón del cantón Pangua.

11.3. Recolección de los Insectos

Se adquirieron 2 kg de fréjol infestado de *Acanthoscelides obtectus*, en la Parroquia, El Corazón, los cuales fueron mezclados con 8 kg de fréjol sano en 2 recipientes de cristal con capacidad de 7 litros, la parte superior de estos recipientes fue cubierta con tela organza; la cual, se sujetó con una liga para permitir el ingreso de aire para los insectos.

11.4. Concentración de ozono.

La concentración de ozono seleccionada para la investigación es de 0.16mg/L en base a pruebas desarrolladas en el Laboratorio de semillas de proyecto de “Granos Andinos”. Para tener mortalidad de los gorgojos, se usó una maquina generadora de ozono modelo QJ-8003K y se justificó la dosis utilizada gracias a un medidor de concentración de ozono en mg/L marca Palintest.

11.5. Determinación del tiempo de aplicación.

Se ejecutaron pruebas para determinar el tiempo de exposición del ozono, se dio inicio con 20 minutos en el cual no se obtuvo los resultados efectivos de mortalidad de los insectos.

Por tal razón se tuvo que aumentar tiempos hasta que se estableció en 40 minutos como base, ya que se pudo observar resultados positivos en la mortalidad de gorgojos, de tal manera los tiempos asignados para realizar los tratamientos son; 40 minutos, 50 minutos, 60 minutos, de aplicación de ozono.

11.6. Aplicación de Ozono en los Frascos

Mediante una balanza digital, fueron pesados 500g de Fréjol y luego puestos en los envases de plástico. Posteriormente, se colocaron 15 insectos *Acanthoscelides obtectus*, de forma manual, en cada uno de los frascos con ayuda de una cuchara plástica con el fin de evitar daños por manipulación, se ingresó un total de 360 insectos en todo el experimento.

Para la aplicación de Ozono se utilizó una máquina generadora, mediante una manguera de silicone de un 3/6, permitió que circule el gas en los envases plásticos de 1000 ml. En cada uno de los tratamientos tuvo una concentración de 0.16mg/L de ozono.

Una vez finalizado el tiempo de aplicación de Ozono, se procedió a tapar los orificios con una cinta schot, para evitar la salida del gas, así pueda permanecer en el interior de los envases plásticos. Luego que transcurrió 72 horas fueron abiertos los envases para verificar la mortalidad de los gorgojos.

11.7. Aplicación del Fosfuro de Aluminio (Gastoxin) en los envases plásticos.

Se utilizó 500 g de Fréjol y se colocaron 15 insectos en cada envase plástico, se procedió a pesar la pastilla de Aluminio de Fosfuro (Gastoxin), y se aplicó 0.16 g del químico, acorde a los cálculos de dosificación para 500 gramos. Dicho tratamiento permaneció completamente cubierto por su alto grado de toxicidad del producto.

11.8. Evaluación de la mortalidad del gorgojo del Fréjol *Acanthoscelides obtectus*.

El conteo de la mortalidad de los gorgojos se lo realizó a las 72 horas, de haber aplicado ozono en cada uno de los tratamientos. Se tomó como referencia la metodología (Vidales, 1991), para esta investigación se utilizó una zaranda plástica y se agito por 10 segundos para separar los insectos de los granos de fréjol en una charola.

Se consideraron insectos muertos aquellos permanecieron inmóviles y no mostraron ninguna reacción.

Para evaluar la mortalidad del testigo relativo (Fosfuro de aluminio), se abrió cuidadosamente los envases y se los ubicó en un lugar despegado para evitar el contacto directo con el gas, después

de una hora se procedió al conteo de los insectos tomando en cuenta las normas de seguridad como son: mascarilla de carbón, guantes quirúrgicos debido al alto grado de toxicidad del producto.

Para realizar los cálculos de porcentaje de mortalidad se aplicó la fórmula, (Vaca, 2014) en la cual indica lo siguiente:

$$\%M = \frac{NMF}{NVI} * 100$$

DONDE:

%M = Al porcentaje de mortalidad del tratamiento.

NMF = Al número de individuos muertos al final del tratamiento.

NVI = Al número de individuos vivos al inicio del tratamiento.

11.9. Pruebas de germinación de semillas de Fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*)

Las pruebas de germinación se realizaron con semillas que se tomaron de cada uno de los tratamientos en el control de *Acanthoscelides obtectus*, con ozono. Se extrajeron 20 semillas por tratamiento y se las ubicaron en papel absorbente previamente humedecidos con agua destilada; dichas muestras fueron colocadas en cámara germinadora, con una temperatura de 25 °C +/-2°. Las pruebas se repitieron por varias veces ya que no se obtuvo los resultados esperados. Se agregó agua destilada cada 24 horas durante 7 días. Se consideraron semillas germinadas aquellas que frotaron radícula y plúmula, metodología similar a (Impene et al., 2017).

12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los resultados obtenidos de la mortalidad de los gorgojos *Acanthoscelides obtectus*, fueron tabulados y analizados en una hoja de Excel, dependiendo del tratamiento. En el procedimiento estadístico de los datos se empleó el programa Infostat versión Estudiantil, para obtener el

ADEVA, los resultados son expresados mediante tablas, gráficos textos. Se aplicó la prueba de Tukey al 5%, con el fin de comparar medias y rangos.

13. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

13.1 Análisis de la Mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*.

La aplicación de Ozono sobre *Acanthoscelides obtectus*, presentó efectos significativos con relación a la mortalidad, la cual, se vio afectado por las condiciones ambientales para el desarrollo de la plaga (500 g fréjol, sin fréjol), y por el tiempo de exposición al ozono. También las interacciones entre los factores y testigos, generaron resultados de significancia, de igual manera la interacción entre el testigo R vs el testigo A.

