


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE  
GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* M) EN GRANOS ALMACENADOS  
DE MAÍZ, EN TRES LOCALIDADES DEL  
MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018

REYNELIO DONEL VILLELA JIMÉNEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE  
GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* M) EN GRANOS ALMACENADOS  
DE MAÍZ, EN TRES LOCALIDADES DEL  
MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

REYNELIO DONEL VILLELA JIMÉNEZ

Al conferírsele el título de

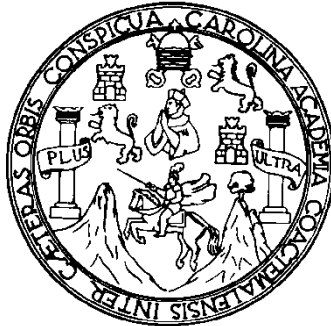
INGENIERO AGRÓNOMO

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
AGRONOMÍA**



**RECTOR**  
**M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS**

**CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Inga. Evelin Dee Dee Sumalé Arenas
Representante de Estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de Estudiantes:	P.C. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

**AUTORIDADES ACADÉMICAS**

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto

**ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

Presidente:	M.Sc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda
Secretario:	Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto
Vocal:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso

**TERNA EVALUADORA**

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte  
M.Sc. Godofredo Ayala Ruiz  
Ing. Agr. Edgar Antonio García Zeceña

Chiquimula, octubre de 2019.

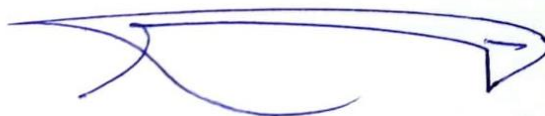
Consejo Directivo  
Centro Universitario de Oriente  
Chiquimula

Honorables Miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado: EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* M) EN GRANOS ALMACENADOS DE MAÍZ, EN TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente



Reynelio Donel Villela Jiménez  
Carnet: 9040129

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
PROGRAMA DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN  
CARRERA AGRONOMIA



REF-PTG- SDVM-06-2019  
Chiquimula, octubre de 2019

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón  
Director CUNORI  
Chiquimula, Ciudad


Respetable Ingeniero Coy:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación - PTG- de la Carrera de Agronomía, para asesorar al estudiante, REYNELIO DONEL VILLELA JIMÉNEZ carné: 9040129, en el trabajo de investigación denominado: **EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE GORGOJO DEL MAIZ (*Sitophilus zeamais M.*) EN GRANOS ALMACENADOS DE MAÍZ, EN TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018.** Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Sergio Darío Villela Morataya  
Asesor Principal



cc. Archivo

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **REYNELIO DONEL VILLELA JIMÉNEZ** titulado “**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais M*) EN GRANOS ALMACENADOS DE MAÍZ, EN TRES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2018**”, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera Agronomía. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a siete de octubre de dos mil diecinueve.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón  
**DIRECTOR**  
**CUNORI - USAC**

## **AGRADECIMIENTOS**

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

A LA CARRERA DE AGRONOMÍA

A MIS CATEDRÁTICOS

Por facilitar el proceso de aprendizaje – enseñanza y transmitir conocimientos y formar parte en mi formación profesional

A MI ASESOR

Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya

Por la acertada asesoría y por su valiosa colaboración en la elaboración de esta investigación

Al Proyecto IICA – CRIA

Por su colaboración y apoyo financiero de principio a fin en esta investigación

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Por iluminar mi camino, darme fuerza, entendimiento y sabiduría para lograr mis metas.

**MIS PADRES:** Carlos Villela y Marta Jiménez (QUEPD) mis viejitos del alma, porque con su temple, amor, paciencia, sacrificios y su apoyo incondicional en cada momento; lograron que me encaminara con paso firme y realizara este triunfo.

**MI ESPOSA:** Nydia Pelicó, porque con su amor y entereza, ha influido en mi persona perseverancia y fortaleza para cumplir con esta meta tan importante.

**MI HIJA:** Karina Villela, porque ella es mi tesoro y es donde baso mi ejemplo para guiar sus pasos hacia el éxito.

**MIS COMPAÑEROS:** Porque con la camaradería, amistad y unión brindada durante mi estancia en el CUNORI, se fortaleció el ánimo de superación, logrando culminar todo el proceso de mi carrera universitaria.

**MIS AMIGOS:** Por los buenos momentos, con mucho aprecio para todos.



## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO CONCEPTUAL	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.2. JUSTIFICACIÓN	4
2.3. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	6
3. MARCO TEÓRICO.	7
3.1. Importancia del almacenamiento de granos	7
3.2. Post-cosecha y almacenamiento	7
3.3. Plagas en el almacenamiento del maíz	9
3.3.1. De infestación primaria	9
3.3.2. De infestación secundaria	9
3.4. Tipos de daño del Gorgojo del maíz almacenado	9
3.5. Controles alternativos para plagas en postcosecha	10
3.5.1. Cal hidratada o hidróxido de calcio	10
3.5.2. Ceniza	10
3.5.3. Eucalipto ( <i>Eucaliptus</i> sp.)	10
3.5.4. Nim ( <i>Asadirachta indica</i> )	11
3.5.5. Fosfamina	11
3.5.6. Tierra diatomea	12
4. MARCO REFERENCIAL	13
5. MARCO METODOLÓGICO	14
5.1. Objetivos	14
5.1.1. Objetivo general	14

5.1.2.	Objetivos específicos	14
5.2.	Hipótesis	14
5.3.	Variables respuesta	14
5.3.1.	Determinación del porcentaje de daño y pérdida	14
5.3.2.	Determinación de las características físicas del grano de maíz	16
5.3.3.	Aceptación organoléptica	16
5.3.4.	Relación beneficio/costo	17
5.4.	Metodología del experimento	18
5.4.1.	Diseño experimental	18
5.4.2.	Modelo estadístico	18
5.4.3.	Material experimental y descripción de tratamientos	18
5.4.4.	Tamaño de la unidad experimental	20
5.4.5.	Tamaño de la parcela neta	21
5.4.6.	Distribución de tratamientos	21
5.4.7.	Muestreo de los tratamientos	22
5.4.8.	Análisis de la información	22
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
6.1	Determinación del porcentaje de daño y pérdida	24
6.1.1	Porcentaje de daño	24
6.1.2	Porcentaje de pérdida	37
6.2	Características físicas del grano	51
6.3	Estado de aceptación organoléptica	54
6.4	Relación beneficio/costo	57
7	CONCLUSIONES	64
8	RECOMENDACIONES	65
9	BIBLIOGRAFÍA	66
10	ANEXOS	71

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Medidas de ajuste de los modelos heterocedástico y homocedástico usando los criterios de AIC y BIC.	25
2. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.	26
3. Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.	26
4. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.	28
5. Comparación de medias del factor localidades para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.	28
6. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	29
7. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	29
8. Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	30
9. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.	31
10. Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	32

11. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018. 33
12. Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 34
13. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 35
14. Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 36
15. Medidas de ajuste de los modelos heterocedástico y homocedástico usando los criterios de AIC y BIC. 38
16. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018. 39
17. Comparación de medias de la interacción Localidad/Tratamiento para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 40
18. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 42
19. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 42
20. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 43
21. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 44

22. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 45
23. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 46
24. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 48
25. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 48
26. Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 50
27. Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 50
28. Características físicas del grano de maíz en los distintos tratamientos y localidades, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 53
29. Prueba de Friedman para la variable olor de grano en la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 54
30. Prueba de Friedman para la variable olor de tortilla, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 55
31. Prueba de Friedman para la variable sabor de tortilla, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 56
32. Cálculo de la rentabilidad del uso de los tratamientos aplicados al grano de maíz, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 57

- 33.** Humedad de grano promedio obtenida durante cada mes de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2017.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Ubicación de 3 ensayos de productos alternativos para el control del gorgojo, municipio de Chiquimula, 2018.	13
2.	Distribución de los tratamientos en cada localidad.	21
3.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	27
4.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	31
5.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	33
6.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.	35
7.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018	37
8.	Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida	

- durante el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 41
- 9.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 45
- 10.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 47
- 11.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 49
- 12.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 51
- 13.** Daño y temperatura mensual presentada por localidad, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 59
- 14.** Humedad de grano y humedad relativa presentada durante los seis meses de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 60
- 15.** Daño mensual por localidad durante seis meses de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018. 61



## RESUMEN

El presente estudio contiene la información de la evaluación de productos alternativos al fosforo de aluminio para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais M*) en granos almacenados en tres localidades del municipio de Chiquimula, donde se planteó como objetivo determinar la eficacia de los productos cal, ceniza de leña, semilla molida de neem, hojas molidas de eucalipto y tierra diatomea como productos alternativos al fosforo de aluminio evaluando siete tratamientos y tres repeticiones en arreglo de bloques completos al azar.

El establecimiento del ensayo se realizó en las comunidades El Barreal, El Pinalito y la Ciudad de Chiquimula, del municipio de Chiquimula, con altitudes de 1500, 1000 y 500 msnm, respectivamente.

El grano de maíz fue almacenado en silos de metal con capacidad de 1 quintal o 45.36 kilogramos (21 por localidad). Previamente al almacenamiento, cada quintal de maíz fue vaciado sobre un nylon y se le esparció el producto alternativo correspondiente, para luego mezclarlo con el grano de maíz y después fue depositado dentro de los silos metálicos utilizados en cada ensayo.

Las dosis de cada tratamiento fueron las siguientes: 2 libras (0.91 kg) de cal, 2 libras (0.91 kg) de ceniza de leña, 2 libras (0.91 kg) de polvo de hoja de eucalipto, ½ libra (0.23 kg) de semilla molida de neem, 100 gramos (0.1 kg) de tierra diatomea y 1 pastilla de fosfamina.

Cada 30 días, se obtuvo una muestra de 1 kilogramo de grano de cada silo, a la que se le tomaron de datos de humedad y temperatura del grano, número de granos dañados y granos sanos, durante 6 meses. Además, en el sexto mes, se procedió a determinar el efecto de los tratamientos sobre las características físicas del grano y el grado de aceptación a través de un sondeo organoléptico en cuanto a olor del grano y olor y sabor de las tortillas de cada tratamiento.

Durante la investigación se determinó que en los primeros 4 meses de almacenamiento el tratamiento cinco (fosfuro de aluminio) mostró un menor porcentaje de daño y pérdida, mientras que para 5 y 6 meses de almacenamiento, la cal mostró ser estadísticamente parecido al fosfuro de aluminio. Además, se observó que la calidad física del grano es afectada principalmente por insectos en las tres localidades, el calor en Chiquimula y hongos en Chiquimula y Pinalito.

En cuanto al grado de aceptación organoléptica se determinó que los tratamientos semilla de neem y tierra diatomea cambian la percepción, siendo estos los que presentaron menor aceptación, al presentar sabor y aroma distinto.

Por último, se determinó que el fosfuro de aluminio presentó mejor beneficio/costo y es de más fácil aplicación, seguido por la cal, mientras que los tratamientos hoja de eucalipto y semilla de neem no presentaron beneficio económico debido principalmente a las pérdidas ocasionadas por el gorgojo, el alto costo económico y difícil proceso de elaboración.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es la principal fuente de carbohidratos en la dieta alimenticia de las familias en Guatemala y los productores especialmente de los departamentos de Zacapa y Chiquimula como parte del proceso del manejo del cultivo y luego de la cosecha, proceden al almacenamiento del grano en silos para el control de plagas principalmente del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais M.*) utilizando productos químicos como la fosfamina o fosfuro de aluminio para dicho propósito.

Actualmente, como resultado de talleres realizados por la cadena del maíz del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria –CRIA- Oriente, sobre la identificación de los problemas y líneas de investigación, se determinó que el fosfuro de aluminio al ser utilizado para el control de plagas en el almacenamiento provoca un cambio negativo en las propiedades organolépticas del grano para consumo y es una de las principales limitantes en el eslabón de postcosecha.

En años anteriores se han realizado investigaciones de otras alternativas para el control de plagas en el almacenamiento del grano de maíz donde se evaluaron productos alternativos como el extracto de Neem (*Asadirachta indica*), hojas secas de eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*) y hojas secas de timboque (*Tecoma stans*) mostrando porcentajes de pérdida de 0.44%, 1.20% y 1.23% respectivamente (Medrano, 2000).

Por tanto, se pretende realizar un estudio para evaluar el efecto de: cal hidratada, ceniza de leña, semilla molida de neem, hojas molidas de eucalipto y tierra diatomea, como métodos alternativos al fosfuro de aluminio para el control de plagas en el almacenamiento del grano de maíz.

El objetivo principal de esta investigación, es determinar la eficiencia y la eficacia de los productos alternativos para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais M*) en granos almacenados y que no produzcan cambio en las propiedades organolépticas para solventar la problemática detectada del productor de la región.

La metodología que fue utilizada para evaluar los productos alternativas, consistió en el establecimiento de 63 quintales de maíz (45.36 kg cada uno) colocando 21 por

localidad y realizando el llenado del grano de maiz en silos metálicos de 100 libras (45.36 kg).

La evaluación consistió en el establecimiento de un ensayo con los productos alternativos en estudio, bajo el diseño de Bloques completos al azar, en las que se cuantificaron las variables de porcentaje de daño y pérdida causada por gorgojo del maíz, viabilidad del grano, aceptación a través del sondeo organoléptico y la relación beneficio costo como indicador financiero.

El ensayo se estableció en el mes de octubre 2017, en tres localidades del municipio de Chiquimula, departamento Chiquimula.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. ANTECEDENTES

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación – MAGA - (2013), Guatemala es uno de los centros de origen y variación del maíz a nivel mundial, donde se obtiene una producción total de 33,137,423.00 quintales anuales de la cual Chiquimula ocupa un 3.31% y la mayor parte se consume directamente como alimento.

Por consiguiente, el almacenamiento adecuado es un aspecto de vital importancia, ya que según INTAGRI (2017), del almacenamiento pueden presentarse diversos factores que deterioran la calidad de los granos, entre ellos, los insectos-plaga que ocupan el primer lugar en importancia; mencionando que una de las principales plagas es el Picudo del Maíz (*Sitophilus zeamais*), estimándose que genera pérdidas del 20 al 90 % en áreas subtropicales y tropicales.

Para evitar la pérdida de la cantidad y calidad del grano de maíz, los agricultores en Zacapa y Chiquimula, realizan el almacenamiento en silos de metal principalmente y para el control de plagas del maíz, utilizan el producto químico fosfamina o fosfuro de aluminio, pero según informe del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria – CRIA- Oriente, sobre la identificación de los problemas y líneas de investigación, se determinó que este producto químico provoca cambio en las propiedades organolépticas principalmente olor del grano y de olor y sabor de la tortilla siendo esto una limitante en el eslabón de postcosecha.

En años anteriores, ya se han evaluado diversos productos alternativos a la fosfamina para el control de la plaga donde se ha obtenido buen porcentaje de eficiencia (Medrano, 2000), con el extracto de Neem (*Asadirachta indica*) un 99.56, hojas seca de eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*) un 98.80 y hojas secas de timboque (*Tecoma stans*) un 98.77. También López et. al. (2016), obtuvieron resultados del 1.64% de daño de grano con polvo de pimienta negra (*Piper nigrum*) y 3.55 % de la

mezcla cal-ceniza en el control del gorgojo del frijol.

Por lo tanto, con base a lo anterior se realizó el estudio para evaluar el efecto de la cal hidratada, ceniza de leña, semilla molida de neem, hojas molidas de eucalipto y tierra diatomea, como alternativas al fosforo de aluminio para el control de plagas en el almacenamiento de grano de maíz.

## 2.2. JUSTIFICACIÓN

Según ANACAFE (2004), a través del Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera, el maíz es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Guatemala y la preservación y conservación de las cosechas representan hoy en día una cuestión vital porque toda la reserva que se destina a la alimentación del agricultor y su familia debe ser cuidadosamente beneficiada y conservada durante el almacenamiento para que no se altere su valor nutritivo.

Por consiguiente en Guatemala, el almacenamiento de granos es una práctica común que realizan los agricultores para preservar la producción, utilizando productos químicos para evitar plagas que dañan directamente el producto.

Según Medrano (2000), una de las plagas de mayor importancia económica que afecta el grano almacenado es el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais M.*) pues si no se controla puede ocasionar pérdidas de hasta del 15% en post cosecha a nivel nacional. Para realizar el control de esta plaga los agricultores utilizan el control químico con Fosfamina o Sulfuro de aluminio, el cual elimina toda la población de insectos presentes en la masa de maíz almacenada evitando el deterioro del grano, así como el posible incremento en la densidad de aflatoxinas cancerígenas que son producto de la interacción del gorgojo-maíz-aspergillus, pero según un estudio reciente de diagnóstico realizado por la Red Nacional de Grupos Gestores, se describe la inconformidad de los

productores porque hay cambios en las condiciones organolépticas del grano en olor del grano y cambio en olor y sabor no agradables en tortillas.

Instituciones a nivel nacional como ICTA, FAO, MAGA, Visión Mundial, ALTERTEC, etc., promueven con los agricultores del área rural el uso de productos alternativos no químicos para controlar las plagas de granos almacenados, pero éstos tienen que ser evaluados o revalidados para tener una base de productos para el control de las plagas presentes en post cosecha de granos y especialmente para el grano de maíz, el cual es un producto base en la dieta de los guatemaltecos.

Con esta investigación se generó información que permitió determinar la efectividad de los productos evaluados y generar la base para que los agricultores cuenten con alternativas prácticas y económicas para el almacenamiento de grano de maíz.

### 2.3. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El maíz es un cultivo tradicional de los pequeños productores del área rural que es utilizado para su consumo, porque constituye una fuente importante de carbohidratos y proteínas o como ingresos familiares.

Este cultivo, se ve afectado por problemas de plagas que se presentan en todo su ciclo fenológico, influyendo en la disminución de su productividad y las de post cosecha, causadas principalmente por la infestación del gorgojo del maíz (***S. zeamais M.***) que es el más común y el de mayor importancia económica en el departamento de Chiquimula; que por su modo de acción, provoca la pérdida en cantidad y calidad del producto y un ambiente propicio para la proliferación de aflatoxinas derivadas de granos con inóculo del hongo aspergillus.

Para el control del gorgojo, los pequeños productores utilizan Fosforo de aluminio, aunque en la actualidad, según el informe diagnóstico de la Red Nacional de Grupos Gestores, este producto está provocando cambios organolépticos del grano y tortillas en el olor y sabor no agradables para los comensales.

Por lo anterior, fue necesario generar información viable a través de la evaluación y revalidación de productos no químicos alternativos para el control de plagas de granos almacenados y no tengan efecto sobre el olor y sabor en tortillas, beneficiando a los pequeños agricultores de esta región. Dicha evaluación se realizó en tres localidades durante los meses de octubre de 2017 a mayo de 2018.



### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1. Importancia del almacenamiento de granos**

El alimento es un factor limitante para la nutrición de todos los seres vivos y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos. El hombre ha tenido que hacer frente desde tiempo inmemorial, a la competencia con los demás seres vivos por el aprovechamiento de aquellos productos alimenticios que les interesan mutuamente, para la conservación de su vida (Gómez, 1995).

Los granos y sus productos, constituyen una fuente de nutrición para el hombre y para muchos otros organismos y su disponibilidad en un momento dado, significa la satisfacción de una necesidad esencial para el que pueda aprovecharlos primero (Gómez, 1995).

La conservación de los granos alimenticios ha sido, es y será, motivo de preocupación debido a su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardarlos contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores (Gómez, 1995).

#### **3.2. Post-cosecha y almacenamiento**

Gómez (1995), indica que la post-cosecha se inicia en el punto en el cual el grano separado del tallo o de las raíces de la planta es amontonado para el secamiento en el campo, o colocado en un recipiente cual es movido y/o depositado. Sin embargo, también puede considerarse que lo postcosecha inicia más tempranamente, incluyendo el tiempo durante el cual la cosecha ya madura en el campo como una forma de almacenamiento o de secamiento y que las construcciones adecuadas para el almacenamiento, así como el control de insectos que atacan el grano almacenado son prácticas deseables y necesarias para que el productor tenga asegurada su cosecha.

Según Gómez (1995), un mal almacenamiento del grano y un mal secado de acuerdo a los parámetros de humedad provoca pérdida de peso, calidad, capacidad alimentaria y

consecuentemente reducción de ingresos. Estas razones son reales por lo que hay necesidad de familiarizarse con el secado y almacenamiento del grano, especialmente cuando se trata de pequeños productores que producen para subsistencia y para ello es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- a. **Contenido de humedad:** Para un buen almacenamiento el grano debe ser entre 12 y 14 por ciento de humedad, con una temperatura de 25°C y 30°C y con una humedad relativa de 70 por ciento llegando a un punto de equilibrio para establecer un buen almacenamiento, según Gómez (1995).
  
- b. **Temperatura:** En un clima muy frío los insectos y hongos crecen despacio o no crecen del todo y las semillas no respiran. En lugares cálidos el grano entra caliente al almacén y a medida que la temperatura exterior aumenta la temperatura del grano almacenado se incrementa. Cuando la temperatura del grano aumenta, ciertos fenómenos comienzan a suceder:
  - ✓ Los insectos inician la reproducción.
  - ✓ Los hongos comienzan a germinar y a multiplicarse.Los hongos, Insectos y semillas respiran más rápido, causando un incremento en la temperatura y en la humedad del grano almacenado, debido a la transpiración, según Gómez (1995).
  
- c. **Tipos de almacenamiento:** Los más comunes son troja tradicional, troja mejorada con patas y silo metálico o granero metálico. Los silos metálicos son recipientes cilíndricos fabricados de lámina de zinc lisa, engrapada y soldada con estaño; tanto la parte superior como el fondo son planos. La parte superior tiene una abertura, con tapadera que sirve para llenar el silo. En los silos grandes, el tamaño de la abertura permite la entrada de una persona para arreglos necesarios, como limpieza y revisión de la estructura, etc., el componente cilíndrico tiene en su parte inferior una salida con tapadera que sirve para sacar granos y/o vaciar el silo, según Gómez (1995).

### 3.3. Plagas en el almacenamiento del maíz

Según Casini y Santajuliana, las características de los sistemas de silo hacen que se desarrollen distintos tipos de plagas. En los silos convencionales tienen mayor incidencia los insectos los cuales se pueden diferenciar por el tipo de infestación en:

#### 3.3.1. De infestación primaria

Estos pueden atacar al grano sano y producir la primera infestación. Al completar su ciclo dejan el grano picado. Entre los insectos de infestación primaria encontramos a los gorgojos (*Sitophilus spp.* y *Acanthoscelides obtectus Say*), palomita de los cereales (*Sitotroga cerealella Oliv.*) y taladrillo de los cereales (*Ryzopertha dominica F.*); (Casini y Santajuliana, s.f.).

#### 3.3.2. De infestación secundaria

No pueden penetrar por la estructura de protección del grano. Atacan granos atacados por insectos de infestación primaria, rotos, productos, subproductos de la molienda y procesados. Dentro de esta categoría podemos citar: Carcoma dentada (*Oryzaephilus surinamensis L.*), carcoma achatada (*Cryptolestes pusillusch* y *Cryptolestes ferrugineus steph.*), tribolio castaño (*Tribolium castaneum herbs.*), polilla de la harina (*Anagasta kuehiella zell.*) y polilla de la fruta fresca (*Plodia interpunctella Hbn.*), etc.; (Casini y Santajuliana, s.f.).