Tabla 7: ADEVA, del efecto del tiempo de exposición a ozono y condición de desarrollo de la plaga más los testigos sobre la mortalidad en promedio de *Acanthoscelides obtectus*.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Tratamientos	37538,21	7	5362,6	192,99	<0,0001	*
Repetición	25,95	2	12,98	0,47	0,6363	ns
Desarrollo de la plaga (A)	20898,54	1	20898,54	752,02	0,00000	*
Tiempo de exposición (B)	1797,48	2	898,74	32,34	0,00001	*
Desarrollo*Tiempo (A*B)	1797,48	2	898,74	32,34	0,00001	*
Factores vs Testigos	593,17	1	593,17	21,35	0,0004	*
Error	389,01	14	27,79			
CV %	8,36					

Fuente; Tonato, 2022.

En la Tabla 7, se observa la comparación de rangos para el porcentaje de mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, utilizando la prueba de Tukey al 5%. Estadísticamente los resultados fueron iguales de los porcentajes de mortalidad, con aplicación de ozono en la condición sin fréjol, en el T4 (40 minutos), T5 (50 minutos), T6 (60 minutos) y T7 testigo relativo, se logró un 100% de insectos muertos. Por otro lado, en la condición de 500 g de fréjol, el T3 (60 minutos), alcanzó el porcentaje más alto de mortalidad, con un 60%. El testigo T8 (Fosfuro de Aluminio), presentó un porcentaje mínimo de mortalidad con un 8,89%.

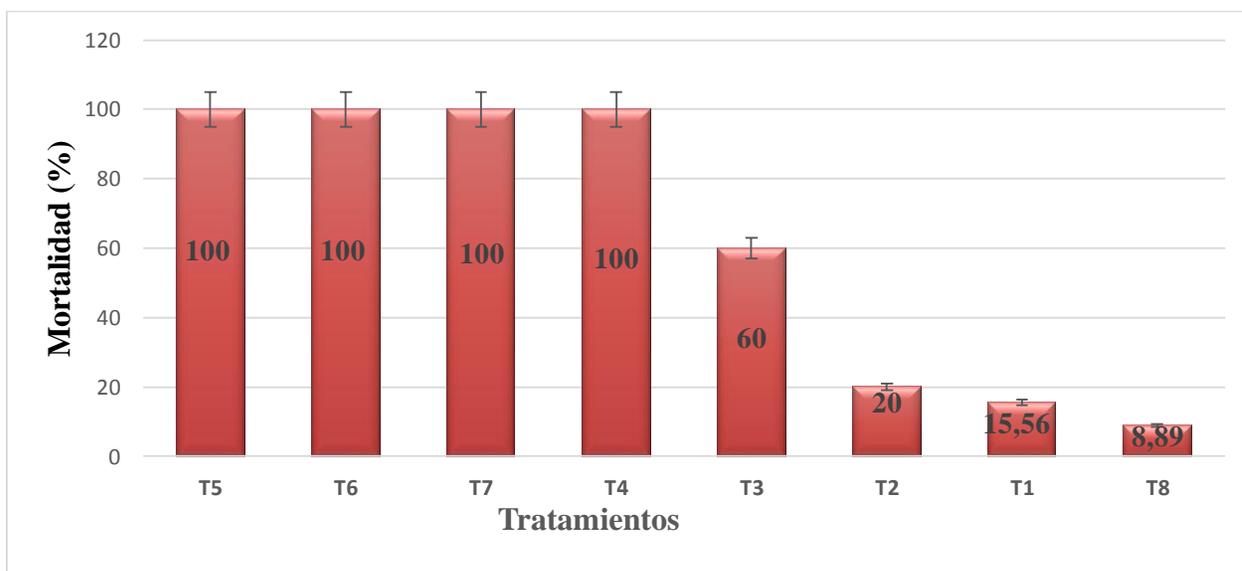
Tabla 8: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*.

	Tratamientos	Medias (%)	Rangos
T5	Sin Fréjol + 50min	100	A
T6	Sin Fréjol + 60min	100	A
T7	Testigo R. (Fosfuro de aluminio)	100	A
T4	Sin Fréjol + 40min	100	A
T3	500g fréjol+ 60min	60	B
T2	500g fréjol+ 50min	20	C
T1	500g fréjol+ 40min	15,56	C
T8	Testigo absoluto	8,89	C

Fuente; Tonato, 2022.

En la **Figura 1**, se presenta el porcentaje de mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, para cada uno de los tratamientos, que tiene significancia estadística, se utilizó la prueba de Tukey al 5% para su comparación.

Figura 1: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus*, por efecto el ozono en todos los tratamientos. Prueba de Tukey al 5% para la comprobación de rangos.



Fuente: Tonato, 2022.

En la **Figura 2**, se observa la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, por efecto del ozono de acuerdo a la condición desarrollo la cual en los envases sin fréjol T4 (40 minutos), T5 (50 minutos), T6 (60 minutos), se logró el 100% de insectos muertos; a comparación con aquellos que se encontraban con 500 g de fréjol T1 (40 minutos), T2 (50 minutos), T3 (60 minutos), logrando un 31.85% de mortalidad. Los resultados alcanzados son similares a los de (Triana Arcano et al., 2020), quienes manifiestan que en condiciones de silos vacíos y tiempo de exposición, la mortalidad del gorgojo es significativamente mayor, mientras que en los silos llenos de granos la tasa de mortalidad es menor.

(Solano et al., 2017), mencionan que la presencia de maíz dentro de los prototipos de silos aumentó la superficie de contacto del ozono y su consecuente degradación, por lo tanto, su eficacia para producir mortalidad disminuyó, mientras que en los silos vacíos el gas pudo desplazarse libremente sin descomponerse y logró producir mayor mortalidad sobre *L. serricorne*.

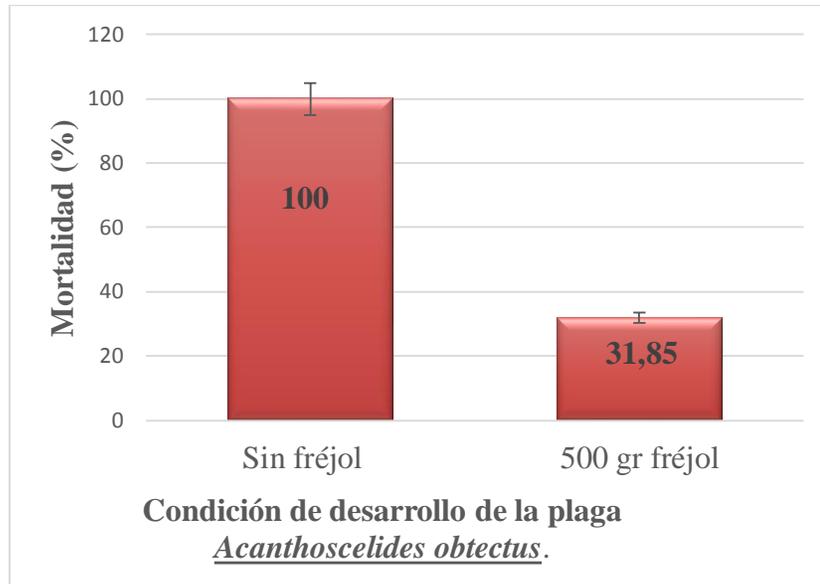
El ozono puede actuar sobre los insectos causando daños a nivel del tracto respiratorio e intestinal, más aún cuando se presentan incrementos de temperatura, porque estos aumentan la tasa respiratoria y facilitan la entrada del gas a su cuerpo.(Solano et al., 2017).

Tabla 9: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, según el contenido de los envases.

Supervivencia de la plaga	Medias (%)	Rangos
Sin fréjol	100	A
500 g fréjol	31,85	B

Fuente; Tonato, 2022.

Figura 2: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus* por efecto de ozono en la condición de desarrollo de la plaga (sin fréjol y 500g de fréjol). Prueba de Tukey al 5% para la comparación de rangos.



Fuente; Tonato, 2022.

A continuación, en la **Figura 3**; se observa que el tiempo de exposición a ozono originó un efecto significativo sobre la mortalidad de gorgojo, incrementándose a medida que el tiempo aumentó. El porcentaje de mortalidad más alto se dio en la condición (sin fréjol y 500 g de fréjol) a los 60 minutos de exposición a ozono (80%), mientras que el más bajo fue de 40 minutos dando como resultado (57,78%), de insectos muertos.

Otras investigaciones;

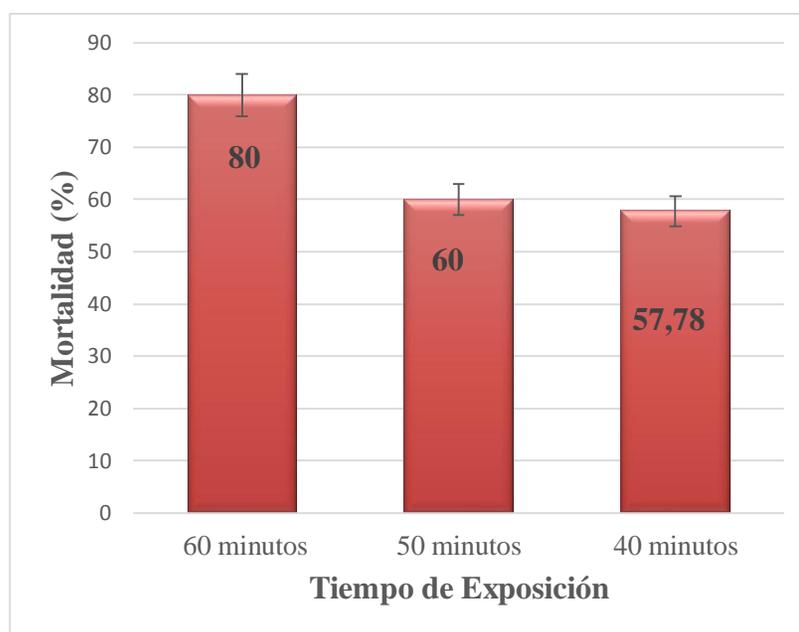
Según, (Solano et al., 2017), mencionan en su investigación que el tiempo de exposición a ozono también produce un efecto significativo sobre el porcentaje de mortalidad ($P < 0,001$), el cual incrementó con el tiempo y alcanzó su valor más alto a los 60 minutos (58,25%). La interacción condición de silo por tiempo de exposición a ozono fue significativa ($P < 0,001$) y permitió observar diferencias relevantes en la mortalidad, la cual fue más alta en silos vacíos a los 60 minutos (94%) que, en silos con maíz, donde fue considerablemente menor (22,5%) para el mismo período.

Tabla 10: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, de acuerdo al tiempo de exposición.

Tiempo de exposición	Medias (%)	Rangos
60 minutos	80	A
50 minutos	60	B
40 minutos	57,78	B

Fuente; Tonato, 2022.

Figura 3: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus* por efecto del ozono en diferentes tiempos de exposición. Prueba Tukey al 5 %, para la comparación de rangos.



Fuente: Tonato, 2022.