### 3.4. Tipos de daño del Gorgojo del maíz almacenado

✓ **Daños directos:** Consumo y contaminación.

**Daños indirectos:** Calentamiento y migración de humedad, el alimento básico de los insectos es el almidón, éste y otros componentes del grano se metabolizan liberando calor y humedad, pudiendo generar intensos focos de calor, esta diferencia de temperatura en la masa de granos conlleva movimientos de aire que termina con incrementos de humedad en las zonas más frías. Otros daños son transmisión de enfermedades, distribución de hongos y otros microorganismos incremento en los costos de almacenamiento (por el uso de insecticidas) y distribución de micotoxinas (Casini y Santajuliana, s.f.).

### **3.5. Controles alternativos para plagas en postcosecha**

#### **3.5.1. Cal hidratada o hidróxido de calcio**

La cal hidratada es conocida también como hidróxido de calcio, hidrato de cal, cal apagada, cal muerta, cal aérea apagada, cal de construcción, cal química, cal fina, cal de albañilería, flor de cal o dihidróxido de calcio. La cal hidratada se puede utilizar para diferentes industrias y usos como alimentos, biocidas y cerámica (QuimiNet, 2012).

En pruebas de laboratorio y campo se ha demostrado que evitan el libre movimiento de los insectos, ya que las sustancias se adhieren a su cutícula, causándoles serios daños y en algunos casos la muerte, según Tzec (2010).

#### **3.5.2. Ceniza**

Es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo (EcuRed, 2012).

Es un producto que funciona de igual manera que la cal hidratada porque el producto se adhiere en la cutícula del insecto evitando el libre movimiento y daño directo al insecto.

#### **3.5.3. Eucalipto (*Eucalyptus sp.*)**

Árboles de gran altura, algunas especies en su hábitat natural, sobrepasan los 100 m. Tronco recto y poco ramificado, usualmente dejando desprender finas capas de la corteza. Hojas aromáticas, simples, alternas, enteras. Flores y frutos relativamente pequeños y poco notables. El origen es Australia y Tasmania. Cultivado actualmente en gran número de países tropicales y subtropicales (Infomed, 2003).

Según Cordero (2014), las hojas de eucalipto pueden reducir hasta en un 25% la presencia de los gorgojos.

Materiales a utilizar: 2 libras (908 gr) de hojas molidas de Eucalipto por cada 100 libras de granos de maíz o frijol, según Milán (2008).

Procedimiento:

- ✓ Dejar secar las hojas de eucalipto de 5 a 8 días
- ✓ Moler las hojas secas de eucalipto
- ✓ Mezclarla con los granos a proteger.

#### **3.5.4. Nim (*Asadirachta indica*)**

Es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar 15 a 20 metros de altura y raramente 35 a 40 m. Tiene abundante follaje todas las temporadas del año, pero en condiciones severas se deshoja, incluso casi completamente. El ramaje es amplio, y puede alcanzar de 15 a 20 m de diámetro ya desarrollado (EcuRed, 2012).

Las hojas del árbol Nim, pueden reducir hasta en un 25% la presencia del gorgojo, según Cordero (2013).

#### **3.5.5. Fosfamina**

Los sinónimos de la fosfamina son: fosfina, fósforo de hidrógeno e hidrógeno fosforado. Sus nombres comerciales incluyen Phostoxin, Gastón, Detia, Gas XT, Fumitoxín y otros. Su facilidad de manejo y efectividad la ha convertido en el fumigante más importante del mundo (Postcosecha.net, s.f.).

Su formulación es sólida y generalmente se concentra en pastillas de 3 gr. Usualmente, las latas contienen 168 pastillas o 6 tubos de 28 pastillas. Es indispensable que estos recipientes con pastillas permanezcan bien cerrados

cuando no se usan. En el mercado Centroamericano actualmente se venden recipientes los cuales contienen 3 pastillas de 3 gms, que se usan para la fumigación en almacenes de una capacidad de 30 qq o menores (Postcosecha.net, s.f.).

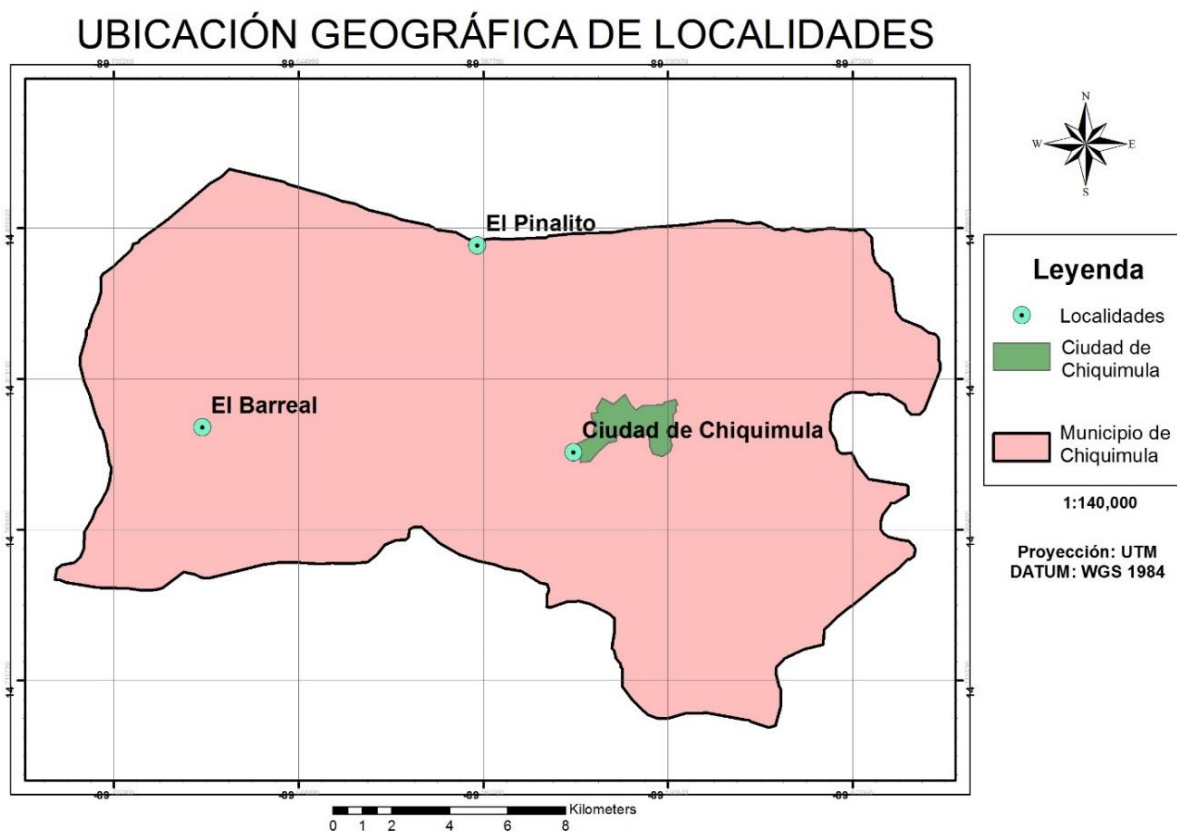
### **3.5.6. Tierra diatomea**

La tierra de diatomeas es en sí misma un insecticida natural. Estas minúsculas partículas-huecas y con carga eléctrica negativa-perforan los cuerpos queratinizados de los insectos de sangre fría, los cuales mueren por deshidratación. La diatomea está constituida de dióxido de silicio de restos fosilizados de algas diatomeas de agua dulce y salada (Cook y Armitagge, 2000). El silicio constituye cerca del 70 al 90% del total de los compuestos presentes en la diatomea, el resto son cantidades pequeñas de minerales como calcio, fosforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, hierro, magnesio, sodio y cal, según Korunic (1998).

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. Localidad y época (s):

La investigación se realizó en tres localidades del municipio de Chiquimula localizadas en el sistema coordenado geográfico WGS1984. La primera localidad ubicada en la ciudad de Chiquimula, con una altitud de 500 msnm, latitud Norte de  $14^{\circ}47'00''$  y longitud Oeste de  $89^{\circ}33'00''$ . La segunda localidad ubicada en la aldea de El Pinalito, con una altitud de 974 msnm, latitud Norte de  $14^{\circ}51'00''$  y longitud Oeste de  $89^{\circ}34'48''$ , la comunidad se encuentra a 10 kilómetros de la ciudad de Chiquimula. La tercera localidad ubicada en la aldea El Barreal, con una altitud de 1447 msnm, latitud Norte de  $14^{\circ}47'00''$  y longitud Oeste de  $89^{\circ}40'12''$ , la comunidad se encuentra a 31 kilómetros de la ciudad de Chiquimula.



**Figura 1.** Ubicación de 3 ensayos de productos alternativos para el control del gorgojo, municipio de Chiquimula, 2018.

## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.1. Objetivos

#### 5.1.1. Objetivo general

Determinar la eficacia de los productos alternativos al fosforo de aluminio para el control del gorgojo (*Sitophilus zeamais M*), en granos de maíz almacenados, en tres comunidades del corredor seco, de Chiquimula, Guatemala.

#### 5.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de daño y pérdida en kilogramos, causado por el gorgojo en grano de maíz almacenado.
- ✓ Determinar el efecto producido por los tratamientos en las características físicas del grano de maíz almacenado.
- ✓ Establecer la aceptación organoléptica de las tortillas de maíz elaboradas con grano almacenado y tratado con los productos alternativos y el fosforo de aluminio.
- ✓ Determinar la relación beneficio/costo de los tratamientos, con la finalidad de establecer cual presenta mayor beneficio económico para el productor.

### 5.2. Hipótesis

- ✓ Los productos alternativos y el fosforo de aluminio, tienen el mismo efecto en el porcentaje de daño y pérdida en granos de maíz almacenados.
- ✓ Los productos alternativos y el fosforo de aluminio tienen el mismo efecto en las características físicas del grano de maíz almacenado.
- ✓ Los productos alternativos y el fosforo de aluminio tienen el mismo efecto en la percepción olfativa de granos y gustativa de tortillas hechas de grano de maíz.
- ✓ Las localidades no tienen ninguna influencia sobre la eficacia de los tratamientos.

### 5.3. Variables respuesta

#### 5.3.1. Determinación del porcentaje de daño y pérdida

Este se realizó mensualmente durante seis meses, pasando la muestra de maíz por un tablero de mil agujeros, luego las porciones de grano dañado y de grano



libre de daño fueron separadas y contadas, para posteriormente pesar el grano de cada una de estas porciones y calcular el porcentaje de daño y pérdida a través del método de conteo y peso.

Equipo material necesario para la aplicación de este método:

- ✓ Un visor de muestras (homogenizador)
- ✓ Una muestra de maíz de aproximadamente 240 a 250 gramos en promedio.
- ✓ Balanza con un rango de 0.5 gramos a 15 kilogramos y aproximación a 0.1 gramo.
- ✓ Tablero de 1,000 perforaciones
- ✓ Un formulario para registro de datos

La muestra se esparció sobre el tablero de 1,000 perforaciones, de manera que cada agujero retenga un grano y el grano sobrante fue removido del tablero.

Retirado el tablero se revisó visualmente cada uno de los granos y se dividió en dos categorías que corresponden a la de grano libre de daño y a la de grano dañado donde se tomaron las siguientes consideraciones:

- ✓ Dentro de cada categoría se efectuó el conteo y peso del grano y se registraron los resultados en el formulario respectivo.
- ✓ Se reunieron de nuevo todos los granos dañados y se efectuó su conteo y su peso total.
- ✓ Por último, se efectuó el conteo y peso de los granos sanos.
- ✓ Las cifras a obtenidas se sustituyeron en las siguientes fórmulas para estimar los porcentajes de daño y pérdida.

Los datos fueron sustituidos en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de daño} = \frac{nd(ps/ns)}{nd(ps/ns)+ps} * 100$$

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{nd(ps/ns)-pr}{nd(ps/ns)+ps} * 100$$

Donde: nd= número de granos dañados  
 ps= peso de granos sanos  
 ns= número de granos sanos  
 pr= peso de granos recuperables

### 5.3.2. Determinación de las características físicas del grano de maíz

Este análisis se realizó a cada uno de los tratamientos al inicio y después del último mes de almacenamiento para determinar la viabilidad del grano, de la siguiente manera:

- ✓ Mediante el uso de divisor de muestras se obtuvo tres muestras de 25 gramos cada una para realizar este análisis.
- ✓ Luego con el uso de la tabla de 100 perforaciones se obtuvo de cada una de las muestras 100 granos exactamente.
- ✓ Cada una de estas muestras de 100 granos se les realizó un conteo para determinar el porcentaje de grano dañado.

### 5.3.3. Aceptación organoléptica

**Locación y personal:** se realizó la prueba de aceptación en el mes de mayo de 2018, en las viviendas donde se encontraban los ensayos en las localidades de El Barreal y Pinalito. Se evaluó la aceptación de 43 consumidores no entrenados, con un intervalo de edades entre los 15 y los 70 años, de familias de agricultores, procedentes de ambas comunidades. Para facilitar la ejecución del estudio se realizaron las evaluaciones en diferentes fechas. El primer grupo (22 participantes) evaluó las muestras el 13 de mayo 2018 y el segundo (21 participantes) lo realizó el 17 de mayo 2018.

**Presentación de las muestras:** la degustación de las siete muestras, correctamente codificadas con números aleatorios (T1: 718, T2: 129, T3: 637, T4:

941, T5: 253, T6: 461 y T7: 370), para el caso del grano las muestras se presentaron en canastos de plástico y las tortillas en canastos de carrizo.

**Prueba de aceptación:** a través de esta prueba se estableció una escala ascendente en orden de preferencia. En esta prueba se les proporcionó a los panelistas una boleta (Anexo 1), donde al momento de pasar por las muestras se les solicitó indicar cuanto les agradaba cada muestra, asignando un valor a cada atributo según las categorías: 1 para Agradable, 2 para desagradable y 3 para nauseabundo.

Para esta prueba se utilizó el siguiente estadístico, Restrepo, et. al. (2015):

$$X_r^2 = \frac{12}{HK(K+1)} \sum Rc^2 - 3H(K+1)$$

Donde:

$X_r^2$  = estadístico calculado del análisis de varianza por rangos de Friedman.

H = representa el número de elementos o de bloques (número de hileras).

K = el número de variables relacionadas.

$\sum Rc^2$  = es la suma de rangos por columnas al cuadrado.

#### 5.3.4. Relación beneficio/costo

Se determinó el índice neto de rentabilidad de los tratamientos mediante la utilización de la relación beneficio-costo.

Fórmula: B/C= VAI/VAC

Donde:

B/C: Relación beneficio costo

VAI: Valor actual de los ingresos y beneficios

VAC: Valor actual de los costos

## 5.4. Metodología del experimento

### 5.4.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 3 repeticiones; establecidos uno por localidad.

### 5.4.2. Modelo estadístico

Para determinar el comportamiento de los tratamientos evaluados, se realizó el análisis combinado a la variable rendimiento, utilizando para ello el siguiente modelo, Di Rienzo, et. al. (2012):

#### **Análisis de varianza combinado entre las localidades**

$$Y_{ijk} = U + L_i + T_j + B_{k(i)} + LT_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  = variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$U$  = media General

$L_i$  = efecto de la  $i$ -ésima localidad

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo producto alternativo

$B_{k(i)}$  = efecto de la  $k$ -ésima repetición dentro de la  $i$ -ésima localidad.

$LT_{ij}$  = efecto de la interacción de la  $i$ -ésima localidad por el  $j$ -ésimo producto alternativo.

$E_{ijk}$  = efecto del error experimental en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

### 5.4.3. Material experimental y descripción de tratamientos

El material utilizado en el experimento fue maíz producido en la aldea Ticanlú, híbrido DEKALB 390 proveniente de un solo agricultor.

Los productos alternativos que se utilizaron son los siguientes:

**Tratamiento 1 (T1):** Aplicación de cal hidratada comercial esparcida y macerada en la masa de maíz vaciada sobre un nylon colocado en el piso a razón de 2 libras por cada 100 libras de grano de maíz y almacenar (Cordero, 2014).

**Tratamiento 2 (T2):** Aplicación de ceniza de plantas esparcida y macerada en la masa de maíz vaciada sobre un nylon colocado en el piso a razón de 2 libras por cada 100 libras de grano de maíz y almacenar (Cordero, 2014) .

**Tratamiento 3 (T3):** Aplicación hojas de eucalipto en polvo esparcida y macerada en la masa de maíz vaciada sobre un nylon colocado en el piso a razón de 2 libras por cada 100 libras de grano de maíz y almacenar (Cordero, 2014).

**Tratamiento 4 (T4):** Aplicación de semilla de neem molida esparcida y macerada en la masa de maíz vaciada sobre un nylon colocado en el piso a razón de 0.5 libras por cada 100 libras de grano de maíz y almacenar (Medrano, 2010).

**Tratamiento 5 (T5):** Uso de Fosfuro de Aluminio (Fosfamina), a razón de 1 pastilla por cada 100 libras de grano de maíz quintal, depositando la pastilla sobre un papel dentro del granero al momento del almacenamiento, y sustrayendo los residuos de la pastilla 15 días después (Medrano, 2010).

**Tratamiento 6 (T6):** Aplicación de tierra diatomea esparcida en la masa de maíz vaciada sobre un nylon colocado en el piso a razón de 50 gramos por cada 100 libras de grano de maíz y almacenar (Cruz, et. al. 2010).

**Tratamiento 7 (T7):** Este fue el testigo absoluto y consistió en grano de maíz almacenado sin ningún tratamiento antes y durante el almacenamiento.

**Observación:** La infestación o inoculación con gorgojos se inició con la colecta de gorgojos en graneros rústicos o recipientes de almacenaje de grano de maíz propiedad de vecinos de cada comunidad donde se instalaron los ensayos.

La separación de los gorgojos de los granos infestados, se realizó depositando los granos en un recipiente con agujeros de 4 milímetros aproximadamente el cual fue

sacudido y los gorgojos cayeron a través de los agujeros a otro recipiente que los contuvo.

Para garantizar la infestación del grano almacenado, se agregaron 10 gorgojos del maíz (*S. zeamais* M.); 5 hembras y 5 machos, a cada recipiente al momento del almacenamiento.

El sexo de los adultos se identificó usando el criterio de Halsted citado por Juárez Flores, Bl. et al 2010, quien señala que la probóscide (rostrum) de la hembra es más larga, delgada y lisa que la del macho.

La separación de hembras y machos se realizó de la siguiente manera: los gorgojos fueron colocados sobre una manta blanca y utilizando una lupa se observó el probóscide o rostro de éstos, se apartaron las hembras con la ayuda de pinzas y luego se depositaron en un recipiente, posteriormente se realizó el mismo procedimiento para los machos.

#### **5.4.4. Tamaño de la unidad experimental**

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por silos de metal con capacidad de 100 libras (45.36 kilogramos) donde fue colocado el grano de maíz. El área experimental total por localidad fue de 21 silos (figura 2).

La separación entre bloques fue de 0.5 m y entre unidades experimentales 0.10 m.

Las dimensiones de cada bloque fueron de 3.4 m de largo y 0.4 m de ancho (diámetro del silo) ocupando un área de 1.36 m<sup>2</sup>.

Las dimensiones de toda la unidad experimental fueron de 3.4 m de largo y 3.1 m de ancho ocupando un área total de 10.54 m<sup>2</sup>.

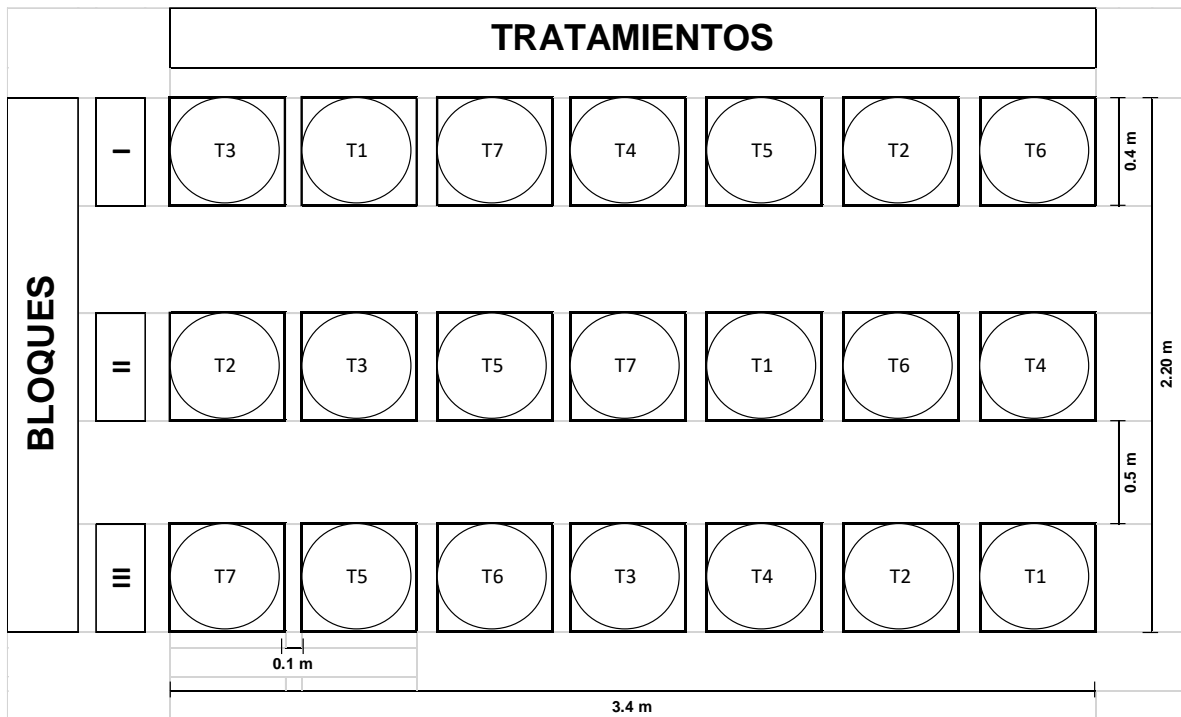
#### 5.4.5. Tamaño de la parcela neta

La parcela neta, consistió en el espacio ocupado por la masa de maíz dentro del silo (0.6 m de altura y 0.4 m de diámetro) lo que equivale a un volumen de 0.125 m<sup>3</sup> y que corresponden a las 100 libras contenidas en cada uno de éstos.

Las dimensiones de la parcela neta (área plana) se determinó con base al diámetro del silo (0.4 m) que fue tomado como largo y ancho del espacio ocupado por la circunferencia del mismo (0.4 m de largo por 0.4 m de ancho es igual a 0.16 m<sup>2</sup>), tal como se muestra en la figura 2.

#### 5.4.6. Distribución de tratamientos

Se realizó el sorteo de los tratamientos en 3 repeticiones establecidos en cada localidad con una distribución de los tratamientos en bloques completos al azar para evaluar las alternativas para el control de gorgojo en 3 localidades del municipio de Chiquimula. Los resultados de la distribución de tratamientos obtenida se muestran en la figura 2.