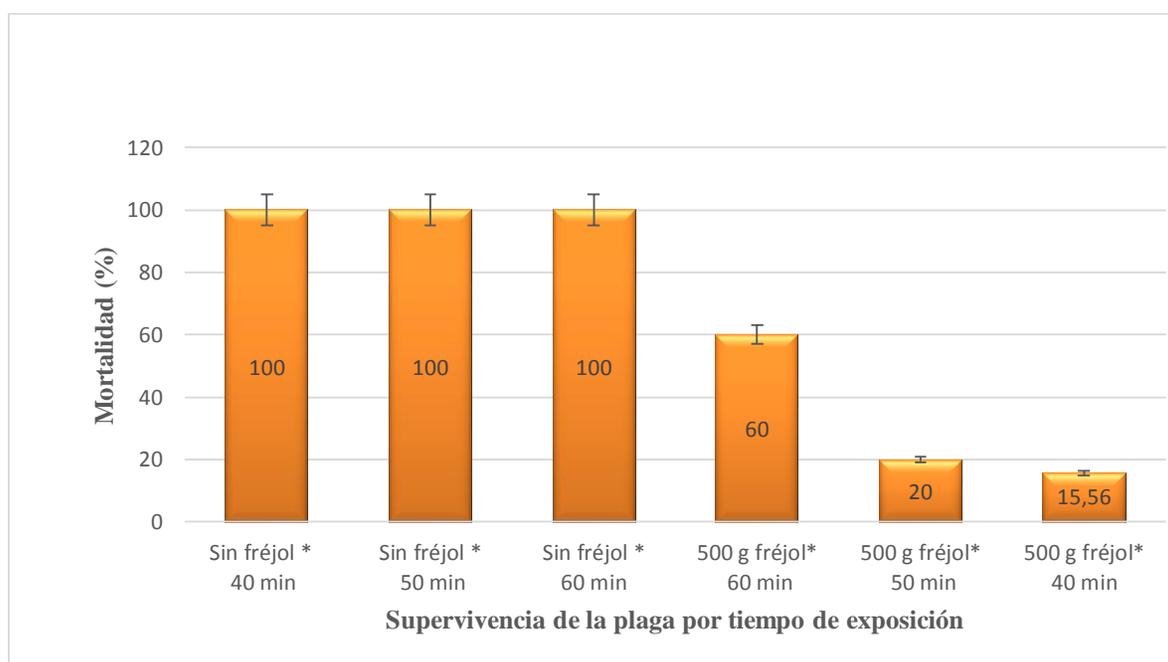
En la **Figura 4**; se presenta la interacción entre la condición desarrollo de plaga por tiempo de exposición al ozono, mostrando el porcentaje de mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*, en los envases sin maíz un 100% en el T4 (40minutos), T5 (50minutos), T6 (60minutos), en comparación con los demás tratamientos que se encontraron con los 500 g de fréjol, la mortalidad más alta fue de (60%), en el T3 (60minutos), la más baja para el T1 (40minutos), con un porcentaje de 15,56%.

Tabla 11: Prueba de Tukey, para la comprobación de rangos en la mortalidad de *Acanthoscelides obtectus*.

Supervivencia de la plaga	Tiempo	Medias (%)	Rangos
Sin fréjol	40 minutos	100	A
Sin fréjol	50 minutos	100	A
Sin fréjol	60 minutos	100	A
500 g fréjol	60 minutos	60	B
500 g fréjol	50 minutos	20	C
500 g fréjol	40 minutos	15,56	C

Fuente: Tonato, 2022.

Figura 4: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus*, por efecto de diferentes tiempos de exposición al ozono y condición de desarrollo de la plaga (sin fréjol y 500 g fréjol). Prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.



Fuente: Tonato, 2022.

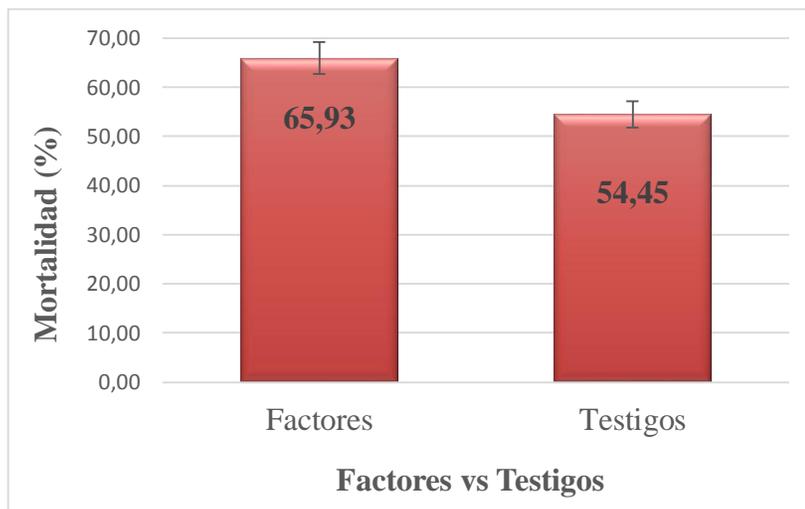
Además, (Solano et al., 2017), resaltaron en su investigación que cuando los gorgojos fueron expuestos a ozono durante 30 y 45 minutos, la mortalidad fue estadísticamente similar para silos vacíos (48 y 47,5%) y silos con maíz (15 y 17%), respectivamente.

La diferencia en la mortalidad registrada en los silos vacíos y aquellos con maíz puede explicarse por la actividad del gas durante su proceso de ozonificación. De acuerdo con (Solano et al.,

2017), el ozono aplicado a granos cumple una etapa inicial en la que se desplaza lentamente entre ellos para degradarse al reaccionar con sus superficies. Seguidamente, ocurre la segunda etapa que involucra un movimiento libre del gas entre los espacios intergranarios, en donde se disminuye su tasa de degradación y se incrementa el contacto con los insectos plaga.

En la **Figura 5**; se muestra la interacción de factores vs los testigos existe significancia estadística, utilizando la prueba de Tukey al 5%, para la comparación de rangos, es decir; los factores T1 (40 minutos), T2 (50 minutos), T3 (60 minutos), T4 (40 minutos), T5 (50 minutos), T6 (60 minutos) obtuvieron un porcentaje de mortalidad mayor de 65,93%, en comparación con los testigos T7 Testigo relativo (Fosforo de Aluminio), T8 (testigo absoluto), alcanzando un porcentaje de 54,45%. Por lo tanto, es considerable utilizar ozono para controlar la plaga *Acanthoscelides obtectus*, en granos almacenados de fréjol.

Figura 5: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus*, por efecto de ozono en la interacción de los Factores vs Testigos. Prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.

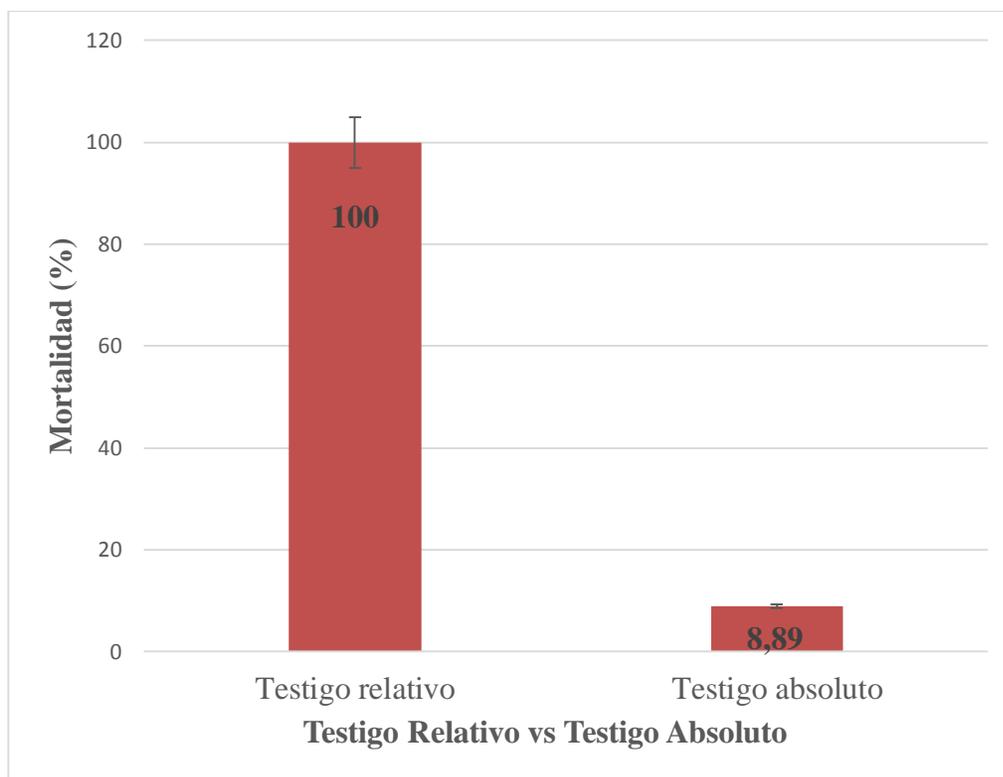


Fuente: Tonato, 2022.

Concordando con, (Vaca, 2014) en el control de *S. zeamais* logró tener mayor porcentaje de mortalidad en los tratamientos que fueron sometidos al ozono con una concentración de 11 ppm alcanzando el 67,3 %, a comparación con los testigos (químico y absoluto) que presentaron un porcentaje del 52 %.

En la **Figura 6**; Se observa que el T7 testigo relativo (Fosforo de Aluminio), con una aplicación de 0.16 g, alcanzó el 100% de mortalidad de los insectos. En cambio, en el T8 testigo Absoluto, presenta un porcentaje mínimo de (8,89%) de mortalidad durante el experimento.

Figura 6: Mortalidad promedio (%) de *Acanthoscelides obtectus*, por efecto del ozono, mediante la interacción de los testigos. Utilizando la prueba de Tukey al 5% para comparación de rangos.



Fuente: Tonato, 2022.

(Vaca, 2014), consiguió en su investigación obtener un porcentaje de mortalidad del 100 %, es decir que los insectos murieron en todas las repeticiones, una de las principales causas es la gran toxicidad que presenta este producto.

13.2. Análisis de germinación del Fréjol.

La aplicación de ozono sobre las semillas de Fréjol, generó efectos significativos, con relación al porcentaje de germinación, por tal razón se realizó la prueba de Tukey al 5% para la comparación de rangos.

Tabla 12: ADEVA del efecto de ozono en el porcentaje de germinación de semillas de fréjol.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	536,49	4	134,12	4	0,0453*
Error	268,24	8	33,53		
Total	970,41	14			
CV %		11,07			

Fuente: Tonato, 2022.

En la **Tabla 9**; se observa la comparación de rangos para el porcentaje de germinación de semillas de fréjol, aplicando la prueba de Tukey al 5 %. Estadísticamente los resultados de los porcentajes fueron iguales para los tratamientos con ozono T1 (40 minutos), T3 (60 minutos), T7 Testigo Relativo (Fosfuro de Aluminio), y el T8 (Testigo Absoluto), presentó un valor alto de porcentaje de semillas germinadas con un 58,97%. El T2 (50 minutos a exposición a ozono), obtuvo un valor bajo de un 41,03%.

Tabla 13: Prueba de Tukey para la comparación de medias del porcentaje de germinación de las semillas de Fréjol.

	Tratamientos	Medias	Rangos	
T2	50 minutos	41,03	A	
T7	TR (Fosfuro de Aluminio)	53,85	A	B
T3	60 minutos	53,85	A	B
T1	40 minutos	53,85	A	B
T8	Testigo Absoluto	58,97		B

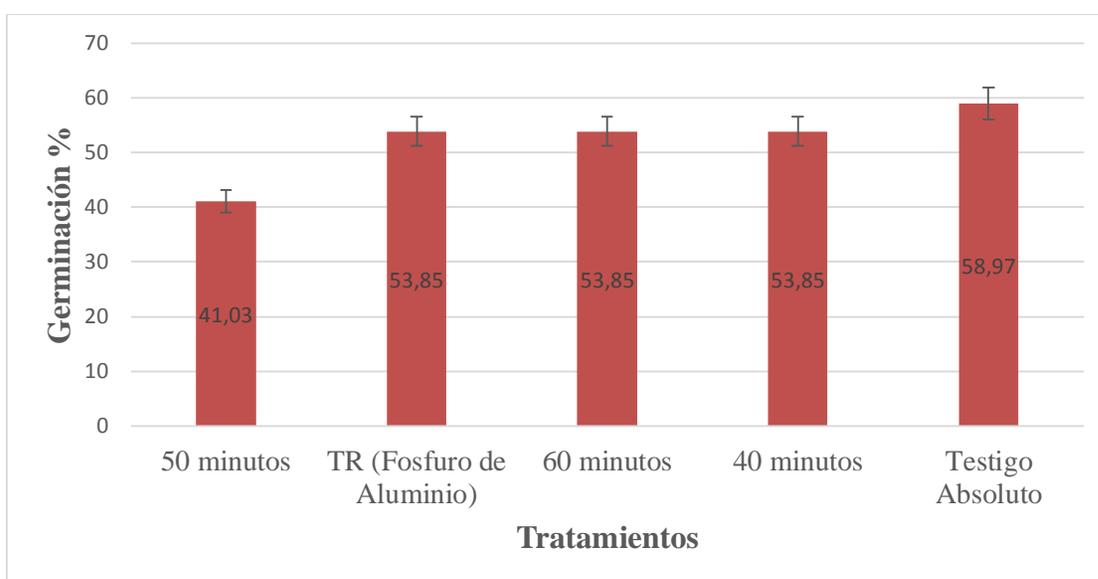
Fuente: Tonato, 2022.