**Figura 2.** Distribución de los tratamientos en cada localidad.

#### 5.4.7. Muestreo de los tratamientos

El procedimiento para la obtención de muestras de los tratamientos se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Se tomó 1 muestra por repetición, extrayendo 3 sub muestras de cada uno de los tratamientos, donde mensualmente se analizaron 21 muestras (3 bloques y 7 tratamientos) de la siguiente manera:
- ✓ En cada muestra, se tomaron 0.33 kg del tercio superior, 0.33 kg del medio y 0.33 kg del tercio inferior de cada una de las unidades experimentales para obtener 1 kg de muestra por unidad experimental.
- ✓ La primera se realizó 30 días después de colocar el grano en los silos de almacenamiento.
- ✓ Posteriormente se realizaron muestreos mensualmente hasta completar los 6 meses de almacenamiento.

El traslado de las muestras al laboratorio se realizó en bolsas de papel con su respectiva identificación.

#### 5.4.8. Análisis de la información

Se utilizó el programa estadístico INFO-STAT, donde se utilizaron los siguientes análisis: análisis de varianza (ANDEVA) a través de modelos lineales generales y mixtos, y para los tratamientos que presenten diferencias significativas se sometieron al test DGC (Di Rienzo, et. al. 2012)

Para el sondeo de aceptación organoléptica se realizó el test de Friedman: la prueba de Friedman, citado por Ramírez, et al (2014), sirve para comparar  $J$  promedios poblacionales cuando se trabaja con muestras relacionadas. La situación experimental que permite resolver esta prueba es averiguar si los promedios de esos  $J$  tratamientos o medidas son o no iguales 15. El diseño está formado por  $J$  muestras o tratamientos relacionados y por una muestra aleatoria de  $n$  sujetos o bloques independientes entre sí e independientes de los



tratamientos. El estadístico de Friedman ( $F$ ) se distribuye según el modelo de probabilidad chi-cuadrado con  $J-1$  grados de libertad. En esta prueba, se contrasta la hipótesis de que los  $J$  promedios comparados son iguales en la población.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

En este estudio se evaluó el efecto de cinco productos alternativos, un producto químico de uso tradicional de productores de la región como testigo relativo y un testigo absoluto sin tratamiento en grano de maíz almacenado, en las comunidades El Barreal, El Pinalito y la Ciudad de Chiquimula, a 1500, 1000 y 500 metros sobre el nivel del mar respetivamente, todas pertenecientes al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula; obteniendo los resultados correspondientes de las variables porcentaje de daño y pérdida, características físicas del grano, el estado de aceptación a través del sondeo organoléptico y la relación beneficio/costo; durante el período comprendido del mes de octubre 2017 al mes de mayo 2018, los cuales fueron sometidos a un análisis y discusión, con el propósito de establecer diferencias significativas entre tratamientos.

### 6.1 Determinación del porcentaje de daño y pérdida

Los datos de campo para la determinación de esta variable, se tomaron una vez al mes, durante 6 meses tal y como se muestra en el anexo 2.

#### 6.1.1 Porcentaje de daño

Para la estimación del porcentaje de daño fueron tomados en cuenta los granos de maíz que presentaban por lo menos una perforación o que se observara dentro los mismos insectos vivos o huevecillos.

Previo a realizar la presentación de resultados se comprobaron los supuestos del modelo estadístico utilizado. Se puede observar a través de las herramientas gráficas del Anexo 3 y Anexo 4, una falta de homogeneidad de varianzas residuales en los tratamientos y localidades para los datos obtenidos durante los 6 meses de muestreos en los ensayos.

Para corregir la falta de homogeneidad de varianzas y probar si es necesario incluir la estimación de varianzas residuales diferentes para cada fase de muestreo, por lo que hay que ajustar un modelo heterocedástico y compararlo con el homocedástico, utilizando los criterios de verosimilitud penalizada el Criterio de información de Akaike AIC (por sus siglas en inglés) o Criterio de Información Bayesiano BIC (por su siglas en inglés).

Las medidas de ajuste del modelo especificado son las siguientes:

**Cuadro 1.** Medidas de ajuste de los modelos heterocedástico y homocedástico usando los criterios de AIC y BIC.

Modelo	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4		Muestreo 5		Muestreo 6	
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
Heterocedástico	167.93	207.89	176.45	216.42	196.44	236.41	232.46	272.43	281.65	321.62	343.87	383.83
Homocedástico	126.94	172.12	146.02	191.2	142.03	187.2	156.86	202.04	225.97	271.15	254.77	299.95

Si se compara los valores AIC y BIC para la estructura que ha sido ajustada, se puede observar que los valores del modelo homocedástico son menores a los del heterocedástico, por lo tanto se elige el modelo homocedástico por tener valores de AIC y BIC menores con respecto al modelo heterocedástico. En el cuadro 1 se puede observar la comprobación de los supuestos para el modelo homocedástico donde se puede comprobar que ya no existe una heterogeneidad de varianzas.

Una vez elegida la estructura del modelo homocedásticos se procede a realizar inferencias sobre las medias. Además, por tratarse de un experimento factorial donde se tienen como factores localidad y tratamiento, es necesario indagar si existe interacción entre los tratamientos y las localidades, para cada muestreo realizado durante los 6 meses del ensayo.

#### a. Muestreo 1

Los resultados del análisis de la varianza obtenido para el primer muestreo se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

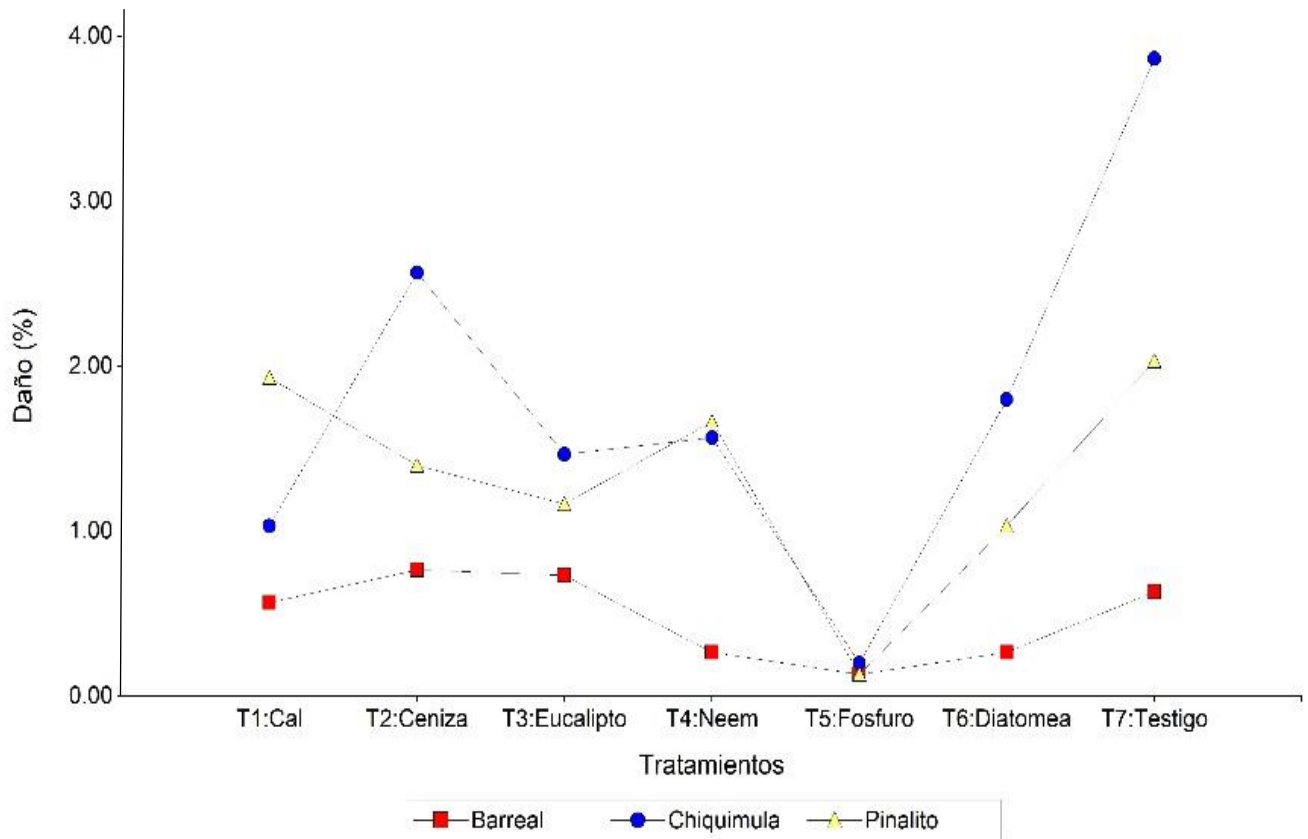
	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	22.00	0.0017
<b>Tratamiento</b>	6	36	14.31	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	2.69	0.0108

Al observar los resultados en la interacción Localidad/tratamiento se determina que el p-valor=0.0108, por lo que existe interacción con un nivel de significancia del 5%, por lo que la recomendación de un tratamiento puede cambiar dependiendo de la localidad, por lo que se procede a realizar las comparaciones múltiples de medias, considerando únicamente la interacción.

**Cuadro 3.** Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Daño	Prueba DGC
Barreal	T5	0.13	A
Pinalito	T5	0.13	A
Chiquimula	T5	0.2	A
Barreal	T6	0.27	A
Barreal	T4	0.27	A
Barreal	T1	0.57	B
Barreal	T7	0.63	B
Barreal	T3	0.73	B
Barreal	T2	0.77	B
Chiquimula	T1	1.03	B
Pinalito	T6	1.03	B
Pinalito	T3	1.17	B
Pinalito	T2	1.4	B
Chiquimula	T3	1.47	B
Chiquimula	T4	1.57	B
Pinalito	T4	1.67	B
Chiquimula	T6	1.8	B
Pinalito	T1	1.93	B
Pinalito	T7	2.03	B
Chiquimula	T2	2.57	B
Chiquimula	T7	3.87	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 3.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

En la figura anterior, se observa que existe una interacción de los tratamientos con la localidad, por lo que la recomendación para cada localidad puede variar.

Según la prueba de medias que se presenta en el Cuadro 3, se observa que en el muestreo 1 el mejor tratamiento para el control del gorgojo del maíz (*S. zeamais*) para la localidad del Barreal, Chiquimula y el Pinalito fue el tratamiento con fosfuro de aluminio.

### b. Muestreo 2.

Los resultados de daño durante el segundo muestreo se presentan en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	5.43	0.0451
<b>Tratamiento</b>	6	36	9.40	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	1.29	0.2665

Los resultados del análisis de la varianza con un nivel de significancia del 5% establece que la interacción Localidad/Tratamiento con un p-valor=0.2665 no es significativa, mientras que para las localidades y tratamientos resultó ser significativo con p-valor=0.0451 y p-valor=<0.0001 respectivamente, por lo que se puede determinar la localidad con menor porcentaje de daño tal como se muestra en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Comparación de medias del factor localidades para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

Localidad	% Daño	Prueba DGC
<b>Barreal</b>	0.68	A
<b>Pinalito</b>	1.06	B
<b>Chiquimula</b>	1.84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Por los resultados obtenidos se concluye que a dos meses de almacenamiento, la localidad que presenta un porcentaje de daño menor es el Barreal con 0.68%, seguido por Pinalito y Chiquimula que son estadísticamente similares con una media de 1.06% y 1.84% respectivamente.

**Cuadro 6.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de daño en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Tratamiento	% Daño	Prueba DGC	
T5	0.17	A	
T4	1.06		B
T6	1.07		B
T3	1.19		B
T1	1.4		B
T7	1.59		B
T2	1.89		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Durante el muestreo 2, realizado a dos meses de almacenamiento, el tratamiento con fosfamina con una media de 0.17% de daño fue el que realizó un mejor control sobre el gorgojo del maíz, mientras que los restantes tratamientos son estadísticamente iguales. Se determina entonces que la localidad no mostró ninguna influencia (cuadro 5) por lo que es posible recomendar un tratamiento para cada localidad.

**c. Muestreo 3.**

En el Cuadro 7 se muestra el análisis de la varianza donde se puede observar que la interacción Localidad:tratamiento es significativa con un  $p$ -valor=0.0031 con una significancia del 5%, por lo que las recomendaciones sobre los tratamientos dependerá de cada localidad.

**Cuadro 7.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	11.18	0.0095
<b>Tratamiento</b>	6	36	26.41	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	3.23	0.0031

Con base a los resultados obtenidos se procede a realizar la comparación de las medias considerando únicamente la interacción.

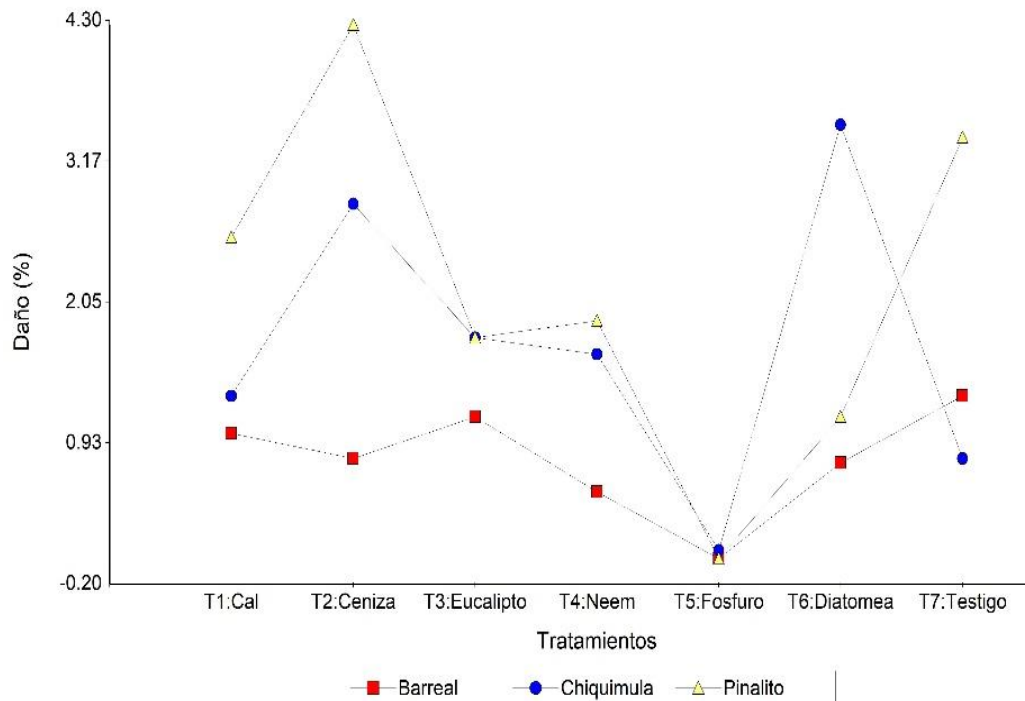
**Cuadro 8.** Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Daño	Prueba DGC
Pinalito	T5	0	A
Barreal	T5	0	A
Chiquimula	T5	0.07	A
Barreal	T4	0.53	B
Barreal	T6	0.77	B
Barreal	T2	0.8	B
Chiquimula	T7	0.8	B
Barreal	T1	1	B
Barreal	T3	1.13	B
Pinalito	T6	1.13	B
Barreal	T7	1.3	B
Chiquimula	T1	1.3	B
Chiquimula	T4	1.63	B
Chiquimula	T3	1.77	B
Pinalito	T3	1.77	B
Pinalito	T4	1.9	B
Pinalito	T1	2.57	B
Chiquimula	T2	2.83	B
Pinalito	T7	3.37	B
Chiquimula	T6	3.47	B
Pinalito	T2	4.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

A los 3 meses de almacenamiento el tratamiento 5 es el que ha realizado un mejor control del gorgojo del maíz en todas las localidades evaluadas. Aunque estadísticamente son iguales los tratamientos, se determina que el tratamiento 7 (testigo sin producto alternativo) ha realizado un mejor control para Chiquimula, el tratamiento 6 (tierra diatomea), para El Pinalito y el tratamiento 4 (semilla de neem) para el Barreal.





**Figura 4.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

El diagrama de puntos confirma los resultados obtenidos en el análisis de varianza donde existe una diferencia significativa en la interacción Localidad/Tratamiento.

#### d. Muestreo 4

Los resultados del análisis de varianza para la variable porcentaje de daño se muestran en el cuadro 9.

**Cuadro 9.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	13.12	0.0064
<b>Tratamiento</b>	6	36	12.1	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	4.55	0.0002

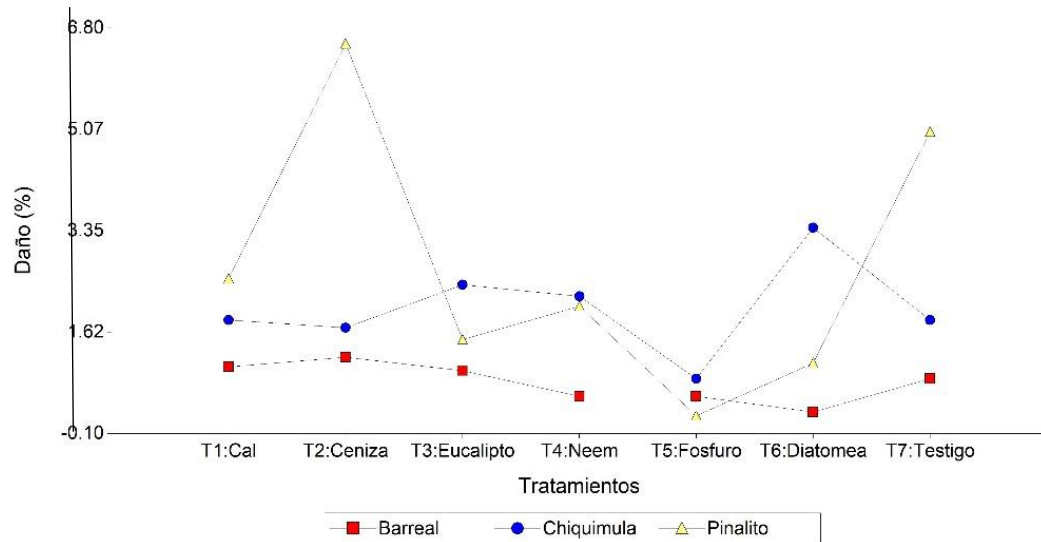
Con una significancia del 5% y un p-valor=0.0002 es estadísticamente significativa la interacción de Localidad/tratamiento, por lo que para realizar la recomendaciones

es necesario considerar conjuntamente ambos factores. A continuación se muestra el cuadro 10 con la comparación de medias para la interacción.

**Cuadro 10.** Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Daño	Prueba DGC	
Pinalito	T5	0.19	A	
Barreal	T6	0.31	A	
Barreal	T5	0.44	A	
Barreal	T4	0.6	A	
Barreal	T7	0.78	A	
Chiquimula	T5	0.82	A	
Barreal	T3	0.95	A	
Barreal	T1	0.99	A	
Pinalito	T6	1.12	A	
Barreal	T2	1.23	A	
Pinalito	T3	1.48		B
Chiquimula	T2	1.67		B
Chiquimula	T7	1.81		B
Chiquimula	T1	1.84		B
Pinalito	T4	2.03		B
Chiquimula	T4	2.22		B
Chiquimula	T3	2.47		B
Pinalito	T1	2.58		B
Chiquimula	T6	3.36		B
Pinalito	T7	4.74		B
Pinalito	T2	6.08		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 5.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Según la prueba de diferencia media significativa para la interacción localidad/tratamiento, los resultados muestran que el mejor tratamiento para Chiquimula es fosforo de aluminio, el Pinalito son los tratamientos fosforo de aluminio y tierra diatomea, mientras que para el Barreal todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Los tratamientos que mostraron un mal control del gorgojo del maíz fueron la ceniza y el testigo sin tratamiento en la localidad del Pinalito.

#### e. Muestreo 5

Se realizó el análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño y los resultados se muestran en Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

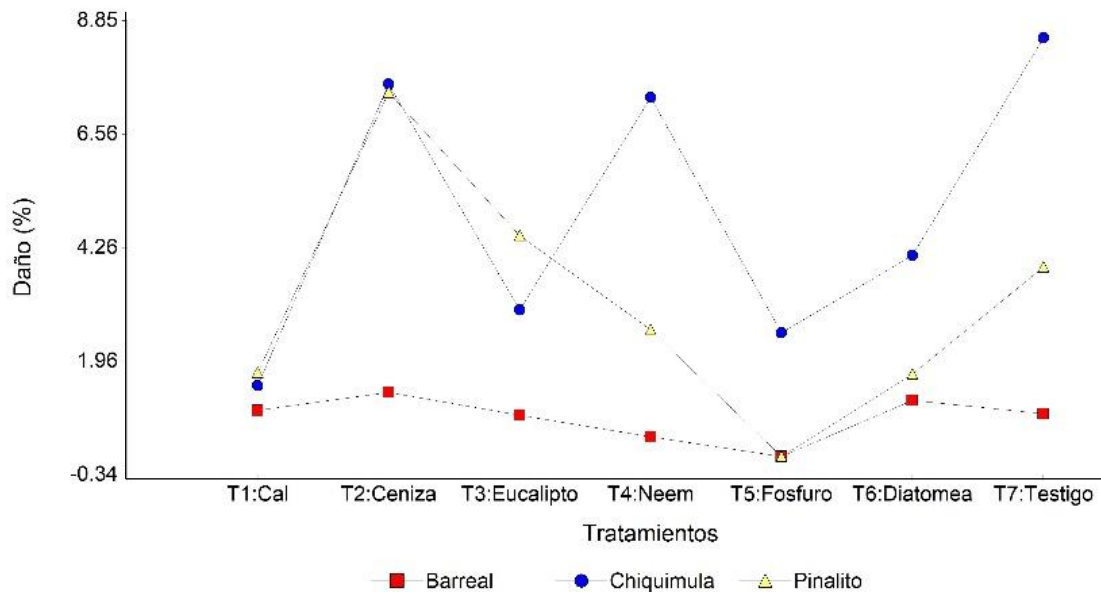
	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	8.39	0.0183
<b>Tratamiento</b>	6	36	3.71	0.0057
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	2.39	0.0216

Los resultados del análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño a los 5 meses de almacenamiento muestran que hay una diferencia significativa para localidad, tratamiento y para la interacción, con un p-valor=0.0183, 0.0057 y 0.0216 respectivamente. Al ser significativa la interacción se procede a realizar la prueba de diferencia media significativa para esta, los resultados se presentan en el Cuadro 12.