En la **Tabla 7**, se muestra con mayor claridad el efecto del ozono sobre la germinación de las semillas de fréjol, conservando el rango (A) las semillas que fueron expuestas en ozono durante 40, 60 minutos (T1, T3), respectivamente, incluido en ese rango el testigo relativo (T7) a comparación del (T2) 50 minutos quien fue catalogado en el rango (B) por su bajo porcentaje germinativo.

Coincidiendo con, (Valdés & Pozo, 2011), quienes comprobaron que el efecto del ozono sobre la velocidad de germinación y el porcentaje de germinación fue diferente para las variedades BAT-304 y Guamá-23. En la primera variante, las semillas de la variedad BAT-304 a las 72 horas de iniciado el experimento alcanzando un 100 % de germinación en todos los tratamientos. A las 48 horas de comenzadas las pruebas de germinación, las semillas que no estuvieron sometidas a una

atmósfera modificada (control), las que fueron expuestas al tratamiento de ozono durante 24 horas y a las que fueron expuestas durante 72 horas, tuvieron una velocidad de germinación similar, mientras que las semillas que fueron expuestas al tratamiento con ozono durante 48 horas alcanzaron el 100 % de germinación, lo cual mostró que el tiempo de exposición al ozono al cual fueron sometidas las semillas de la variedad BAT-304 no afectó la germinación.

Figura 7: Germinación promedio (%) de Fréjol a los 7 días por efecto del ozono. Prueba Tukey al 5 %, para comparación de rangos.



Fuente: Tonato, 2022.

14. IMPACTOS

14.1 Técnicos

La Agricultura con el pasar del tiempo, ha seguido evolucionando gracias a la tecnología. Nuestros agricultores buscando alternativas para que los rendimientos de sus cultivos no se vean afectados por el ataque de plagas y enfermedades en campo y en postcosecha. Estos agentes generan pérdidas representativas; por lo tanto, el ozono si favorece en la disminución o eliminación total de estas plagas.

14.2 Ambientales

La siguiente investigación se realizó con fines, de precautelar la biodiversidad del medio ambiente, con la aplicación de ozono como una alternativa ecológica, para controlar plagas en granos almacenados y así disminuir el uso excesivo de productos químicos.

14.3 Social

El siguiente trabajo beneficia a personas y agricultores interesados, en cambiar su estilo de vida agrícola.

14.4 Económicos

No genera impactos negativos, el siguiente trabajo puede ser transmitido, y practicado para así ofertar en el mercado semillas libres de plagas y sin productos químicos que perjudique nuestra salud.

15. CONCLUSIONES

- Los mejores resultados para controlar el gorgojo *Acanthoscelides obtectus*, fueron los T4 (40 minutos), T5 (50 minutos), T6 (60 minutos), envases sin fréjol, alcanzando un 100% de mortalidad. También, se observó que en T3 (60 minutos), con 500 g de fréjol la mortalidad de los gorgojos fue del 60%.
- Con relación al tiempo de exposición el T3 y T6 a (60 minutos) con 500 g de fréjol y sin fréjol, alcanzaron un porcentaje de mortalidad de un 80%.
- El ozono no afectó en el porcentaje de germinación de semillas evaluada a los 7 días, obteniendo el mayor número de semillas germinadas en T6, T4 (60, 40 minutos) con un valor de 53.85%

16. RECOMENDACIONES

- Transmitir la información del efecto del Ozono sobre el gorgojo *Acanthoscelides obtectus* a los pequeños y medianos agricultores, productores de fréjol.
- Utilizar el Ozono con una alternativa ecológica para el cuidado del medio ambiente, y para la salud humana.
- Realizar estudios sobre la efectividad de la aplicación de ozono para lograr un 100% de mortalidad, aumentando el tiempo de exposición en granos almacenados.
- Aplicar ozono en diferentes cantidades de granos almacenados, para comparar la mortalidad de los insectos.