**Cuadro 12.** Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Daño	Prueba DGC
Barreal	T5	0.03	A
Pinalito	T5	0.03	A
Barreal	T4	0.43	A
Barreal	T3	0.87	B
Barreal	T7	0.9	B
Barreal	T1	0.97	B
Barreal	T6	1.17	B
Barreal	T2	1.33	B
Chiquimula	T1	1.47	B
Pinalito	T6	1.7	B
Pinalito	T1	1.73	B
Chiquimula	T5	2.53	B
Pinalito	T4	2.6	B
Chiquimula	T3	3	B
Pinalito	T7	3.87	B
Chiquimula	T6	4.1	B
Pinalito	T3	4.5	B
Chiquimula	T4	7.3	B
Pinalito	T2	7.4	B
Chiquimula	T2	7.57	B
Chiquimula	T7	8.5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 6.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Los resultados muestran con una significancia del 5%, que la mejor alternativa para el control del gorgojo para la localidad del Barreal fueron los tratamientos fosfuro de aluminio y hoja de eucalipto con una media de 0.03 y 0.43 respectivamente. Para Pinalito, el mejor tratamiento fue el fosfuro de aluminio con una media de 0.03, mientras que para Chiquimula todos los tratamientos resultan ser estadísticamente iguales, pero con una media de 1.47% el tratamiento 1 realizó un mejor control sobre el gorgojo del maíz.

#### f. Muestreo 6

**Cuadro 13.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

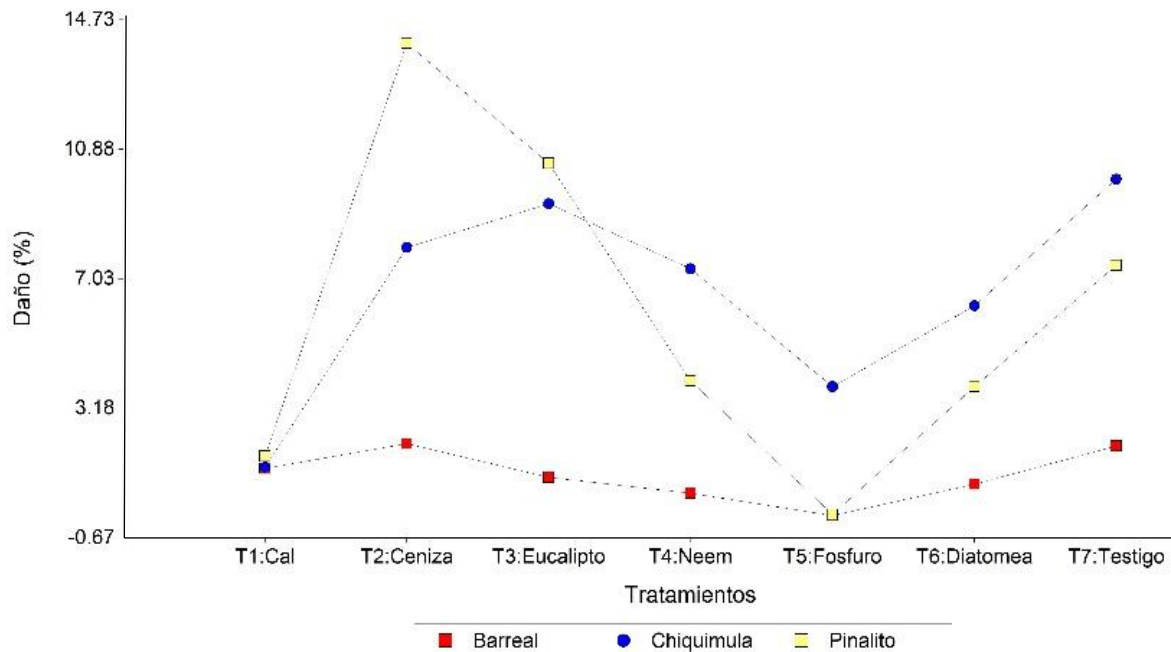
	numDF	DenDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	10.23	0.0117
<b>Tratamiento</b>	6	36	4.29	0.0023
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	3.61	0.0014

Los resultados del análisis de varianza para los datos obtenidos en el muestreo 6, reflejan que tanto los tratamientos como las localidades son significativas con p-valor=0.0023 y 0.0117 respectivamente, pero al ser significativa la interacción Localidad/tratamiento con un p-valor= 0.0014 por lo que se realiza la comparación de medias de las combinaciones de localidades y tratamientos, así como también el gráfico de interacción. Ver cuadro 13 y figura 7.

**Cuadro 14.** Comparación de medias de la interacción Tratamiento/Localidad para la variable porcentaje de daño en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Daño	Prueba DGC	
Barreal	T5	0.0021	A	
Pinalito	T5	0.0346	A	
Barreal	T4	0.6693		B
Barreal	T6	0.9263		B
Barreal	T3	1.1309		B
Barreal	T1	1.3979		B
Chiquimula	T1	1.4172		B
Pinalito	T1	1.7813		B
Barreal	T7	2.0632		B
Barreal	T2	2.1328		B
Pinalito	T6	3.7519		B
Chiquimula	T5	3.845		B
Pinalito	T4	3.9078		B
Chiquimula	T6	6.2071		B
Chiquimula	T4	7.3535		B
Pinalito	T7	7.4494		B
Chiquimula	T2	7.9383		B
Chiquimula	T3	9.5064		B
Chiquimula	T7	9.8963		B
Pinalito	T3	10.0869		B
Pinalito	T2	19.5792		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 7.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de daño durante el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018

Con una significancia del 5%, se puede determinar que el mejor tratamiento para el control del gorgojo fue el fosfuro de aluminio en las localidades de Barreal y Pinalito, con una media de 0.0021% y 0.0346% respectivamente, mientras que para la localidad de Chiquimula todos los tratamientos son iguales estadísticamente, aunque cabe resaltar que el tratamiento con un mejor control fue la cal con una media de 1.41%, seguido por el fosfuro de aluminio con una media de 3.845%. Así mismo, los peores tratamientos fueron la ceniza, las hojas de eucalipto en Pinalito y los tratamientos neem y testigo sin tratamiento en Chiquimula debido al factor temperatura con una media mensual entre 26 y 30°C principalmente en el quinto y sexto mes de almacenamiento tal y como se demuestra en los gráficos del Anexo 9.

### 6.1.2 Porcentaje de pérdida

Para el cálculo del porcentaje de pérdida se toman en cuenta los granos recuperables, estos son aquellos que presentan 1 o 2 perforaciones hechas por el insecto; caso contrario los granos no recuperables son los que tienen más de 2 perforaciones (Quiel, 1994).

Antes de la presentación de resultados se procedió a la revisión de los supuestos estadísticos a través de la utilización de gráficas que se presentan en el Anexo 5 y Anexo 6. Al observar las gráficas, se puede establecer que: por lo mostrado en la gráfica Box-Plot existe una variabilidad de residuos tanto en los tratamientos como en las localidades evaluadas; la gráfica de Residuos estandarizados versus Predichos muestra que existe un patrón lo que nos indica junto con la de Box-Plot que existe una heterogeneidad de varianzas y por último la gráfica QQ-Plot que nos muestra una falta de normalidad en los datos obtenidos durante los 6 meses de muestreos en los ensayos.

Para corregir la falta de homogeneidad de varianzas y normalidad, fue necesario probar si es necesario incluir la estimación de varianzas residuales diferentes para cada fase de muestreo, por lo que se ajustó un modelo heterocedástico y se comparó con el homocedástico, utilizando los criterios de verosimilitud penalizada como lo son el Criterio de información de Akaike AIC (por sus siglas en inglés) o Criterio de Información Bayesiano BIC (por sus siglas en inglés).

Las medidas de ajuste del modelo especificado tanto para el modelo heterocedástico como homocedástico se muestra en el cuadro 15.

**Cuadro 15.** Medidas de ajuste de los modelos heterocedástico y homocedástico usando los criterios de AIC y BIC.

Modelo	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4		Muestreo 5		Muestreo 6	
	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
<b>Heterocedástico</b>	144.3	184.2	122.8	162.8	144.9	184.9	168.1	208.1	220.5	260.4	231.6	271.6
<b>Homocedástico</b>	74.2	119.4	85.8	131	99.8	145	105	150.2	139.1	184.2	157.6	202.7



Al realizar la comparación de los valores de AIC y BIC del modelo heterocedástico y homocedástico, se observa que para el modelo homocedástico son menores, por lo que se elige el segundo modelo. En el Anexo 4 se puede observar la comprobación de los supuestos para el modelo homocedástico donde se puede comprobar que ya no existe una heterogeneidad de varianzas.

Una vez elegida la estructura del modelo homocedástico se procede a realizar inferencias sobre las medias. Además, por tratarse de un experimento factorial, donde se tienen como factores localidad y tratamiento, es necesario indagar si existe interacción entre los tratamientos y las localidades, para cada muestreo realizado durante los 6 meses del ensayo.

#### a. Muestreo 1

Los resultados del análisis de la varianza son los siguientes:

**Cuadro 16.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo, Chiquimula, 2018.

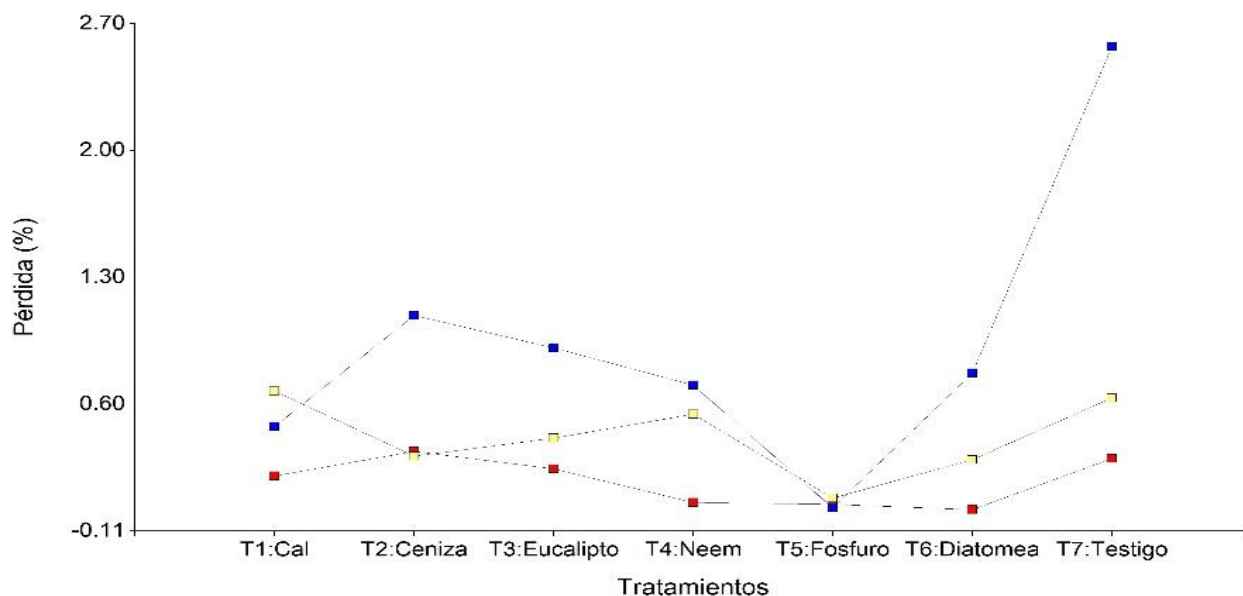
	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	5.09	0.0510
<b>Tratamiento</b>	6	36	8.46	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	3.14	0.0039

Los resultados del análisis de la varianza indican que existe diferencia significativa en la interacción Localidad/tratamiento con un p-valor=0.0039, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias de dicha interacción.

**Cuadro 17.** Comparación de medias de la interacción Localidad/Tratamiento para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC	
Barreal	T6	0.01	A	
Chiquimula	T5	0.02	A	
Barreal	T5	0.04	A	
Barreal	T4	0.05	A	
Pinalito	T5	0.07	A	
Barreal	T1	0.2		B
Barreal	T3	0.24		B
Barreal	T7	0.29		B
Pinalito	T6	0.29		B
Pinalito	T2	0.31		B
Barreal	T2	0.33		B
Pinalito	T3	0.41		B
Chiquimula	T1	0.47		B
Pinalito	T4	0.54		B
Pinalito	T7	0.63		B
Pinalito	T1	0.67		B
Chiquimula	T4	0.7		B
Chiquimula	T6	0.77		B
Chiquimula	T3	0.91		B
Chiquimula	T2	1.09		B
Chiquimula	T7	2.58		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 8.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 1, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

A un mes de almacenamiento se puede observar que existe interacción entre localidad y tratamiento (Fig. 8); además, la comparación de medias establece que los mejores tratamientos para la localidad del Barreal fueron la tierra diatomea (T6), fosfuro de aluminio (T5) y neem (T4); con medias de 0.01, 0.04 y 0.05 respectivamente; para Chiquimula fue el fosfuro de aluminio (T5) con una media de 0.02 y para Pinalito el fosfuro de aluminio (T5) con una media de 0.07.

## b. Muestreo 2

**Cuadro 18.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	0.47	0.6457
<b>Tratamiento</b>	6	36	4.65	0.0013
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	1.10	0.3916

El análisis de la varianza muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos, mientras que las localidades y la interacción no lo muestran, por lo que se procede a realizar la comparación de media para los tratamientos.

**Cuadro 19.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 2, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC
<b>T5</b>	0.05	A
<b>T4</b>	0.32	B
<b>T6</b>	0.37	B
<b>T1</b>	0.43	B
<b>T7</b>	0.5	B
<b>T3</b>	0.64	B
<b>T2</b>	0.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La prueba de medias indica que a 2 meses de almacenamiento, el fosforo de aluminio (T5) con una media de 0.05% muestra mejores resultados, independientemente de la localidad donde se use. El resto de tratamientos aunque

son estadísticamente similares se puede mencionar que el neen (T4) y tierra diatomea (T6) presentaron una media de 0.32 y 0.37 respectivamente.

### c. Muestreo 3

Los resultados del análisis de la varianza se presentan en el Cuadro 20, donde se puede observar que los tratamientos y localidades son estadísticamente significativos con p-valor=0.0001 y 0.0336 respectivamente; pero se debe resaltar que la interacción Localidad/tratamiento es significativa con un p-valor=0.0041 por lo que las recomendaciones deben realizarse con base a esta.

**Cuadro 20.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	6.30	0.0336
<b>Tratamiento</b>	6	36	9.59	<0.0001
<b>Localidad:Tratamiento</b>	12	36	3.12	0.0041

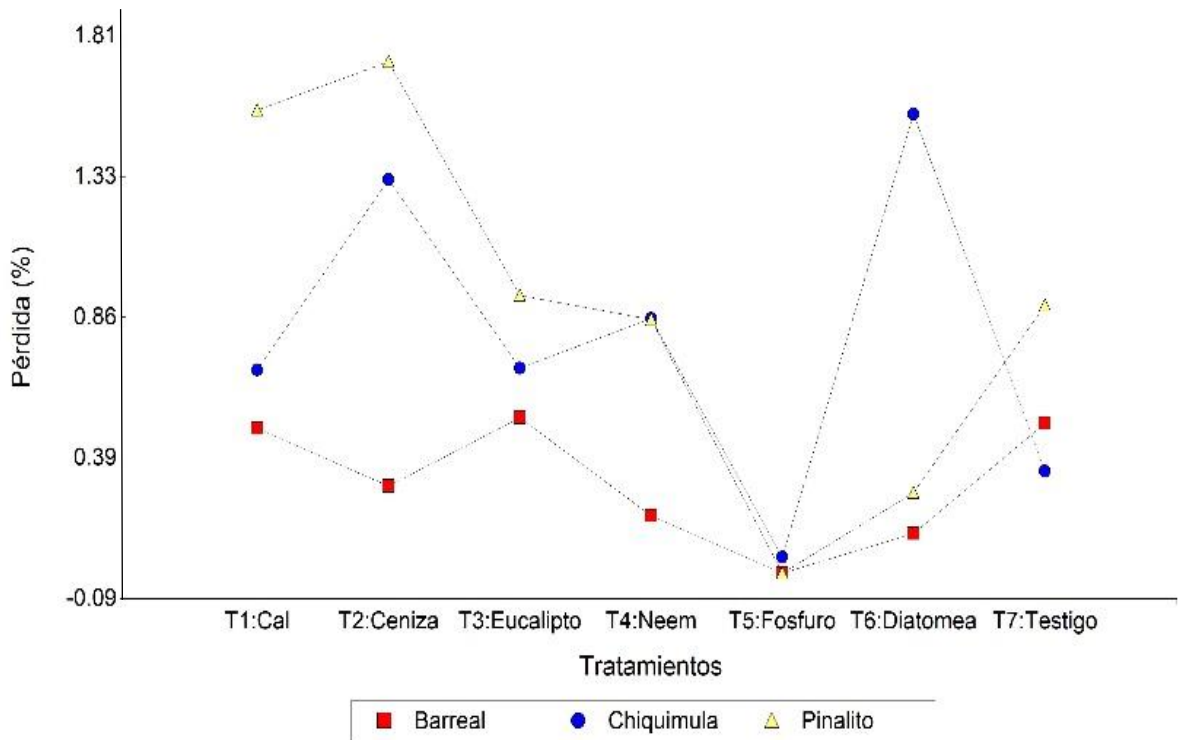
Una vez se determina que existe diferencia significativa, se procede a realizar la prueba de medias para la interacción Localidad/tratamiento en el Cuadro 21.

**Cuadro 21.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC	
Pinalito	T5	0	A	
Barreal	T5	0	A	
Chiquimula	T5	0.05	A	
Barreal	T6	0.13	A	
Barreal	T4	0.19	A	
Pinalito	T6	0.27	A	
Barreal	T2	0.29	A	
Chiquimula	T7	0.34	A	
Barreal	T1	0.49		B
Barreal	T7	0.50		B
Barreal	T3	0.52		B
Chiquimula	T1	0.68		B
Chiquimula	T3	0.69		B
Pinalito	T4	0.85		B
Chiquimula	T4	0.86		B
Pinalito	T7	0.90		B
Pinalito	T3	0.93		B
Chiquimula	T2	1.32		B
Chiquimula	T6	1.54		B
Pinalito	T1	1.56		B
Pinalito	T2	1.72		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Con los resultados se puede inferir que en la localidad de Chiquimula los tratamientos en donde se obtuvo menor pérdida fueron el fosforo de aluminio (T5) y el testigo (T7). Para el Pinalito la prueba de medias refleja que los de menor porcentaje de pérdida fueron fosforo de aluminio (T5) y tierra diatomea (T6) y para la localidad del Barreal el fosforo de aluminio (T5) y ceniza (T2); además, la figura 9 esquematiza la interacción existente entre Localidad y tratamiento.



**Figura 9.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 3, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

#### d. Muestreo 4

Los resultados del análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida se presentan en el cuadro 22.

**Cuadro 22.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	4.04	0.0774
<b>Tratamiento</b>	6	36	6.35	0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	4.20	0.0004

En el cuadro se puede observar que la interacción Localidad/tratamiento es significativa con un p-valor=0.0004, lo que no indica que la diferencia media significativa debe realizarse con base a la interacción, los resultados se presentan en el cuadro 23.

**Cuadro 23.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

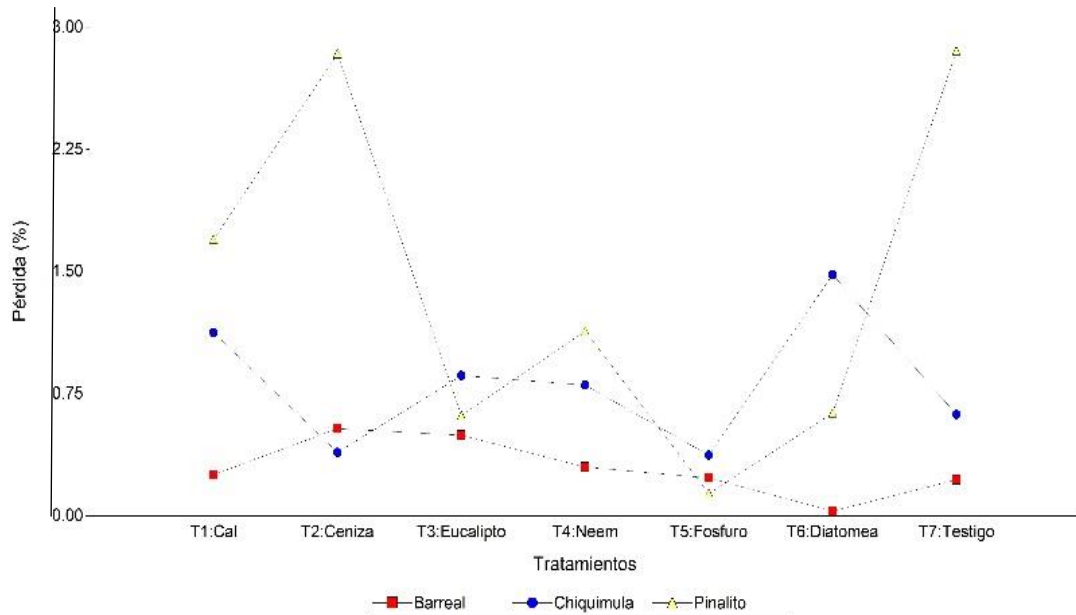
Localidad	Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC	
Barreal	T6	0.04	A	
Pinalito	T5	0.13	A	
Barreal	T5	0.2	A	
Barreal	T7	0.2	A	
Barreal	T1	0.22	A	
Chiquimula	T2	0.35	A	
Barreal	T4	0.35	A	
Chiquimula	T5	0.36	A	
Barreal	T3	0.5	A	
Barreal	T2	0.55	A	
Chiquimula	T7	0.59	A	
Pinalito	T3	0.61	A	
Pinalito	T6	0.65	A	
Chiquimula	T3	0.83		B
Chiquimula	T4	0.87		B
Pinalito	T4	1.07		B
Chiquimula	T1	1.12		B
Chiquimula	T6	1.4		B
Pinalito	T1	1.72		B
Pinalito	T2	2.71		B
Pinalito	T7	2.72		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La prueba de medias, muestra que en el Barreal todos los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero la tierra diatomea (T6) con un porcentaje de pérdida de 0.04 es el mejor. En El Pinalito, el fosforo de aluminio (T5) con un porcentaje de pérdida de 0.13 y en Chiquimula, la ceniza (T2) con un 0.35% de porcentaje de pérdida; presentaron los mejores resultados.



La figura 10 muestra la manera en que se dio la interacción entre las localidades y los tratamientos, siendo la localidad del Pinalito la que presenta mayor variabilidad entre los tratamientos.



**Figura 10.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 4, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

#### e. Muestreo 5

En el Cuadro 24, a través del análisis de la varianza de los datos se puede observar que tanto las localidades como los tratamientos son estadísticamente significativos con  $p\text{-valor}=0.0008$  y  $0.0047$ ; pero al observar la interacción Localidad/tratamiento con un  $p\text{-valor}$  de  $0.0035$ , así mismo esto se ve reflejado en la gráfica de interacción (fig. 11), siendo estadísticamente significativa no se puede realizar inferencias de los resultados de los tratamientos y localidades por separado, por lo que se procede a realizar la prueba de medias de la interacción (Cuadro 25).

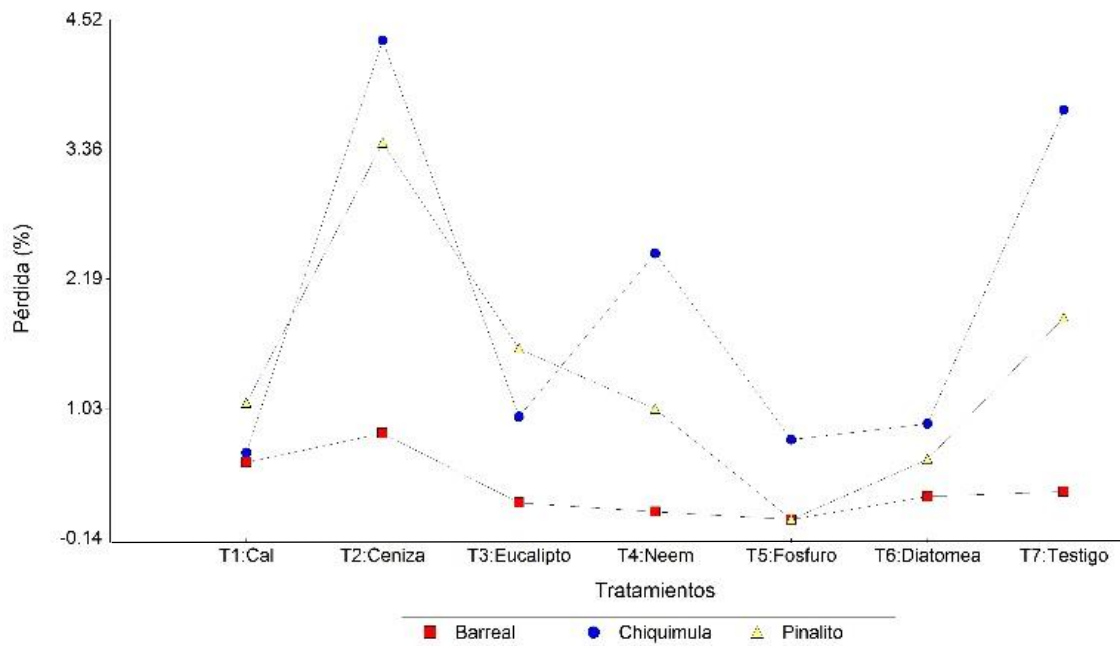
**Cuadro 24.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	28.86	0.0008
<b>Tratamiento</b>	6	36	3.83	0.0047
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	3.19	0.0035

**Cuadro 25.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC
Barreal	T5	0.03	A
Pinalito	T5	0.03	A
Barreal	T4	0.1	A
Barreal	T3	0.18	A
Barreal	T6	0.24	A
Barreal	T7	0.28	A
Barreal	T1	0.55	B
Pinalito	T6	0.57	B
Chiquimula	T1	0.63	B
Chiquimula	T5	0.75	B
Barreal	T2	0.81	B
Chiquimula	T6	0.89	B
Chiquimula	T3	0.96	B
Pinalito	T4	1.03	B
Pinalito	T1	1.08	B
Pinalito	T3	1.57	B
Pinalito	T7	1.85	B
Chiquimula	T4	2.42	B
Pinalito	T2	3.42	B
Chiquimula	T7	3.71	B
Chiquimula	T2	4.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Figura 11.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

El análisis de la varianza (Cuadro 24), indica que se debe inferir tomando en cuenta las localidades y los tratamientos, por lo que las recomendaciones de los tratamientos deben ser independientes para cada localidad. Ahora bien, en la prueba de medias para la interacción Localidad/tratamiento (Cuadro 25), los resultados muestran una diferencia estadísticamente no significativa entre éstos, pero se determina que los tres mejores tratamientos para la localidad del Barreal son el fosfuro de aluminio (T5), semilla de neem (T4) y eucalipto (T3) y para la localidad del Pinalito el mejor tratamiento es el fosfuro de aluminio (T5). En cuanto a la localidad de Chiquimula todos los tratamientos no tienen diferencias significativas entre ellos.

#### f. Muestreo 6

Los resultados del análisis de la varianza para los datos obtenidos en el muestreo 6 se presentan en el cuadro 26.

**Cuadro 26.** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 5, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

	numDF	DenDF	F-valor	p-valor
<b>Localidad</b>	2	6	15.16	0.0045
<b>Tratamiento</b>	6	36	7.23	<0.0001
<b>Localidad/Tratamiento</b>	12	36	2.65	0.0118

Los resultados muestran que las localidades y los tratamientos son significativos, pero al observar la interacción Localidad/tratamiento con un p-valor=0.0118 es estadísticamente significativo, por lo que la inferencia de las medias debe ir enfocada en ella; a través de la figura 12 se comprueba de manera gráfica la interacción que se da entre las localidades y los tratamientos.

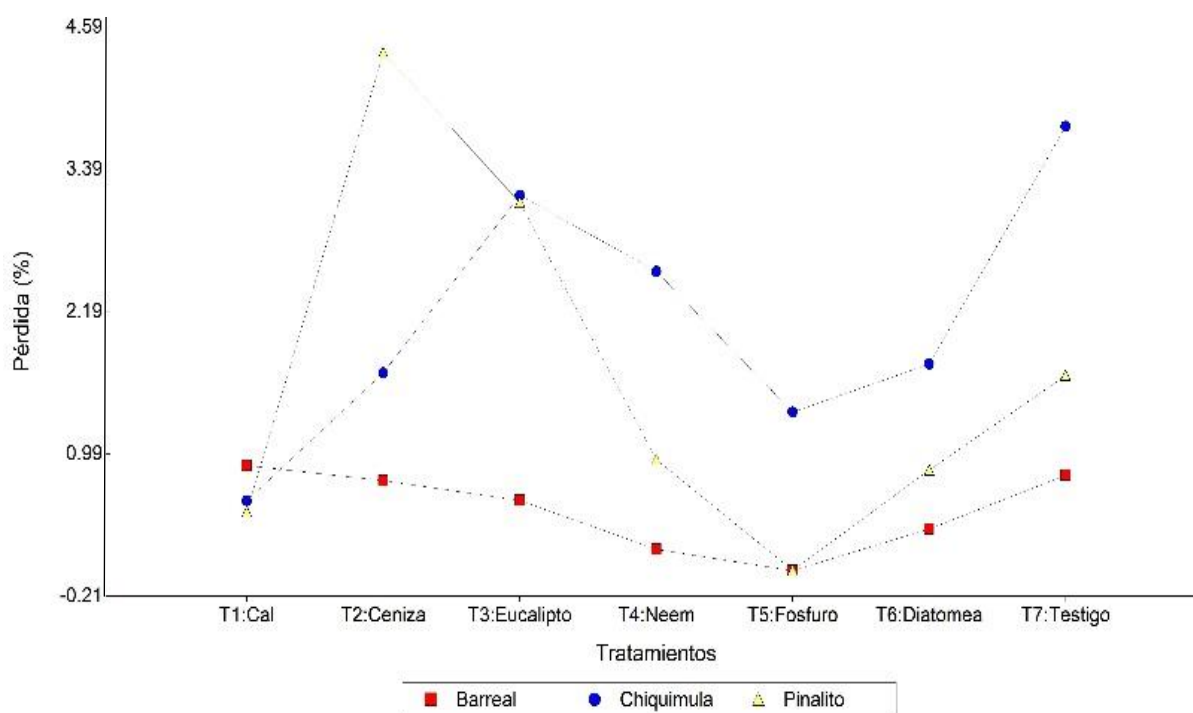
**Cuadro 27.** Comparación de medias de los tratamientos para la variable porcentaje de pérdida en el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Localidad	Tratamiento	% Pérdida	Prueba DGC
Pinalito	T5	0	A
Barreal	T5	0	A
Barreal	T4	0.18	A
Barreal	T6	0.35	A
Pinalito	T1	0.5	B
Barreal	T3	0.59	B
Chiquimula	T1	0.59	B
Barreal	T2	0.76	B
Barreal	T7	0.81	B
Pinalito	T6	0.85	B
Barreal	T1	0.89	B
Pinalito	T4	0.94	B
Chiquimula	T5	1.34	B
Pinalito	T7	1.65	B
Chiquimula	T2	1.67	B
Chiquimula	T6	1.74	B
Chiquimula	T4	2.53	B
Pinalito	T3	3.11	B
Chiquimula	T3	3.17	B
Chiquimula	T7	3.75	B
Pinalito	T2	4.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta prueba de medias se determina que en la localidad de El Pinalito, el fosforo de aluminio presentó la mejor

respuesta, mientras que para la localidad El Barreal, son estadísticamente iguales los tratamientos fosfuro de aluminio, neem y tierra diatomea y para Chiquimula los 3 mejores tratamientos son la cal, fosfuro de aluminio y la ceniza; demostrándose este resultado en los gráficos del Anexo 10, donde se hace una comparación del porcentaje de pérdida en cada localidad.



**Figura 12.** Diagrama de puntos para estudiar la interacción entre localidades y tratamientos para la variable porcentaje de pérdida durante el muestreo 6, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

## 6.2 Características físicas del grano

Los datos de campo para la determinación de esta variable, se tomaron una vez al mes, durante 6 meses tal y como se muestra en el anexo 2, para determinar el

efecto de los tratamientos sobre el grano de maíz se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

**a. Granos dañados:**

Estos son granos enteros pero sus partes han sufrido alteraciones físicas o químicas (externas o internas), como resultado de la acción de calor, hongos, insectos, roedores y otros agentes nocivos (CIMMYT, 2016).

- **Granos dañados por calor:** granos de maíz y sus partes que presenten una coloración café oscura o negruzca originada por calentamiento (CIMMYT, 2016).
- **Granos dañados por hongos:** granos de maíz y sus partes que presenten en la superficie, en el germen o embrión y/o en el resto del grano afectación parcial o total por desarrollo de microorganismos de campo y/o de almacén. Dicha afectación generalmente se caracteriza por una coloración azulosa, negruzca, verduzca, anaranjada o amarillenta y su apariencia suele ser lanosa o algodonosa (CIMMYT, 2016).
- **Granos dañados por insectos:** granos de maíz y sus partes que presenten perforaciones o galerías originadas por insectos de campo y/o almacén (CIMMYT, 2016).

**b. Grano dañado al inicio**

Al momento de la recepción del grano de maíz se realizó un muestreo de los 63 quintales, por lo cual se utilizó un muestreador de grano. Las submuestras obtenidas fueron homogenizadas, extrayendo posteriormente 3 muestras de 25 gramos cada una. Luego, las muestras fueron colocadas sobre una tabla con 100 perforaciones, a manera de obtener 100 granos, a los cuales se les realizó el conteo para determinar el porcentaje de grano dañado.

Realizado el conteo de granos, se determinó que el grano de maíz al momento de la recepción, no se encontraron granos dañados por calor, por hongos o por insectos.

### c. Grano dañado al final

Después de finalizado la toma de muestras para la determinación del porcentaje de daño por gorgojo, se realizó en cada localidad la toma de muestra para determinar la calidad física del grano; para determinarla, se procedió a tomar una submuestra de cada repetición por tratamiento con el uso de muestreador, luego las 3 submuestras fueron homogenizadas a manera de obtener una muestra de 75 gramos por tratamiento en cada localidad. Las muestras fueron colocadas sobre una tabla con 100 perforaciones, a manera de obtener 100 granos, a los cuales se les realizó el conteo para determinar el porcentaje de grano dañado, tomando en cuenta para esto los granos dañados por calor, por hongos y por insectos (*Sitophilus zeamais* M). Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 28.

**Cuadro 28.** Características físicas del grano de maíz en los distintos tratamientos y localidades, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

LOCALIDAD	TIPO DE DAÑO	Granos afectados (%)						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Chiquimula	Por calor	2.00	6.00	2.00	5.00	2.00	4.00	3.00
	Por hongos	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	60.00	2.00
	Por insectos	2.00	8.00	9.00	7.00	4.00	7.00	10.00
Pinalito	Por calor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Por hongos	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Por insectos	2.00	14.00	11.00	4.00	0.00	4.00	7.00
Barreal	Por calor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Por hongos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Por insectos	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	2.00

En el cuadro anterior, se muestra que en la localidad de El Barreal, se obtuvo la mejor calidad física de grano, ya que éste, solo fue dañado por el gorgojo del maíz afectando entre el 2 y 1%, excepto el grano almacenado con fosforo de aluminio (T5), que no fue afectado por ningún agente de daño durante los seis meses de almacenamiento. En la localidad de El Pinalito, la calidad física del grano se vio afectada por insectos en la totalidad de tratamientos pero fue mayor en los

tratamientos T2, T3 y T7 con 14, 11 y 7% respectivamente, y el daño por hongos afectó únicamente al tratamiento ceniza (T2), con un 20% granos afectados. En Chiquimula el grano se vio afectado por insectos entre el 2 y 10%, por calor entre el 2% y 6% y por hongos el daño provocado afectó a los tratamientos en el T2, T6 y T7 con 60%, 60% y 2% respectivamente.

### 6.3 Estado de aceptación organoléptica

Con los datos obtenidos de las pruebas realizadas en el análisis sensorial de muestras de grano de maíz y tortillas de los tratamientos tal y como se muestran en el anexo 7, se aplicó la prueba de Friedman, los resultados se muestran a continuación.

#### a. Olor del grano

**Cuadro 29.** Prueba de Friedman para la variable olor de grano en la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T <sup>2</sup>	p
3.87	4.03	4.69	4.16	3.42	4.35	3.48	5.26	<0.0001

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	H	Prueba DGC				
T5	147	3.42	43	A				
T7	149.5	3.48	43	A	B			
T1	166.5	3.87	43	A	B	C		
T2	173.5	4.03	43			C	D	
T4	179	4.16	43			C	D	E
T6	187	4.35	43			C	D	E
T3	201.5	4.69	43					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al observar los resultados obtenidos por la prueba de Friedman (Cuadro 29), se obtuvo que los tratamientos Fosforo de aluminio (T5), Testigo sin tratamiento (T7) y cal (T1) no poseen diferencias estadísticamente significativas por lo que no modifica la percepción de olor del grano y son los de mayor aceptación por los panelistas debido a que los tratamientos no afectan el olor característico de cada



uno de éstos y por el uso normal en las comunidades donde se estableció el estudio.

### b. Olor de tortilla

**Cuadro 30.** Prueba de Friedman para la variable olor de tortilla, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T <sup>2</sup>	p
3.76	3.59	4.08	4.41	3.92	4.49	3.76	3.84	0.0011

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	H	Prueba DGC					
T2	154.5	3.59	43	A					
T1	161.5	3.76	43	A	B				
T7	161.5	3.76	43	A	B	C			
T5	168.5	3.92	43	A	B	C	D		
T3	175.5	4.08	43		B	C	D	E	
T4	189.5	4.41	43						E
T6	193	4.49	43						E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Para la variable olor de la tortilla los resultados muestran que los tratamientos ceniza (T2), cal (T1), testigo sin tratamiento (T7) y fosforo de aluminio (T5) son estadísticamente iguales y los de mayor aceptación.

### c. Sabor de tortilla

**Cuadro 31.** Prueba de Friedman para la variable sabor de tortilla, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T <sup>2</sup>	p
3.62	3.53	4.02	4.77	3.78	4.43	3.85	5.99	<0.0001

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	H	Prueba DGC						
T2	152	3.53	43	A						
T1	155.5	3.62	43	A	B					
T5	162.5	3.78	43	A	B	C				
T7	165.5	3.85	43	A	B	C	D			
T3	173	4.02	43	A	B	C	D	E		
T6	190.5	4.43	43						E	F
T4	205	4.77	43							F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En cuanto a la variable sabor de la tortilla los tratamientos ceniza (T2), cal (T1), fosfamina (T5), testigo sin tratamiento (T7) y eucalipto (T3) no tienen diferencias estadísticamente significativas, siendo los de mayor aceptación.

La prueba de aceptación organoléptica demostró que los tratamientos no tienen el mismo efecto en la percepción en cuanto a olor de grano, olor y sabor de tortillas, por lo que se rechaza la hipótesis planteada en la investigación.

En general, se determina que en cuanto al olor y sabor de la tortilla el tratamiento con ceniza (T2) es el de mayor aceptación, seguido por la cal (T1), y por último, el testigo sin tratamiento (T7) o el uso fosfamina (T5); los cuales no tienen ningún efecto en la percepción de la tortilla, esto debido a la manera en que fueron usados los distintos tratamientos no cambia dicha percepción.

#### 6.4 Relación beneficio/costo

Se realizó tomando en cuenta los costos del uso de cada producto alternativo, la pérdida en libras causado por el gorgojo y los beneficios de la venta del grano como se muestra en el cuadro 32.

**Cuadro 32.** Cálculo de la rentabilidad del uso de los tratamientos aplicados al grano de maíz, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Trat	Costos (Q)			Venta maíz (Q)	B/C			Rentabilidad (%)		
	Barreal	Pinalito	Chiquimula		Barreal	Pinalito	Chiquimula	Barreal	Pinalito	Chiquimula
T1	142.86	144.48	143.65	150	1.05	1.04	1.04	5	3.82	4.42
T2	142.56	149.53	147.36	150	1.05	1	1.02	5.22	0.31	1.79
T3	148.63	152.31	152.16	150	1.01	0.98	0.99	0.92	-1.51	-1.42
T4	147.96	150.6	152.58	150	1.01	1	0.98	1.38	-0.4	-1.69
T5	141.89	141.83	143.54	150	1.06	1.06	1.04	5.71	5.76	4.5
T6	143.5	144.91	147.67	150	1.05	1.04	1.02	4.53	3.52	1.58
T7	141.7	145.72	146.89	150	1.06	1.03	1.02	5.86	2.94	2.12

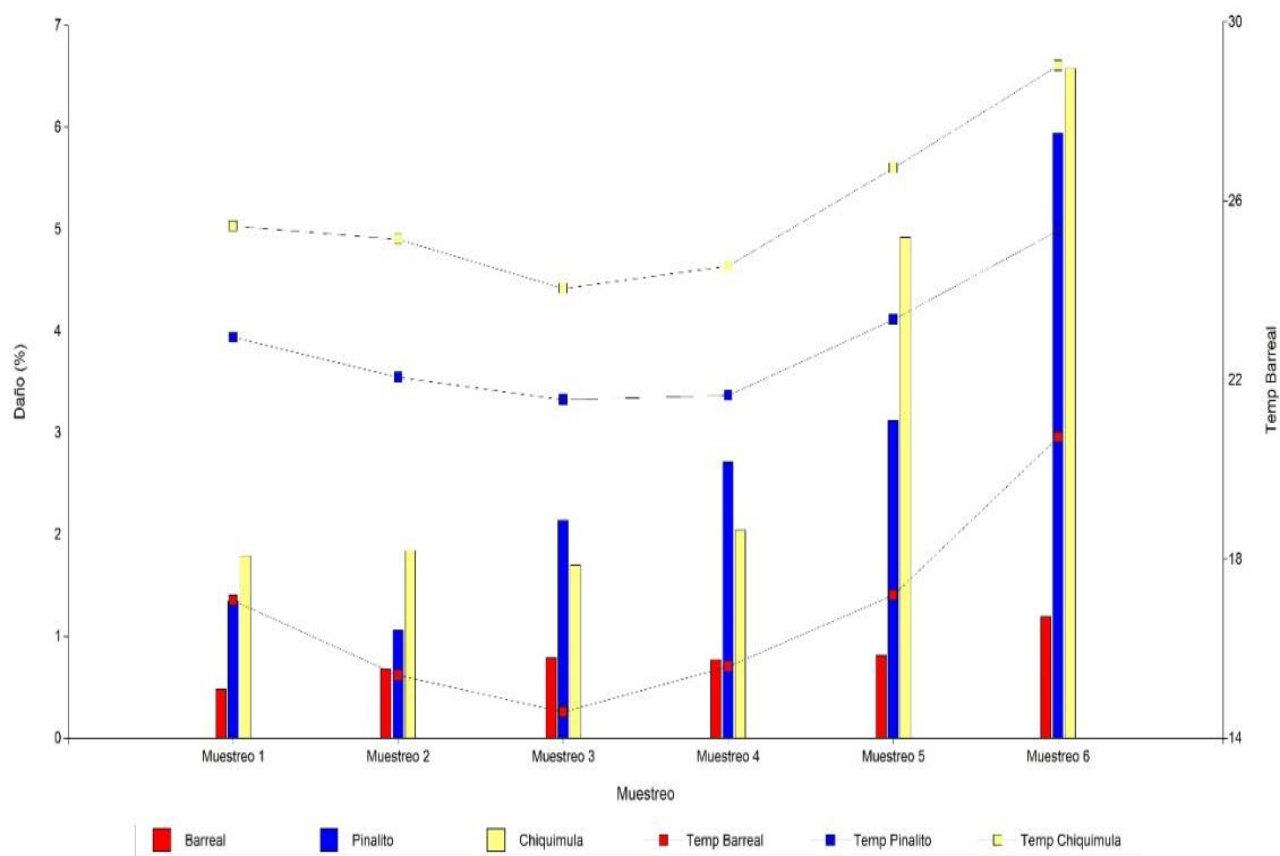
Al observar el Cuadro 32, el análisis de la relación beneficio/costo demostró que el tratamiento T5 presenta mejores resultados en las tres localidades evaluadas. Entre los productos alternativos evaluados, el T1 fue el mejor del resto, mientras que los tratamientos T3 y T4 en las localidades de Pinalito y Chiquimula no mostraron ningún beneficio económico, debido al costo de preparación y la pérdida de grano provocada por el gorgojo.

En la variable porcentaje de daño se realizó el análisis de varianza de seis muestreos en el grano de maíz, cuyos resultados mostraron que los productos alternativos no tienen el mismo efecto que el fosforo de aluminio sobre el control del gorgojo del maíz y que la localidad tiene influencia sobre la eficacia de los tratamientos ya que en los muestreos 1, 3, 4, 5 y 6, hubo un efecto significativo para la interacción entre la localidad y los tratamientos, siendo el Barreal donde se observó un menor daño, seguido por El Pinalito y Chiquimula (1500, 1000 y 500 msnm respectivamente) que estuvo influenciado directamente por las diferencias de temperatura y la humedad (grano y ambiente) por lo que se puede inferir en la utilización de un tratamiento distinto para cada localidad.