17. BIBLIOGRAFIA

- Amaya, E. (2017). Elaboración De Manual Integrado De Plagas Y Servicios De Granos Básicos De Acaass De . In *Asoc. Coop. San Sebastian de R.L* (Vol. 1). [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12592/1/Documento final - EPS..pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12592/1/Documento%20final%20-%20EPS..pdf)
- Araya V., R., Martínez U., K., & López Z., A. (2013). Protocolo para el manejo poscosecha de la semilla de frijol. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO) CR*, 39. www.fao.org/publications
- Arias, J., Rengifo, T., & Jaramillo, M. (2007). Manual tècnico. In *Buenas prácticas agrícolas en la producción de Fríjol Voluble* (Vol. 1). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- Bermejo, V., Alonso del Amo, R., Cozar, S., Rábago, I., Aracil, J., & Marta, G. (2009). *El ozono troposférico y sus efectos en la vegetación*. 9–12.
- Bes Monge, S., Silva, A., & Bengoa, C. (2016). Manual técnico sobre procesos de oxidación avanzada aplicados al tratamiento de aguas residuales industriales. In *(Tritón-316Rt0506)* (Issues 978-84-09-08637-5). http://www.cyted.org/sites/default/files/manual_sobre_oxidaciones_avanzadas_0.pdf
- BORJA JAQUELINE. (2017). Diseño de un sistema de costeo para el proceso de Producción y comercialización del Fréjol Guandul y el procesadmiento de la harina Guandul en el valle de Chota, Comunidad de Piquiucho. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Carballal, A. (2008). *efecto de polvos vegetales sobre el gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus Bohemann (Coleoptera; Bruchidae)*.
- Cisneros, R. (1993). *Comparación entre sistemas tradicionales y mejorados de control de (Acanthoscelides obtectus) en frijol almacenado*.
- Dell'Orto Trivelli, H., & Velázquez, C. J. A. (1985). Insectos que dañan granos productos almacenados. *Serie: Tecnología Poscosecha* 4, 146. <http://www.fao.org/docrep/x5053S/x5053S00.htm>
- Dirección de Monitoreo Atmosférico. (2016). *¿ Qué es el ozono ? El ozono como contaminante del aire*. X, 1.
- Escoto, N. (2004). *El cultivo de frijol. Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores*. 37.
- Escoto, N. (2013). El cultivo de frijol. *El Cerealista*, 44. http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/el_cultivo_de_frijol_dicta.pdf%0Ahttps://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&sqi=2&ved=0ahUKEwi76r-zbo7bQAhVKSSYKHeWsBNMQFggZMAA&url=http://www.bolcomsf.co

- Estrada, D. (2019). *Prospección de insectos que atacan al cultivo de arroz (Oryza sativa L.) antes de la cosecha y en centros de acopio*. 4–7.
- Fernández, A., Rangel, J., Juárez, S., Rafael, B., Montes, S., & Mendoza, M. (2009). *OLEORRESINA DE JÍCAMA PARA CONTROLAR Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Bruchidae) EN SEMILLA DE FRIJOL*. 56–59.
- Henrique Da Silva, P. (2017). *Tesis doctoral CONTROL BIOLÓGICO DEL GORGOJO DE LA JUDIA Acanthoscelides obtectus (Coleoptera: Chrysomelidae) EN LA REGIÓN DE CASTILLA Y LEON, ESPAÑA*.
- Hernández, A., & Carballo, A. (2003). Almacenamiento y conservación de granos y semillas. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, 8. [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento de semillas.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento_de_semillas.pdf)
- Hidalgo, Á., Castaño, R., & Aguirre, C. (2016). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Alternativas*, 16(2), 66. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v16i2.69>
- Impene, I., Váldez, R., Pozo, E., & Cárdenas, M. (2017). *Efecto del ozono (O₃) sobre semillas almacenadas del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. 44, 43–48.
- Palacio Legislativo de san Lazaro. (2020). *Mercado del frejol situacion propectiva*. 20.
- Ramirez, S., & Suris, M. (2015). *Ciclo de vida de Acanthoscelides obtectus (Say.) sobre frijol negro (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de laboratorio*. 30, 158–160.
- SCHMALE, I., WACKERS, F. L., CARDONA, C., & DORN, S. (2002). *Research Collection*. 31(5).
- Silva, C., & Marrasssi, M. (2016). *Guia de Estudio*. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudio-Transpiracion.pdf>
- Solano, Y., Triana, J., Ávila, R., Hernández, D., & Morales, J. (2017). Efecto del ozono sobre adultos del gorgojo del cigarrillo, Lasioderma serricorne (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Idesia*, 35(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-34292017005000007>
- Teck, N. (1992). *Comparación de la biología de zabrotes subfasciatus y acanthoscelides obtectus en grano de frijol comun (Phaseolus Vulgaris) almacenado*.
- Tejeda, P. (2011). *Efecto de polvos de hojas de canelo (Drimys winteri J. R. et G. Forster) sobre Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae) bajo condiciones de laboratorio*.
- Top Ozono. (2017). *Ozono en el control de plagas de granos almacenados*. 1–9. www.TopOzono.com
- Torres, E., Quisphe, D., Sánchez, A., Reyes, M., Torres, A., González, B., Cedeño, A., & Haro, A. (2014). *Caracterización De La Producción De Frijol En La Provincia De Cotopaxi*

Ecuador: Caso Comuna Panyatug. *Ciencia y Tecnología*, 6(1), 23–31.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v6i1.88>

- Triana Arcano, J. A., Solano Rojas, Y. A., Avila, R. M., Hernández, D. M. & José, M. S. (2020). *Efectividad del ozono sobre Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio.*
- Urbina, R. (2019). Control de Calidad en la Producción “Tradicional y No Convencional” de Semilla de Variedades de Maíz (*Zea Mays L.*) de Polinización Libre. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 17.
- Vaca, A. (2014). *Evaluación del efecto del Ozono (O₃) en el control del gorgojo (Sitophilus zeamais) en granos almacenados.*
- Valdés, R., & Pozo, E. (2011). Efecto del Ozono(O₃) sobre sobre adultos de Zabrotes subfastiatus (Bohemann) y granos de frijol común. In *Universidad Central “Marta Abreu de las Villas.”*
- Ventura, R., Clará, A., Bruno, O., & Parada, J. (2018). Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*, 37.
http://centa.gob.sv/docs/guias/granos basicos/Guia Centa_Frijol 2019.pdf
- Vidales, M. (1991). *PLANTAS TROPICALES EN EL CONTROL DEL GORGOJO Sitophilus zeamais MOTS, ¿COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). EN MAIZ ALMACENADO, .*
- Viñuela, E. (1993). Plagas de los productos almacenados. *Hojas Divulgadoras, 1/93 HD*, 32.

18. ANEXOS

Anexo 1: Aval de traducción

 Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O3) EN EL CONTROL DE GORGOJO (Acanthoscelides obtectus), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (Phaseolus vulgaris L.), EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI 2021 - 2022”** presentado por **Tonato Guantasig Monica Paola**, estudiante de la carrera de **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 18 de abril del 2022.