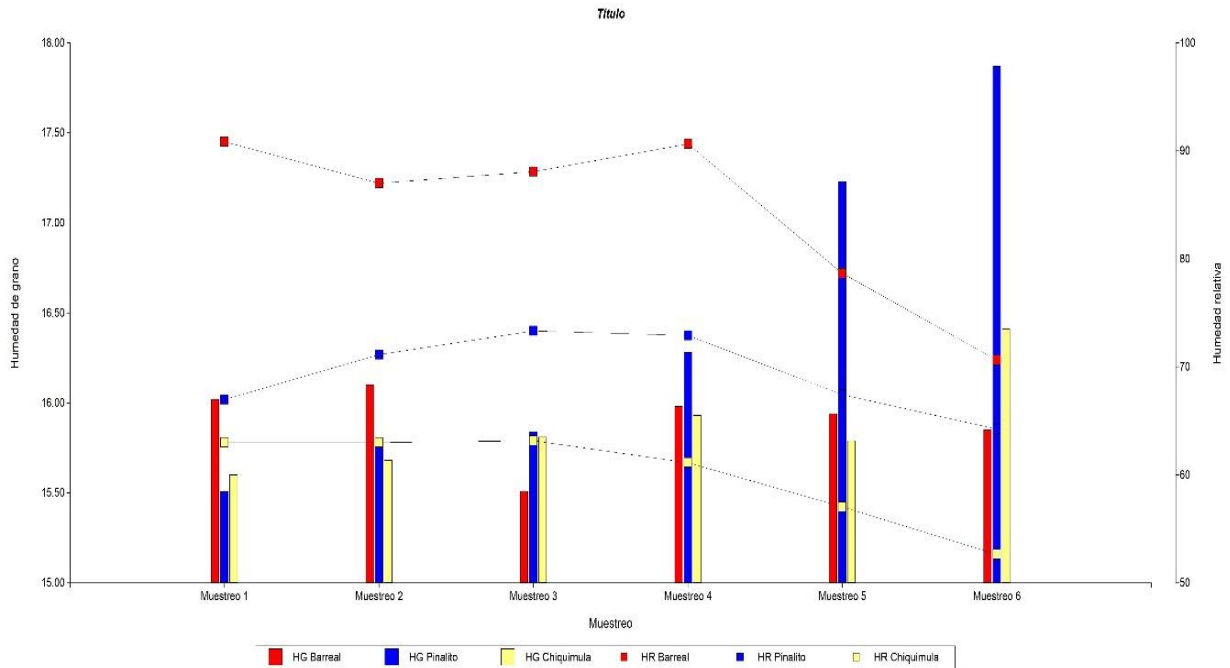
En la figura 13, se observan los porcentajes de daño más altos en Chiquimula, con temperaturas que oscilan entre 24.10 y 29.10 °C, en Pinalito entre 21.6 y 25.4 °C y las menores en la localidad del Barreal con temperaturas entre 14.59 y 20.76°C, según Moreno (1984), la temperatura óptima para el desarrollo del gorgojo oscila entre 26 y 30°C, a temperaturas de 20°C su desarrollo y reproducción se reducen considerablemente y Dell'Orto, (1985), los adultos de *Sitophilus* pueden vivir de 4 a 5 meses y la hembra puede producir entre 300 y 400 huevos en su vida reproductiva.

Al considerar lo antes expuesto, El Barreal mostró los valores más bajos de porcentaje de daño durante los seis meses del experimento, con una media mensual de 0.79%, con valores mínimos y máximos de 0.48 y 1.19%, obtenidos en el primer y sexto mes, respectivamente; el Pinalito mostró un daño medio de 2.72%, con un mínimo de 1.06 en el segundo mes y 5.94% en el sexto mes, Chiquimula mostró los valores de daño con una media mensual de 3.14%, valor mínimo de 1.70% y máximo de 6.58%, en el tercero y sexto mes respectivamente.

Tomando en cuenta los rangos de desarrollo y reproducción del gorgojo antes mencionados, se demuestra que las condiciones climáticas del Barreal reducen considerablemente el desarrollo y reproducción del gorgojo, caso contrario en Chiquimula, donde se presentó la temperatura ideal para el desarrollo y reproducción del insecto; mientras que en Pinalito el valor máximo y mínimos de daño coinciden con la temperatura máxima y mínima registrada, que además se encuentran entre 20 y 26°C, posicionando a esta localidad en segundo lugar en cuanto al daño por gorgojo.



**Figura 13:** Daño y temperatura mensual presentada por localidad, de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.



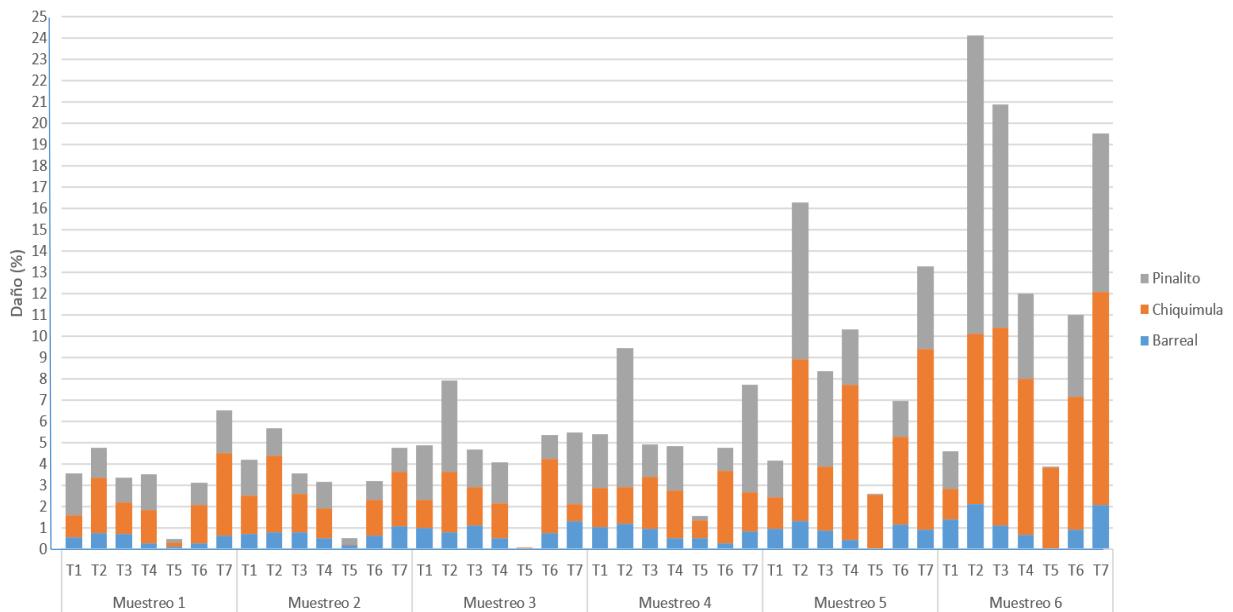
**Figura 14.** Humedad de grano y humedad relativa presentada durante los seis meses de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Durante el ensayo, los contenidos de humedad del grano (figura 14), variaron entre 14% al inicio del ensayo alcanzando un máximo de 16.1%, 17.87% y 16.41% en Barreal, Pinalito y Chiquimula respectivamente y los valores de humedad relativa en las localidades del Barreal, Pinalito y Chiquimula superaron el valor mínimo necesario para el desarrollo de *Sitophilus*.

Con relación a la humedad de grano, los valores tomados en cada muestreo se encuentran entre 15.51% y 17.87%, superando el valor mínimo. Según Moreno (1984), la humedad es el factor más importante que favorece el deterioro de las semillas y que para la proliferación de las especies de *Sitophilus*, la humedad relativa óptima se encuentra en 70% y la humedad de grano requerida para su desarrollo debe ser superior al 9%. Otros autores establecen que los valores mínimos van desde los 50% de humedad relativa y 17°C de temperatura (INTAGRI, 2017), y al hacer el análisis conjunto de la humedad relativa y la humedad de grano se observa que en las tres localidades, las condiciones fueron apropiadas para un desarrollo del gorgojo pero el

daño no fue igual en éstas, por lo que se puede concluir que el factor que más influyó, fue la temperatura, aún en presencia de contenidos de humedad favorables.

Durante los muestreos realizados entre los meses 1 y 4, el tratamiento que mostró un mejor control fue el fosforo de aluminio (T5), mientras que el resto fueron estadísticamente iguales entre ellos. Para los muestreos realizados en el quinto y sexto mes se obtuvo que la cal (T1) no mostro diferencias significativas con el fosforo de aluminio (T5) por lo que muestran ser los mejores tratamientos recomendados para 6 meses de almacenamiento. El control realizado por la cal se debe a que esta funciona como abrasivo al raspar la cutícula del insecto, que mueren por humedad (García, 2009).



**Figura 15.** Daño mensual por localidad durante seis meses de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2018.

Como se muestra en la figura 15, los tratamientos mostraron un control diferente en cada localidad. Se puede observar que el tratamiento que mostró mayor porcentaje de daño durante cada mes de muestreo fue la ceniza (T2), seguido por el testigo (T7).

También se puede observar que el daño provocado por el gorgojo aumenta conforme avanzaron los meses de almacenamiento. Además, los graneros que fueron tratados

con cal (T1) mantienen niveles constantes de control sobre el gorgojo, ya que durante los 6 meses de almacenamiento, por lo que ésta mostró un efecto residual.

En el anexo 8 se muestra que el daño provocado por gorgojo aumentó conforme avanzó el tiempo de almacenamiento y aumentó la temperatura por localidad, por lo que en cada de éstas, el porcentaje de daño fue diferente. En El Barreal (1500 msnm), el daño se mantuvo por debajo del 3.20% debido a que las temperaturas durante 5 meses de almacenamiento no sobrepasaron los 20°C, por lo que fue reducida la reproducción del gorgojo según lo establece Moreno (1984), pero se vio un aumento en el sexto mes cuando esta sobrepasó los 21°C. En El Pinalito y Chiquimula (1000 y 500 msnm respectivamente), el comportamiento del porcentaje de daño fue parecido a El Barrial conforme avanzó el tiempo de almacenamiento e incrementaba la temperatura.

En el anexo 9, se muestra que el porcentaje de pérdida tuvo un comportamiento parecido al daño, siendo mayor conforme avanza el tiempo y aumenta la temperatura donde los tratamientos que mostraron menor porcentaje de pérdida fueron el T5, T6, T3 y T4.

En los muestreos 5 y 6, la ceniza mostró problemas de granos dañados con hongos en las localidades El Pinalito y Chiquimula (20% y 60% respectivamente) debido a que en estos muestreos, se presentaron las temperaturas más altas. En el Pinalito fueron de 23.40°C y 25.40°C y para Chiquimula de 26.80°C y 29.10°C (Figura 13); condiciones ideales de temperatura para el desarrollo de éstos porque según Ramírez (1980) citado por Quiel (1994), los hongos en granos almacenados crecen más rápido con temperaturas entre 25 y 30°C. Además, durante el experimento hubo cambios en el contenido de humedad del grano, tal como se presenta en el Cuadro 33, y según Christensen (1964) citado por Quiel (1994), la humedad del grano es el factor de mayor importancia y que al haber contenidos de humedad en los granos superiores al 13% favorecen el desarrollo de los hongos, afectando la calidad lo que explica la presencia de hongos dentro de los 3 graneros por localidad.



**Cuadro 33.** Humedad de grano promedio obtenida durante cada mes de la evaluación de productos alternativos para el control de gorgojo del maíz, Chiquimula, 2017.

Localidad	% Humedad					
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
<b>Barreal</b>	16.02	16.1	15.51	15.98	15.94	15.85
<b>Pinalito</b>	15.6	15.68	15.81	15.93	15.79	16.41
<b>Chiquimula</b>	15.51	15.77	15.84	16.28	17.23	17.87

Estos cambios de humedad en el grano se deben según Blanco (2016), a que este absorbe oxígeno del aire y consume carbohidratos de su estructura, lo que libera calor; provocando una respiración más rápida, causando que los cambios de la temperatura provoquen modificaciones que intensifican las variaciones de la humedad relativa del grano modificando el equilibrio de aireación, lo que conlleva a un aumento en las posibilidades de una mayor humedad de grano.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Para la variable porcentaje de daño y pérdida de grano de maíz almacenado, el tratamiento que mostró un mejor resultado en las localidades, durante 4 meses de almacenamiento fue el fosforo de aluminio, mientras que a 5 y 6 meses de almacenamiento varió en la localidad de Chiquimula, pues la cal y fosforo de aluminio fueron los más eficaces para el control del daño causado por el gorgojo del maíz (*S. zeamais M*).
- ✓ Se determinó que la temperatura, humedad relativa y humedad del grano tienen efecto en el desarrollo y reproducción del gorgojo del maíz, siendo la temperatura el factor más importante, porque en la localidad el Barreal con una temperatura media mensual entre 14 y 21°C, mostró menor daño por gorgojo en todos los tratamientos contrastando con Chiquimula que mostró niveles de daño más altos, con una temperatura media mensual entre 26 y 30°C.
- ✓ La calidad física del grano de maíz fue afectada por insectos, calor y hongos. El daño por hongos se presentó en Chiquimula y Pinalito, causada principalmente por el nivel de humedad en el grano que fue superior al 13%, además, en Chiquimula se presentó daño por calor, debido a las altas temperaturas registradas.
- ✓ En el sondeo organoléptico se determinó que el uso de los productos alternativos cambia la percepción, en cuanto a las cualidades del grano y tortilla evaluadas; los tratamientos más aceptados en orden de importancia fueron el fosforo de aluminio, cal, testigo sin tratamiento y eucalipto.
- ✓ El tratamiento con fosforo de aluminio fue el que presentó mejor relación beneficio/costo y es de fácil aplicación, seguido por el tratamiento con cal; el eucalipto y neem no presentaron beneficio económico, debido principalmente a las pérdidas ocasionadas por el gorgojo y al alto costo de elaboración.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el fosforo de aluminio para el almacenamiento de grano de maíz , ya que fue el tratamiento que presentó menor pérdida, daño y no altera las características organolépticas del grano y tortilla, además es la alternativa más económica y de fácil aplicación para el control de gorgojo (*S. zeamias M*).
2. Utilizar cal como producto alternativo para el control del gorgojo del maíz, si el almacenamiento de grano supera los 5 y 6 meses y cuando el grano se utiliza para consumo humano, porque en el proceso de cocción del grano y preparación de tortillas, los consumidores utilizan cal para nixtamalizar. Para la comercialización, la cal provoca un incremento en los costos, porque antes del envasado se realiza la limpieza del grano.
3. Almacenar el grano de maíz para consumo a una humedad de grano menor al 13% y con temperatura ambiente menor a 20°C, para obtener mayor eficiencia en el control del gorgojo y para evitar el desarrollo de hongos.
4. Por ser la cal estadísticamente similar al fosforo de aluminio para el control del gorgojo del maíz, es conveniente continuar la investigación sobre la cal en almacenamiento de grano, porque además de tener propiedades insecticidas, puede actuar como fungicida que inhibe la germinación o multiplicación de esporas de hongos que producen efectos tóxicos o micotoxinas para humanos y animales.

## 9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2004. Cultivo de maíz: programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera, agosto 2004 (en línea). Guatemala. 18 p. Consultado 19 oct. 2017. Disponible en <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/12/Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz.pdf>
- Casini, C, Santajuliana, M. s.f. Control de insectos en granos almacenados (en línea, sitio web). Argentina, PRECOP/INTA. Consultado 26 oct. 2018. Disponible en <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 2016. Calidad de grano para técnicos postcosecha (en línea). México. 52 p. Consultado 20 jun. 2018. Disponible en [http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc\\_view/2022-calidad-de-grano-para-tecnicos-](http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/2022-calidad-de-grano-para-tecnicos-)
- Cordero Cevallos, M. 2014. Control alternativo de plagas en granos almacenados (en línea). El Salvador, Asociación El Bálsamo. 17 p. (Serie cuadernillos de agricultura agroecológica, Cuadernillo no. 9). Consultado 28 oct. 18. Disponible en <http://docplayer.es/10379859-Cuadernillo-no-9-plagas-en-granos-almacenado.html>.
- Cruz O, JE; Velásquez, AT; Partida, RL; Guerra L; JE; Caro, M. 2010. Uso de tierra diatomea para el control de gorgojo del maíz, gorgojo del frijol y gusano cogollero en Sinaloa, México (en línea). México, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía. p. 1-5. Consultado 6 feb. 2017. Disponible en [http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/\\_16\\_informetecnicoconsultorias/4538.pdf](http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_16_informetecnicoconsultorias/4538.pdf).

- Dell'Orto Trivelli, H. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados (en línea). Santiago, Chile, FAO. 146 p. Consultado 3 jul. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5053S/x5053s00.htm#Contents>
- Di Rienzo, JA; Macchiavelli, R; Casanoves, F. 2012. Modelos lineales mixtos: aplicaciones en InfoStat (en línea). Córdoba, Argentina, Grupo InfoStat. 104 p. Consultado 12 jun. 2018. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Fernando\\_Casanoves/publication/318768958\\_Modelos\\_lineales\\_generalizados\\_mixtos\\_aplicaciones\\_en\\_InfoStat/links/597cf833458515687b44eda1/Modelos-lineales-generalizados-mixtos-aplicaciones-en-InfoStat.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Casanoves/publication/318768958_Modelos_lineales_generalizados_mixtos_aplicaciones_en_InfoStat/links/597cf833458515687b44eda1/Modelos-lineales-generalizados-mixtos-aplicaciones-en-InfoStat.pdf)
- EcuRed. 2012. Ceniza (en línea, sitio web). Cuba. Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <https://www.ecured.cu/Ceniza>
- EcuRed. 2012. Neem (en línea, sitio web). Cuba. Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <https://www.ecured.cu/Neem>
- García Pérez, DE. 2009. Evaluación de insecticidas de cuatro grupos toxicológicos para el control de (*Sitophilus zeamais*) Motschulsky (en línea) Tesis Lic. Coahuila, México, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 67 p. Consultado 17 jul. 2017. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4297/T17073%20GARCIA%20PEREZ%2c%20DAVID%20EDUARDO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez Leonardo, LF. 1995. Evaluación preliminar del funcionamiento de la caseta de secado como alternativa para el manejo post-cosecha de maíz (*Zea mays L.*) en Zaragoza, Chimaltenango (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 67 p. Consultado 20 jul. 2017. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_1550.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1550.pdf)

- Infomed. 2003. Eucalipto (en línea, sitio web). Cuba; Red Telemática de Salud. Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <http://www.sld.cu/fitomed/eucalipto.htm>.
- INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura). 2017. Manual de plagas en granos almacenados (en línea). México. Consultado 18 sep. 2018. Disponible en <https://www.intagri.com/index.php/articulos/fitosanidad/manual-plagas-granos-almacenados>
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides (en línea). *Journal of Stored Products Research* 34(Issues2-3):87-97. Consultado 22 jul. 2017. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022474X97000398>
- López Monzon, CE; Tobar Tomás, W; Ventura Gómez, AG. 2016. Controles alternativos para el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say) en granos almacenados a partir de productos naturales y minerales para conservación de los alimentos en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango (en línea). Guatemala, USAC-DIGI-CUNOROC. 48 p. Consultado 19 ago. 2018. Disponible en <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2015-27.pdf>.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). 2013. Informe de situación del maíz blanco (en línea). Guatemala. 22 p. Consultado 18 sep. 2018. Disponible en [http://web.maga.gob.gt/download/informe\\_situacion\\_maiz\\_blanco\(2\).pdf](http://web.maga.gob.gt/download/informe_situacion_maiz_blanco(2).pdf)
- Medrano, MI. 2000. Evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* M, en granos almacenados; en el municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC-CUNORI. 48 p. Consultado 27 jul. 2017. Disponible en [http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION\\_DE\\_TRES\\_PRODUCTOS\\_ORGNICOS\\_PAR\\_EL\\_CONTROL\\_DE\\_GORGOJO\\_DEL\\_MAZ\\_Sitophilus\\_zeamais\\_M\\_EN\\_GRANOS\\_ALMA.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_DE_TRES_PRODUCTOS_ORGNICOS_PAR_EL_CONTROL_DE_GORGOJO_DEL_MAZ_Sitophilus_zeamais_M_EN_GRANOS_ALMA.pdf)

Milán, C. 2008. El eucalipto como insecticida y repelente (en línea). El Salvador, RAPAL, PAN-Fundesyam. 101 p. Consultado 10 sep. 2016. Disponible en <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1086>

Moreno M, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas (en línea). México, UNAM-Instituto de biología. 380 p. Consultado 2 jul. 2018. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=FTpGWUloo4UC&printsec=frontcover&dq=An%C3%A1lisis+f%C3%ADsico+y+biol%C3%B3gico+de+semillas+agr%C3%ADcolas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj708SWi7beAhWKRVMKHcyMCo0Q6AEIJjAA#v=onepage&q=An%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico%20y%20biol%C3%B3gico%20de%20semillas%20agr%C3%ADcolas&f=false>

Postcosecha.net. s.f.. Fosfamina, manejo de la fumigación (en línea). Suiza. 8 p. Consultado 10 sep, 2016. Disponible en: [https://www.shareweb.ch/site/Agriculture-and-Food-Security/focusareas/Documents/phm\\_postcosecha\\_phosphine\\_s.pdf](https://www.shareweb.ch/site/Agriculture-and-Food-Security/focusareas/Documents/phm_postcosecha_phosphine_s.pdf).

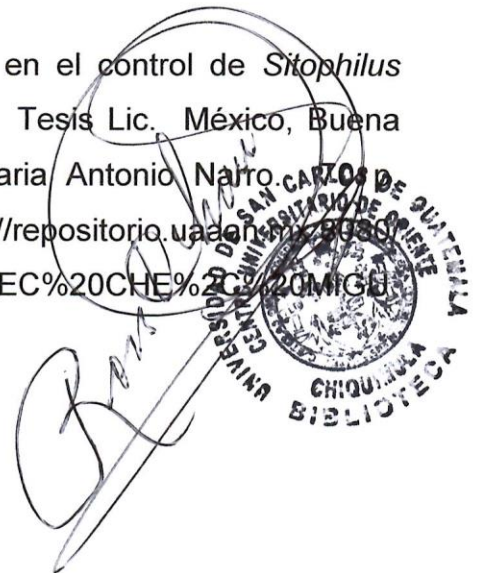
Quiel Arauz, PA. 1994. Caracterización de técnicas de manejo postcosecha y presencia de aflatoxinas en maíz almacenado en sistemas tradicionales y mejorados por pequeños agricultores en dos municipios de Honduras (en línea). Tesis Lic. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 222 p. Consultado 15 jun. 2018. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1499/1/CPA-1994-T055>

QuimiNet. 2012. Los usos y aplicaciones más comunes de la cal hidratada (en línea, sitio web). México. Consultado 20 mar. 2018. Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/los-usos-y-aplicaciones-mas-comunes-de-la-cal-hidratada-3366332.htm>

Ramírez-Navas, JS; Murcia Suarez, CL; Castro Cabrera, V. 2014. Análisis de aceptación de preferencia del Manjar Blanco del Valle (en línea). *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustria* 12 (1):20-27. Consultado 15 abr. 2018. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/263467191\\_Analisis\\_de\\_aceptacion\\_y\\_preferencia\\_del\\_Manjar\\_Blanco\\_del\\_Valle](https://www.researchgate.net/publication/263467191_Analisis_de_aceptacion_y_preferencia_del_Manjar_Blanco_del_Valle)

Restrepo, V; Sánchez, P; Arroyave, L. 2015. Prueba de Friedman (en línea, diapositivas). Colombia, UDEA. 30 diapositivas. Consultado 12 jun 2018. Disponible en [http://es.slideshare.net/Jos\\_Dav/prueba-de-friedman](http://es.slideshare.net/Jos_Dav/prueba-de-friedman)

Tzec Che, MA. 2010. Evaluación de polvos minerales en el control de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) en granos de maíz (en línea). Tesis Lic. México, Buena vista, Saltillo, Cohahiola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Consultado 28 oct. 2018. Disponible en <http://repositorio.uadon.mx/bitstream/xmlui/bitstream/handle/123456789/3764/T17978%20TZEC%20CHE%20MIGUEL%20ANGEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1.-UNA->





## **10. ANEXOS**



**Anexo 2.** Cuadros de datos de muestreo mensual para las variables porcentaje de daño y pérdida; y características físicas del grano de maíz, de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.