Atentamente,

 EDISON MARCELO PACHECO PRUNA

**Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0**

 CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2: Plagio



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 2%

Date: domingo, abril 17, 2022
Statistics: 215 words Plagiarized / 13860 Total words
Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARERRA INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Titulo: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE OZONO (O3) EN EL CONTROL DE GORGOJO (*Acanthoscelides obtectus*), EN GRANOS ALMACENADOS DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL CAMPUS SALACHE, COTOPAXI. 2021__ - 2022". Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma Autora: Tonato Guanotasig Monica Paola Tutor: **Marco Antonio Rivera Moreno** Ing. M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR Marzo 2022
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Monica Paola Tonato Guanotasig, con cédula de ciudadanía; 0504267683, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: "Evaluación del efecto de ozono (O3) en el control de gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en granos almacenados de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campus Salache, Cotopaxi. 2021-2022", siendo el Ingeniero **Marco Antonio Rivera Moreno M.Sc.**, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Anexo 3: Reproducción de gorgojo *Acanthoscelides obtectus*



Anexo 4: Fréjol infectado por *Acanthoscelides obtectus*.



Anexo 5: Envases con 500 g de fréjol.



Anexo 6: Incorporación de insectos *Acanthoscelides obtectus*, en cada tratamiento.



Anexo 7: Aplicación de Ozono en diferentes tiempos.



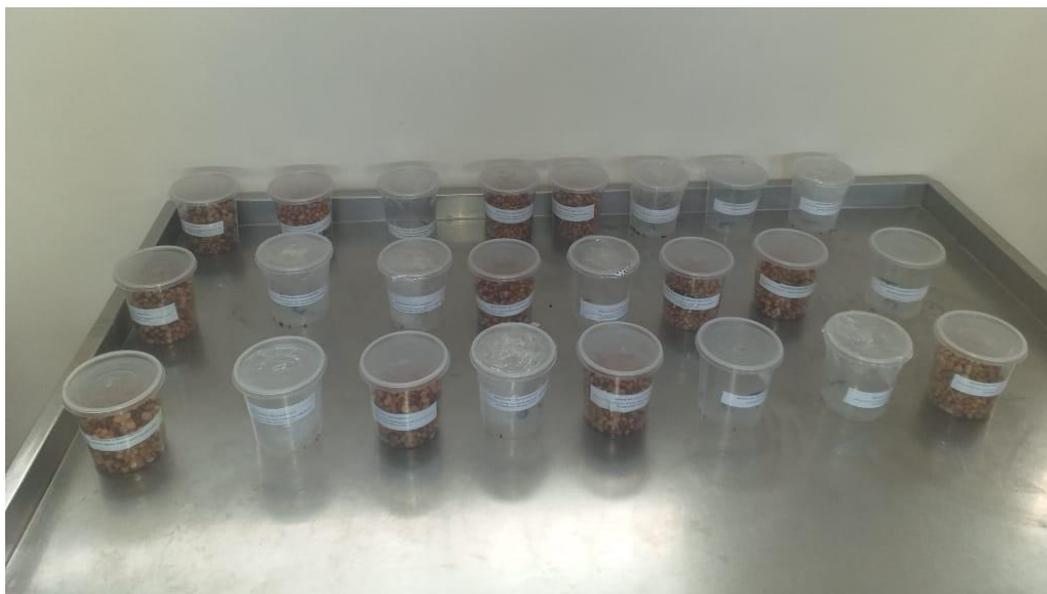
Anexo 8: Implementos para la Aplicación de Fosforo de Aluminio (Gastoxin)



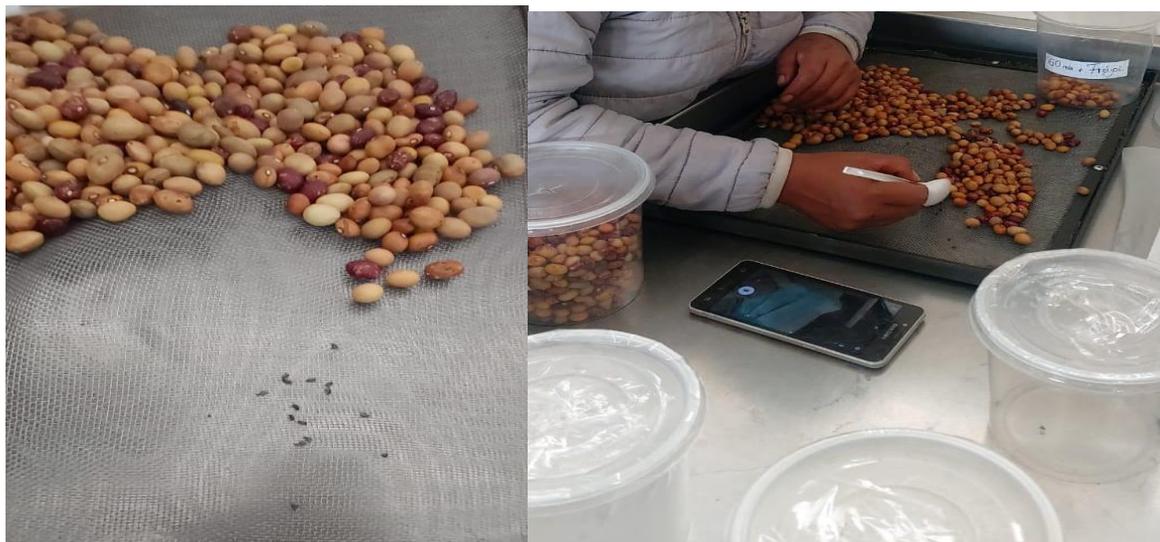
Anexo 9: Pesaje de Fosforo de Aluminio (Gastoxin) para los tratamientos.



Anexo 10: Tratamientos con aplicación de ozono



Anexo 11: Conteo de los insectos muertos y vivos.



Anexo 12: Insectos muertos, después de la aplicación del ozono.



Anexo 13: Muestreo destructivo del Fréjol.



Anexo 14: Rotulación de los tratamientos y perforaciones de los envases plásticos.