No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	% humedad previo almacenamie	MUESTREO PRIMER MES									
						% humedad de grano	Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	# de granos sanos (ns)	Peso granos sanos (ps)	Peso de grano recuperable (gr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T1	Cal	1	Chiquimula	16.2	14.7	263.5	10	2.3	990	261.20	1.2	6	1.00	0.55
2	T2	Ceniza	1	Chiquimula	16.2	15.1	264	5	1	995	263.00	0.5	3	0.50	0.31
3	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	16.2	15.3	263.5	8	1.5	992	262.00	1	5	0.80	0.42
4	T4	Neem	1	Chiquimula	16.2	15.9	265.5	22	5	978	260.50	3.5	15	2.20	0.89
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	16.2	16.1	266	0	0	1000	266.00	0	0	0.00	0.00
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	16.2	15.4	262.5	22	5	978	257.50	3.5	15	2.20	0.87
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	16.2	16.2	263.5	59	14	941	249.50	2	8	5.90	5.15
8	T1	cal	2	Chiquimula	16.2	15.2	284.5	11	3	989	281.50	2.5	9	1.10	0.22
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	16.2	15.5	269.5	48	12.5	952	257.00	10.5	48	4.80	0.91
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	16.2	15.6	269.5	17	4	983	265.50	3	14	1.70	0.59
11	T4	Neem	2	Chiquimula	16.2	15.6	274	12	3	988	271.00	2	7	1.20	0.47
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	16.2	16	278	1	0.25	999	277.75	0.25	1	0.10	0.01
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	16.2	14.9	279	10	2.5	990	276.50	0.3	3	1.00	0.89
14	T7	Testigo	2	Chiquimula	16.2	15.7	275	34	8.5	966	266.50	4.5	17	3.40	1.77
15	T1	Cal	3	Chiquimula	16.2	16.2	276.5	10	2.5	990	274.00	1	5	1.00	0.64
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	16.2	15.4	275.5	24	6.5	976	269.00	1	4	2.40	2.04
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	16.2	15.7	268	19	4.5	981	263.50	0.5	2	1.90	1.71
18	T4	Neem	3	Chiquimula	16.2	16	269	13	3.5	987	265.50	1.5	8	1.30	0.74
19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	16.2	14.9	264.5	5	1.5	995	263.00	1.2	4	0.50	0.05
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	16.2	15.4	270	22	5.5	978	264.50	4.5	18	2.20	0.54
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	16.2	14.9	268.5	23	6	977	262.50	4	14	2.30	0.81
22	T1	Cal	1	Pinalito	16.1	14.8	269	14	3.5	986	265.50	2	8	1.40	0.66
23	T2	Ceniza	1	Pinalito	16.1	15.4	264	25	6	975	258.00	5	20	2.50	0.61
24	T3	Eucalipto	1	Pinalito	16.1	15.6	264.5	13	3.8	987	260.70	2.5	10	1.30	0.35
25	T4	Neem	1	Pinalito	16.1	16.1	266.5	25	7	975	259.50	5	17	2.50	0.62
26	T5	Fosfuro	1	Pinalito	16.1	15.8	270.5	0	0	1000	270.50	0	0	0.00	0.00
27	T6	Diatomea	1	Pinalito	16.1	15.4	267	9	2.5	991	264.50	2	6	0.90	0.15
28	T7	Testigo	1	Pinalito	16.1	15.8	274	24	6	976	268.00	3.5	14	2.40	1.13
29	T1	cal	2	Pinalito	16.1	14.9	267.5	11	3	989	264.50	2.5	10	1.10	0.17
30	T2	Ceniza	2	Pinalito	16.1	15.7	266.5	9	2.5	991	264.00	2.25	8	0.90	0.06
31	T3	Eucalipto	2	Pinalito	16.1	15.2	263.5	7	1.5	993	248.50	1	5	0.70	0.30
32	T4	Neem	2	Pinalito	16.1	15.7	271	10	2.5	990	268.50	1	5	1.00	0.63
33	T5	Fosfuro	2	Pinalito	16.1	15.6	276.5	4	1	996	275.50	0.5	2	0.40	0.22
34	T6	Diatomea	2	Pinalito	16.1	15.6	268	12	3	988	265.00	2.5	10	1.20	0.27
35	T7	Testigo	2	Pinalito	16.1	16.2	276	15	3.5	985	272.50	2.5	9	1.50	0.60
36	T1	Cal	3	Pinalito	16.1	14.7	280.5	33	8.5	967	272.00	6	22	3.30	1.17
37	T2	Ceniza	3	Pinalito	16.1	16	274	8	2	992	272.00	1.5	5	0.80	0.25
38	T3	Eucalipto	3	Pinalito	16.1	15.7	269	15	3.5	985	265.50	2.5	10	1.50	0.57
39	T4	Neem	3	Pinalito	16.1	15.7	266.5	15	4	985	262.50	3	11	1.50	0.37
40	T5	Fosfuro	3	Pinalito	16.1	16.2	273.5	0	0	1000	273.50	0	0	0.00	0.00
41	T6	Diatomea	3	Pinalito	16.1	15.5	266	10	2.5	990	263.50	1.5	6	1.00	0.44

42	T7	Testigo	3	Pinalito	16.1	15.9	269.5	22	6	978	263.50	5.5	9	2.20	0.16
43	T1	Cal	1	Barreal	16.6	15.5	267.5	5	1	995	266.50	0.5	2	0.50	0.31
44	T2	Ceniza	1	Barreal	16.6	15.9	271	9	2	991	269.00	1.5	6	0.90	0.35
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	16.6	16.2	264	8	2	992	262.00	2	8	0.80	0.04
46	T4	Neem	1	Barreal	16.6	15.9	267.5	4	1	996	266.50		3	0.40	0.03
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	16.6	16.5	270	0	0	1000	270.00	0	0	0.00	0.00
48	T6	Diatomea	1	Barreal	16.6	16	272	3	0.8	997	271.20	0.8	3	0.30	0.01
49	T7	Testigo	1	Barreal	16.6	16.2	268.5	5	1	995	267.50	0.5	3	0.50	0.31
50	T1	cal	2	Barreal	16.6	15.2	275.5	8	2	992	273.50	1.5	6	0.80	0.26
51	T2	Ceniza	2	Barreal	16.6	15.8	266.5	6	1.5	994	265.00	1	3	0.60	0.22
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	16.6	15.7	274	7	2	993	272.00	1.5	5	0.70	0.15
53	T4	Neem	2	Barreal	16.6	16	270	2	0.5	998	269.50	0.5	2	0.20	0.01
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	16.6	16.1	272.5	0	0	1000	272.50	0	0	0.00	0.00
55	T6	Diatomea	2	Barreal	16.6	15.6	268.5	0	0	1000	268.50	0	0	0.00	0.00
56	T7	Testigo	2	Barreal	16.6	16.5	270.5	10	2	990	268.50	1.5	6	1.00	0.45
57	T1	Cal	3	Barreal	16.6	15.1	266.5	4	1	996	265.50	1	4	0.40	0.02
58	T2	Ceniza	3	Barreal	16.6	15.4	267	8	1.5	992	265.50	1	7	0.80	0.43
59	T3	Eucalito	3	Barreal	16.6	16.1	273	7	1.5	993	271.50	0.5	4	0.70	0.52
60	T4	Neem	3	Barreal	16.6	16.2	268	2	0.5	998	267.50	0.25	1	0.20	0.11
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	16.6	16.6	267.5	4	0.5	996	267.00	0.75	3	0.40	0.12
62	T6	Diatomea	3	Barreal	16.6	17.7	269.5	5	1.5	995	268.00	1.3	4	0.50	0.02
63	T7	Testigo	3	Barreal	16.6	16.2	263.5	4	1	996	262.50	0.75	3	0.40	0.12

No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	% de humedad	MUESTREO SEGUNDO MES								
						Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	# de granos sanos (ns)	Peso granos sanos (ps)	Peso de grano recuperable (pr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T1	Cal	1	Chiquimula	14.7	264	14	3.5	986	260.50	3	12	1.40	0.26
2	T2	Ceniza	1	Chiquimula	15.1	265.5	16	4	984	261.50	3.5	13	1.60	0.28
3	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	15.8	266	7	0.5	993	265.50	0.5	7	0.70	0.51
4	T4	Neem	1	Chiquimula	16	262.5	8	1.5	992	261.00	1.5	8	0.80	0.23
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	15.9	268	0	0	1000	268.00	0	0	0.00	0.00
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	15.3	267	16	4.5	984	262.50	4.25	15	1.60	0.01
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	16.7	263.5	40	9	960	254.50	8.5	38	4.00	0.79
8	T1	cal	2	Chiquimula	16.6	290	17	5.2	983	284.80	2.5	9	1.70	0.84
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	15.7	275	53	12	947	263.00	8	35	5.30	2.42
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	16.1	271	42	9	958	262.00	3	21	4.20	3.10
11	T4	Neem	2	Chiquimula	15.8	277.5	27	8	973	269.50	4.5	15	2.70	1.08
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	15.9	271	0	0	1000	271.00	0	0	0.00	0.00
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	15.3	272	8	1.5	992	270.50	0.5	2	0.80	0.62
14	T7	Testigo	2	Chiquimula	15.9	273.5	28	7	972	266.50	4.4	18	2.80	1.20
15	T1	Cal	3	Chiquimula	15	278.5	23	6	977	272.50	4.2	18	2.30	0.79
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	15.6	272	39	9.5	961	262.50	5.5	19	3.90	1.89
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	15.9	275.5	5	1	995	274.50	0.4	2	0.50	0.36
18	T4	Neem	3	Chiquimula	15.8	276	6	1.5	994	274.50	1	3	0.60	0.24

19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	15.8	280	1	0.2	999	279.80	0.2	1	0.10	0.03
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	16.2	272	27	6.5	973	265.50	4	19	2.70	1.23
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	16.1	282	9	2	991	280.00	1.5	5	0.90	0.37
22	T1	Cal	1	Pinalito	15.1	268.5	9	2	991	266.50	1.1	5	0.90	0.49
23	T1	cal	2	Pinalito	15.4	268.5	12	3	988	265.50	2.5	10	1.20	0.27
24	T1	Cal	3	Pinalito	15.5	264	29	7.5	971	256.50	6	23	2.90	0.63
25	T2	Ceniza	1	Pinalito	15.7	267.5	15	3	985	264.50	2.8	14	1.50	0.46
26	T2	Ceniza	2	Pinalito	15.8	263	9	2.5	991	260.50	2.22	8	0.90	0.06
27	T2	Ceniza	3	Pinalito	15.8	263.5	14	2.5	986	261.00	2	12	1.40	0.64
28	T3	Eucalipto	1	Pinalito	15.7	275.5	8	2	992	273.50	1.75	7	0.80	0.17
29	T3	Eucalipto	2	Pinalito	15.3	269.5	4	1	996	268.50	0.75	3	0.40	0.12
30	T3	Eucalipto	3	Pinalito	15.5	265	17	3.5	983	261.50	3	11	1.70	0.57
31	T4	Neem	1	Pinalito	15.9	266	18	4.5	982	261.50	3.5	14	1.80	0.49
32	T4	Neem	2	Pinalito	15.8	267	3	0.5	997	266.50	0.5	3	0.30	0.11
33	T4	Neem	3	Pinalito	16	267	17	4.5	983	262.50	3.5	13	1.70	0.39
34	T5	Fosfuro	1	Pinalito	15.8	267	7	1.5	993	265.50	1.5	7	0.70	0.14
35	T5	Fosfuro	2	Pinalito	15.6	268	1	0.2	999	267.80	0.2	1	0.10	0.03
36	T5	Fosfuro	3	Pinalito	16.1	268	0	0	1000	268.00	0	0	0.00	0.00
37	T6	Diatomea	1	Pinalito	15.4	267	7	1.5	993	265.50	1.5	7	0.70	0.14
38	T6	Diatomea	2	Pinalito	15.6	261	11	3	989	258.00	2	8	1.10	0.33
39	T6	Diatomea	3	Pinalito	15.6	266.5	8	1.5	992	265.00	1.4	7	0.80	0.28
40	T7	Testigo	1	Pinalito	15.8	269	14	3.5	986	265.50	2.5	11	1.40	0.47
41	T7	Testigo	2	Pinalito	16.1	268.5	12	2.5	988	266.00	2	10	1.20	0.46
42	T7	Testigo	3	Pinalito	15.8	266	8	2	992	264.00	2	8	0.80	0.05
43	T1	Cal	1	Barreal	15.7	275	7	2	993	273.00	1.75	6	0.70	0.06
44	T2	Ceniza	1	Barreal	15.9	277	10	2.5	990	274.50	1.5	7	1.00	0.46
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	16.4	272.5	6	1.25	994	271.25	1	4	0.60	0.23
46	T4	Neem	1	Barreal	16.2	278	5	1.2	995	276.80	0.8	4	0.50	0.21
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	16.4	273	3	0.6	997	272.40	0.2	1	0.30	0.23
48	T6	Diatomea	1	Barreal	15.9	270.5	9	1.5	991	269.00	0.6	5	0.90	0.68
49	T7	Testigo	1	Barreal	16.1	272.5	10	1.5	990	271.00	1.3	8	1.00	0.53
50	T1	cal	2	Barreal	15.6	279.5	9	1.8	991	277.70	1.5	7	0.90	0.36
51	T2	Ceniza	2	Barreal	15.9	271	4	1	996	270.00	1	4	0.40	0.03
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	15.7	273	7	1.5	993	271.50	1	5	0.70	0.33
53	T4	Neem	2	Barreal	16.1	280.5	5	1	995	279.50	0.8	4	0.50	0.22
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	16.5	283.5	2	0.4	998	283.10	0.4	2	0.20	0.06
55	T6	Diatomea	2	Barreal	15.9	268	8	2.5	992	265.50	2	6	0.80	0.05
56	T7	Testigo	2	Barreal	16.7	280.5	15	3.5	985	277.00	2.5	10	1.50	0.61
57	T1	Cal	3	Barreal	15.9	271	6	1.5	994	269.50	1	3	0.60	0.23
58	T2	Ceniza	3	Barreal	15.8	277	10	2.5	990	274.50	2.5	10	1.00	0.10
59	T3	Eucalipto	3	Barreal	16.1	276.5	11	2	989	274.50	1.75	10	1.10	0.47
60	T4	Neem	3	Barreal	16.2	273.5	6	1.9	994	271.60	1.6	5	0.60	0.01
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	16.8	275	1	0.25	999	274.75	0.25	1	0.10	0.01

62	T6	Diatomea	3	Barreal	16.1	273.5	2	0.3	998	273.20	0.2	1	0.20	0.13
63	T7	Testigo	3	Barreal	16.2	276	7	2.2	993	273.80	1.8	5	0.70	0.05

No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	MUESTREO TERCER MES							
					% de humedad	Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	Peso de grano recuperable (pr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T1	Cal	1	Chiquimula	14.4	258	16	3.5	2.5	10	1.60	0.63
2	T2	Ceniza	1	Chiquimula	15.4	281	39	9	6	26	3.90	1.78
3	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	15.5	253.5	11	2.5	0.8	3	1.10	0.78
4	T4	Neem	1	Chiquimula	16.1	285	16	4	0.4	2	1.60	1.46
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	15.5	274	1	0.2	0	0	0.10	0.10
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	16.2	268	45	10.7	8.5	34	4.50	1.35
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	16.6	254	8	1.65	1.4	6	0.80	0.25
8	T1	cal	2	Chiquimula	15.4	296	14	3	1	5	1.40	1.06
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	16.7	285	23	5.15	3.6	16	2.30	1.04
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	16.3	264	16	4	3	13	1.60	0.46
11	T4	Neem	2	Chiquimula	15.9	274	23	7	4.5	15	2.30	0.65
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	15.6	263	1	0.2	0.1	1	0.10	0.06
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	16.8	289	29	5.5	3.5	21	2.90	1.70
14	T7	Testigo	2	Chiquimula	16.4	273	11	2.2	1.65	7	1.10	0.50
15	T1	Cal	3	Chiquimula	15.1	278.5	9	2.5	1.5	4	0.90	0.36
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	16.7	275.5	23	4.76	3.2	17	2.30	1.15
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	15.7	281	26	6.5	5	19	2.60	0.83
18	T4	Neem	3	Chiquimula	15.2	277.5	10	2.5	1.5	6	1.00	0.46
19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	15.4	272	0	0	0	0	0.00	0.00
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	15.9	280	30	7	4	12	3.00	1.58
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	15.8	276.5	5	1	0.6	3	0.50	0.28
22	T1	Cal	1	Pinalito	15	285	10	2.5	1.5	6	1.00	0.47
23	T2	Ceniza	1	Pinalito	16	280	78	17	12.5	58	7.80	3.42
24	T3	Eucalipto	1	Pinalito	15.6	284	19	5	2	7	1.90	1.20
25	T4	Neem	1	Pinalito	16.2	270	33	8	5	20	3.30	1.45
26	T5	Fosfuro	1	Pinalito	15.7	275	0	0	0	0	0.00	0.00
27	T6	Diatomea	1	Pinalito	15.4	280	11	3.2	3	10	1.10	0.03
28	T7	Testigo	1	Pinalito	16.7	283	59	15.5	11.5	45	5.90	1.85
29	T1	cal	2	Pinalito	15.1	280	21	5	3.5	13	2.10	0.85
30	T2	Ceniza	2	Pinalito	16	279	35	8	5.5	22	3.50	1.54
31	T3	Eucalipto	2	Pinalito	15.5	279.5	19	3.5	3	13	1.90	0.83
32	T4	Neem	2	Pinalito	15.9	268.5	4	1.3	1	3	0.40	0.03

33	T5	Fosfuro	2	Pinalito	15.9	268.5	0	0	0	0	0.00	0.00
34	T6	Diatomea	2	Pinalito	15.7	270	14	4	3.6	13	1.40	0.07
35	T7	Testigo	2	Pinalito	16	268	31	8	6.5	25	3.10	0.68
36	T1	Cal	3	Pinalito	15.9	279.5	46	12.5	3.5	14	4.60	3.35
37	T2	Ceniza	3	Pinalito	15.6	270	15	4	3.5	12	1.50	0.20
38	T3	Eucalipto	3	Pinalito	15.8	275	15	3.5	2	9	1.50	0.77
39	T4	Neem	3	Pinalito	16	270	20	4	2.5	11	2.00	1.08
40	T5	Fosfuro	3	Pinalito	16.1	276	0	0	0	0	0.00	0.00
41	T6	Diatomea	3	Pinalito	15.7	268	9	1.5	0.5	3	0.90	0.71
42	T7	Testigo	3	Pinalito	16.2	270	11	3	2.5	9	1.10	0.17
43	T1	Cal	1	Barreal	16.4	280	9	2.5	0.25	1	0.90	0.81
44	T2	Ceniza	1	Barreal	16.3	281	8	2	1.5	5	0.80	0.27
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	15.6	268	11	2.5	2	9	1.10	0.35
46	T4	Neem	1	Barreal	15.6	270	2	0.5	0.5	2	0.20	0.01
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	14.8	280	0	0	0	0	0.00	0.00
48	T6	Diatomea	1	Barreal	15.2	270	11	3	2.5	10	1.10	0.17
49	T7	Testigo	1	Barreal	16.1	273	18	4.5	3	10	1.80	0.70
50	T1	cal	2	Barreal	16	266	6	1	1	5	0.60	0.22
51	T2	Ceniza	2	Barreal	14.9	280	5	1.5	1.25	4	0.50	0.05
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	14.5	278	13	2.5	2	9	1.30	0.58
53	T4	Neem	2	Barreal	15.2	275	10	2	1.5	7	1.00	0.46
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	15.6	270	0	0	0	0	0.00	0.00
55	T6	Diatomea	2	Barreal	15.7	282	6	1.5	1.5	6	0.60	0.07
56	T7	Testigo	2	Barreal	16.5	272	7	1.5	1	4	0.70	0.33
57	T1	Cal	3	Barreal	15	279	15	4	3	10	1.50	0.43
58	T2	Ceniza	3	Barreal	15.1	275.5	11	2	1.5	9	1.10	0.56
59	T3	Eucalipto	3	Barreal	15.8	280	10	1.5	1	4	1.00	0.64
60	T4	Neem	3	Barreal	15.6	272	4	0.8	0.8	4	0.40	0.11
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	14.9	270	0	0	0	0	0.00	0.00
62	T6	Diatomea	3	Barreal	16	270	6	1.5	1.2	5	0.60	0.16
63	T7	Testigo	3	Barreal	15	271.5	14	3	2.5	11	1.40	0.48

MUESTREO CUATRO MES												
No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	% de humedad	Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	Peso de grano recuperable (pr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	15.4	279	18	4	2.5	11	1.80	0.91
2	T1	Cal	1	Chiquimula	14.8	278	15	5	4	10	1.50	0.06
3	T2	Ceniza	1	Chiquimula	16.8	280.5	18	4.6	4	16	1.80	0.38
4	T4	Neem	1	Chiquimula	16	275	24	6.5	4.5	16	2.40	0.76
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	15.2	277	7	1.5	1.4	6	0.70	0.20
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	17.2	278	29	7.35	5.2	19	2.90	1.03
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	17.1	274	18	3.6	4	12	1.80	0.35
8	T1	cal	2	Chiquimula	14.9	282	21	4.7	2	12	2.10	1.39
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	18.3	279	24	5.6	4.5	18	2.40	0.79
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	16.7	285.5	25	6	4	18	2.50	1.10
11	T4	Neem	2	Chiquimula	16.4	281	27	6.9	6	21	2.70	0.57
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	16.2	279	14	3	2	9	1.40	0.69
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	18.2	276.5	43	9.46	5.94	23	4.30	2.17
14	T7	Testigo	2	Chiquimula	17.1	281.5	25	5.2	4.2	14	2.50	1.02
15	T1	Cal	3	Chiquimula	15.2	283	16	4	1.5	5	1.60	1.07
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	17.2	281.5	12	3.1	2.5	9	1.20	0.31
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	16	274	30	70	4	16	3.00	1.10
18	T4	Neem	3	Chiquimula	15.3	281.5	16	2	1.5	12	1.60	1.07
19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	15.5	281.5	4	1	0.5	2	0.40	0.22
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	16.3	283.5	30	7.5	5	19	3.00	1.24
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	16	279.5	12	2.5	2	7	1.20	0.49
22	T1	Cal	1	Pinalito	15.4	278	21	5.5	2.5	9	2.10	1.20
23	T2	Ceniza	1	Pinalito	17.1	279	135	33	23	95	13.50	5.41
24	T3	Eucalipto	1	Pinalito	16	286	20	5.5	4	15	2.00	0.60
25	T4	Neem	1	Pinalito	16.5	278.5	29	7	3.5	15	2.90	1.65
26	T5	Fosfuro	1	Pinalito	16.1	282	4	1	0.25	1	0.40	0.31
27	T6	Diatomea	1	Pinalito	15.3	285	9	2.5	1.3	4	0.90	0.44
28	T7	Testigo	1	Pinalito	16.1	285	94	20.5	11.5	49	9.40	5.46
29	T1	cal	2	Pinalito	15.3	279.5	20	5	1	5	2.00	1.64
30	T2	Ceniza	2	Pinalito	15.9	282	48	12	7	26	4.80	2.33
31	T3	Eucalipto	2	Pinalito	15.3	278	12	3.5	2	7	1.20	0.48
32	T4	Neem	2	Pinalito	15.8	284.5	8	2	1.4	5	0.80	0.31
33	T5	Fosfuro	2	Pinalito	15.6	275.5	2	0.65	0.3	1	0.20	0.09
34	T6	Diatomea	2	Pinalito	15.6	246	15	3	2	8	1.50	0.69
35	T7	Testigo	2	Pinalito	16.8	280	48	11.5	7	28	4.80	2.32
36	T1	Cal	3	Pinalito	15.6	280	35	9.5	3.5	13	3.50	2.25
37	T2	Ceniza	3	Pinalito	15.8	282	13	4	1.5	5	1.30	0.77
38	T3	Eucalipto	3	Pinalito	16	275	13	3	1.5	7	1.30	0.76



39	T4	Neem	3	Pinalito	16.5	282	25	5	3	14	2.50	1.44
40	T5	Fosfuro	3	Pinalito	16.2	278	0	0	0	0	0.00	0.00
41	T6	Diatomea	3	Pinalito	15.6	287	9	2	0.4	2	0.90	0.76
42	T7	Testigo	3	Pinalito	16.1	285	9	2.5	0.35	2	0.90	0.78
43	T1	Cal	1	Barreal	16.1	281	16	4.5	3	10	1.60	0.53
44	T2	Ceniza	1	Barreal	15.8	283	12	3	2	7	1.20	0.49
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	16.1	283.5	14	3.5	3	12	1.40	0.34
46	T4	Neem	1	Barreal	16	282.5	2	0.5	0.5	2	0.20	0.02
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	16	274.5	15	3.5	2.5	12	1.50	0.59
48	T6	Diatomea	1	Barreal	15.9	284	1	0.25	0.25	1	0.10	0.01
49	T7	Testigo	1	Barreal	16.1	277	15	3.5	3	11	1.50	0.42
50	T1	cal	2	Barreal	15.9	274.5	8	2	2	8	0.80	0.07
51	T2	Ceniza	2	Barreal	16	284.5	10	2.5	1.5	5	1.00	0.47
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	15.9	285	4	1	0.5	2	0.40	0.22
53	T4	Neem	2	Barreal	16.1	281.5	8	2	1	5	0.80	0.45
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	16	282	1	0.33	0	0	0.10	0.10
55	T6	Diatomea	2	Barreal	15.5	279.5	6	1.5	1.5	6	0.60	0.06
56	T7	Testigo	2	Barreal	16.4	277.5	4	1.1	1.1	4	0.40	0.00
57	T1	Cal	3	Barreal	15.8	272	7	2	1.5	4	0.70	0.15
58	T2	Ceniza	3	Barreal	15.7	277	14	3	2.1	10	1.40	0.64
59	T3	Eucalipto	3	Barreal	16	279	11	2.3	0.5	5	1.10	0.92
60	T4	Neem	3	Barreal	16.1	274	6	1.5	0.5	2	0.60	0.42
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	16.2	279	0	0	0	0	0.00	0.00
62	T6	Diatomea	3	Barreal	15.9	277	1	0.25	0.25	1	0.10	0.01
63	T7	Testigo	3	Barreal	16.1	278	6	1.5	1	4	0.60	0.24

No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	MUESTREO QUINTO MES									
					% de humedad	Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	# de granos sanos (ns)	Peso granos sanos (ps)	Peso de grano recuperable (pr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T1	Cal	1	Chiquimula	15.2	279	16	4	984	275.00	2.5	10	1.60	0.71
2	T2	Ceniza	1	Chiquimula	19.9	283	125	30.5	875	252.50	10.5	45	12.50	8.86
3	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	16	280	22	4	978	276.00	3.5	18	2.20	0.96
4	T4	Neem	1	Chiquimula	16.9	282	35	8	965	274.00	6.5	29	3.50	1.21
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	15.4	279	25	6.5	975	272.50	4.5	18	2.50	0.89
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	19.9	277	41	10.5	959	266.50	9	35	4.10	0.86
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	18.5	274	148	34.5	852	239.50	21.5	93	14.80	7.15
8	T1	Cal	2	Chiquimula	15.1	280.5	11	2.5	989	278.00	2	9	1.10	0.39
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	20.4	279	78	19.5	922	259.50	12.5	53	7.80	3.36
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	17.9	274	12	3	988	271.00	1.7	7	1.20	0.58
11	T4	Neem	2	Chiquimula	17.6	280	143	32.5	857	247.50	28	121	14.30	4.60
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	16.3	280.5	36	9	964	271.50	8	30	3.60	0.76
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	19.3	281.5	38	9	962	272.50	8	36	3.80	0.98

14	T7	Testigo	2	Chiquimula	17.5	282	101	20.5	899	261.50	18.5	91	10.10	3.74
15	T1	Cal	3	Chiquimula	15.6	278	17	4.5	983	273.50	2.5	9	1.70	0.80
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	19.7	277.5	24	5.5	976	272.00	4.5	19	2.40	0.79
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	16.1	278	56	13	944	265.00	12	50	5.60	1.33
18	T4	Neem	3	Chiquimula	16	282.5	41	10	959	272.50	7.5	32	4.10	1.46
19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	15.8	276	15	3	985	273.00	2.5	13	1.50	0.60
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	16.7	280	44	11.5	956	268.50	10	37	4.40	0.84
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	16.1	283.5	6	2	994	281.50	1	3	0.60	0.25
22	T1	Cal	1	Pinalito	15.1	283	6	2	994	281.00	0.5	2	0.60	0.42
23	T2	Ceniza	1	Pinalito	17.4	281.5	137	34	863	247.50	20	90	13.70	6.73
24	T3	Eucalipto	1	Pinalito	16.6	280	101	23.5	899	256.50	21	91	10.10	2.74
25	T4	Neem	1	Pinalito	16.7	279	39	10.5	961	268.50	7	27	3.90	1.39
26	T5	Fosfuro	1	Pinalito	15.3	280	0	0	1000	280.00	0	0	0.00	0.00
27	T6	Diatomea	1	Pinalito	15	285	12	3.5	988	281.50	2	6	1.20	0.50
28	T7	Testigo	1	Pinalito	16.4	279	41	10.5	959	268.50	8	34	4.10	1.24
29	T1	cal	2	Pinalito	15.2	283	14	4	986	279.00	1.5	6	1.40	0.87
30	T2	Ceniza	2	Pinalito	15.7	278	65	16	935	262.00	11.5	47	6.50	2.40
31	T3	Eucalipto	2	Pinalito	15.5	277	7	1.5	993	275.50	0.5	3	0.70	0.52
32	T4	Neem	2	Pinalito	15.5	282.5	3	0.6	997	281.90	0.2	1	0.30	0.23
33	T5	Fosfuro	2	Pinalito	15.2	28.5	1	0.2	999	28.30	0	0	0.10	0.10
34	T6	Diatomea	2	Pinalito	15.6	278	20	5.5	980	272.50	4	14	2.00	0.56
35	T7	Testigo	2	Pinalito	16.5	282	58	14.5	942	267.50	7.5	24	5.80	3.16
36	T1	Cal	3	Pinalito	15.3	279.5	32	8.5	968	271.00	3.5	12	3.20	1.95
37	T2	Ceniza	3	Pinalito	15.5	284	20	5	980	279.00	2.5	10	2.00	1.12
38	T3	Eucalipto	3	Pinalito	15.7	277	27	7	973	270.00	3.5	13	2.70	1.44
39	T4	Neem	3	Pinalito	16.2	278	36	7.5	964	270.50	6	24	3.60	1.46
40	T5	Fosfuro	3	Pinalito	15.6	279	0	0	1000	279.00	0	0	0.00	0.00
41	T6	Diatomea	3	Pinalito	15.2	282	19	4	981	278.00	3.5	14	1.90	0.66
42	T7	Testigo	3	Pinalito	16.4	283.5	17	3.5	983	280.00	1.6	7	1.70	1.14
43	T1	Cal	1	Barreal	15.8	278.5	17	4.5	983	274.00	1	5	1.70	1.34
44	T2	Ceniza	1	Barreal	15.9	285	12	3.5	988	281.50	1	4	1.20	0.85
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	15.9	279	13	3.5	987	275.50	3.25	12	1.30	0.14
46	T4	Neem	1	Barreal	15.8	280.5	4	1	996	279.50	1	4	0.40	0.04
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	16.1	282	0	0	1000	282.00	0	0	0.00	0.00
48	T6	Diatomea	1	Barreal	15.8	281	32	7.5	968	273.50	7.25	31	3.20	0.63
49	T7	Testigo	1	Barreal	16	277.5	19	4	981	273.50	3.8	18	1.90	0.54
50	T1	cal	2	Barreal	15.6	276	5	1.25	995	274.75	1	4	0.50	0.14
51	T2	Ceniza	2	Barreal	15.9	281	7	2	993	279.00	0.5	2	0.70	0.52
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	16.1	274	4	1	996	273.00	1	4	0.40	0.04
53	T4	Neem	2	Barreal	16.2	281	3	0.6	997	280.40	0.6	3	0.30	0.09
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	16.2	277.5	1	0.2	999	277.30	0	0	0.10	0.10
55	T6	Diatomea	2	Barreal	16	281	3	0.6	997	280.40	0.6	3	0.30	0.09
56	T7	Testigo	2	Barreal	16	282	5	1.5	995	280.50	1	3	0.50	0.15

57	T1	Cal	3	Barreal	15.6	277	7	1.7	993	275.30	1.5	6	0.70	0.16
58	T2	Ceniza	3	Barreal	15.7	283	21	4	979	279.00	3	16	2.10	1.05
59	T3	Eucalipto	3	Barreal	15.7	280.5	9	2	991	278.50	1.5	6	0.90	0.37
60	T4	Neem	3	Barreal	16.2	287	6	1.5	994	285.50	1.2	5	0.60	0.18
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	16.4	284	0	0	1000	284.00	0	0	0.00	0.00
62	T6	Diatomea	3	Barreal	15.6	282	0	0	1000	282.00	0	0	0.00	0.00
63	T7	Testigo	3	Barreal	16.2	278	3	0.8	997	277.20	0.4	2	0.30	0.16

No.	Tratamiento	Nombre Tratamiento	Bloque	Localidad	MUESTREO SEXTO MES									
					% de humedad	Peso 1000 granos	# de granos dañados (nd)	Peso grano dañado	# de granos sanos (ns)	Peso granos sanos (ps)	Peso de grano recuperable (pr)	# de granos recuperables	% de daño	% de pérdida
1	T1	Cal	1	Chiquimula	14.9	276	18	4	982	272.00	2.5	11	1.80	0.90
2	T2	Ceniza	1	Chiquimula	25.9	276	131	31.5	869	244.50	29.5	125	13.10	2.62
3	T3	Eucalipto	1	Chiquimula	15.9	274	15	2.5	985	271.50	1.5	10	1.50	0.96
4	T4	Neem	1	Chiquimula	17.2	277	53	11.5	947	265.50	9	43	5.30	2.09
5	T5	Fosfuro	1	Chiquimula	16.1	275	42	10	958	265.00	7.3	32	4.20	1.56
6	T6	Diatomea	1	Chiquimula	22.7	272	55	12.5	945	259.50	10	31	5.50	1.86
7	T7	Testigo	1	Chiquimula	19.4	277	225	44	775	233.00	43	222	22.50	8.20
8	T1	Cal	2	Chiquimula	15.9	278	5	1.25	995	276.75	1	4	0.50	0.14
9	T2	Ceniza	2	Chiquimula	20.5	274	73	18.7	927	255.30	16.5	65	7.30	1.31
10	T3	Eucalipto	2	Chiquimula	17.8	278	214	46	786	232.00	43	200	21.40	6.83
11	T4	Neem	2	Chiquimula	18.8	273	80	17.5	920	255.50	14.5	66	8.00	2.78
12	T5	Fosfuro	2	Chiquimula	16.3	275	45	9.5	955	265.50	9	43	4.50	1.26
13	T6	Diatomea	2	Chiquimula	19.9	273	45	10.5	955	262.50	8	36	4.50	1.59
14	T7	Testigo	2	Chiquimula	17.9	275	65	12.5	935	262.50	11	57	6.50	2.58
15	T1	Cal	3	Chiquimula	15.2	276	20	45	980	231.00	3	13	2.00	0.73
16	T2	Ceniza	3	Chiquimula	18.2	276	35	7	965	269.00	6.75	34	3.50	1.08
17	T3	Eucalipto	3	Chiquimula	16.8	278	49	9.5	951	268.50	9	46	4.90	1.71
18	T4	Neem	3	Chiquimula	16.8	273	87	17.5	913	255.50	16.75	84	8.70	2.71
19	T5	Fosfuro	3	Chiquimula	16.1	276.5	28	5.5	972	271.00	4.5	23	2.80	1.19
20	T6	Diatomea	3	Chiquimula	16.8	271	87	20.5	913	250.50	19	76	8.70	1.78
21	T7	Testigo	3	Chiquimula	16.2	280	10	2	990	278.00	1.5	8	1.00	0.47
22	T1	Cal	1	Pinalito	15.6	277.5	13	3	987	274.50	1.5	6	1.30	0.76
23	T2	Ceniza	1	Pinalito	19.4	274	423	97	577	177.00	94	404	42.30	11.66
x	T3	Eucalipto	1	Pinalito	17.2	277	239	53.5	761	223.50	51.5	228	23.90	6.36
25	T4	Neem	1	Pinalito	17.3	274	68	17	932	257.00	16	64	6.80	1.00
26	T5	Fosfuro	1	Pinalito	15.7	275	1	0.25	999	274.75	0.25	1	0.10	0.01
27	T6	Diatomea	1	Pinalito	16	275	69	16	931	259.00	15.5	66	6.90	1.33
28	T7	Testigo	1	Pinalito	17.3	277	88	21.5	912	255.50	19.5	79	8.80	1.84
29	T1	Cal	2	Pinalito	15.5	276	18	5.5	982	270.50	3.5	11	1.80	0.53
30	T2	Ceniza	2	Pinalito	17.3	273	171	41	829	232.00	39	160	17.10	3.16

31	T3	Eucalipto	2	Pinalito	15.7	276	37	7	963	269.00	5	24	3.70	1.91
32	T4	Neem	2	Pinalito	16.3	275	9	2	991	273.00	1.5	6	0.90	0.36
33	T5	Fosfuro	2	Pinalito	15.6	273	0	0	1000	273.00	0	0	0.00	0.00
34	T6	Diatomea	2	Pinalito	15.5	271	26	6.5	974	264.50	5.5	21	2.60	0.57
35	T7	Testigo	2	Pinalito	17.1	273.5	124	29	876	244.50	26.5	111	12.40	2.91
36	T1	Cal	3	Pinalito	15.7	176.5	22	5.5	978	171.00	3.5	15	2.20	0.20
37	T2	Ceniza	3	Pinalito	16.1	275.5	10	2	990	273.50	1.5	8	1.00	0.46
38	T3	Eucalipto	3	Pinalito	16.2	271	38	8.5	962	262.50	7.5	32	3.80	1.05
39	T4	Neem	3	Pinalito	16.2	279	43	10	957	269.00	8	34	4.30	1.45
40	T5	Fosfuro	3	Pinalito	15.9	277.5	0	0	1000	277.50	0	0	0.00	0.00
41	T6	Diatomea	3	Pinalito	16	276	20	4	980	272.00	3.75	19	2.00	0.65
42	T7	Testigo	3	Pinalito	17	273.5	11	3	989	270.50	2.5	8	1.10	0.19
43	T1	Cal	1	Barreal	15.4	272	19	4.5	981	267.50	0.5	2	1.90	1.72
44	T2	Ceniza	1	Barreal	15.2	282	23	6	977	276.00	4	15	2.30	0.88
45	T3	Eucalipto	1	Barreal	15.7	277	18	3	982	274.00	2.5	15	1.80	0.90
46	T4	Neem	1	Barreal	16.1	274	5	1.25	995	272.75	1	4	0.50	0.14
47	T5	Fosfuro	1	Barreal	16	281	0	0	1000	281.00	0	0	0.00	0.00
48	T6	Diatomea	1	Barreal	15.7	270	22	5	978	265.00	3.5	17	2.20	0.91
49	T7	Testigo	1	Barreal	16	278	29	6	971	272.00	4.5	20	2.90	1.29
50	T1	cal	2	Barreal	15.9	273	9	2	991	271.00	1.25	6	0.90	0.44
51	T2	Ceniza	2	Barreal	15.5	277	14	3.5	986	273.50	2.5	10	1.40	0.50
52	T3	Eucalipto	2	Barreal	15.9	276	10	2	990	274.00	1	5	1.00	0.64
53	T4	Neem	2	Barreal	16.2	272	4	1	996	271.00	0.75	3	0.40	0.12
54	T5	Fosfuro	2	Barreal	15.9	277	0	0	1000	277.00	0	0	0.00	0.00
55	T6	Diatomea	2	Barreal	15.7	276.5	4	1	996	275.50	0.75	3	0.40	0.13
56	T7	Testigo	2	Barreal	16.1	275	19	5	981	270.00	3.5	13	1.90	0.63
57	T1	Cal	3	Barreal	15.1	275.5	14	3	986	272.50	2.5	11	1.40	0.50
58	T2	Ceniza	3	Barreal	16.2	277	27	6.5	973	270.50	5	21	2.70	0.90
59	T3	Eucalipto	3	Barreal	15.7	276	6	1.5	994	274.50	1	4	0.60	0.24
60	T4	Neem	3	Barreal	16.3	275	11	3	989	272.00	2.25	8	1.10	0.28
61	T5	Fosfuro	3	Barreal	16.3	273	0	0	1000	273.00	0	0	0.00	0.00
62	T6	Diatomea	3	Barreal	16.1	277	2	0.5	998	276.50	0.5	2	0.20	0.02
63	T7	Testigo	3	Barreal	15.9	276	14	3	986	273.00	2.5	11	1.40	0.50

**Anexo 3.** Herramientas gráficas para el diagnóstico de los supuestos para el modelo heterocedástico obtenido para los datos para la variable porcentaje de daño de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.

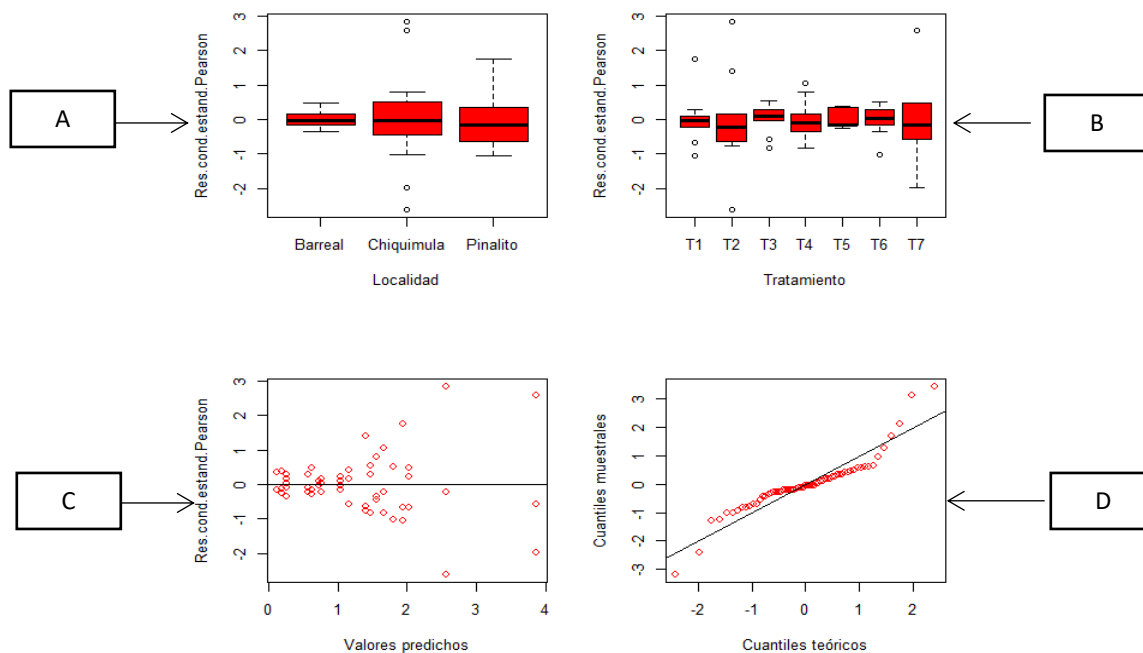
**Descripción:**

Los gráficos A y B corresponden a la dispersión de datos para los tratamientos y las localidades en los 6 muestreos.

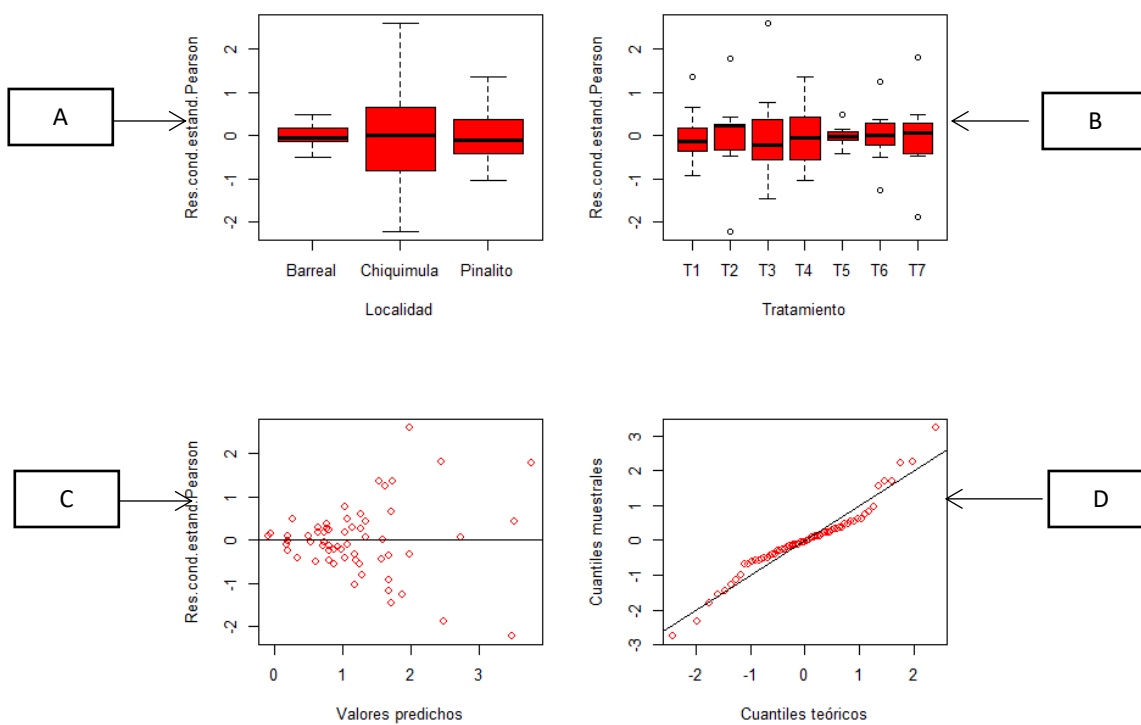
El gráfico C corresponde a la presencia de variables residuales y valores predichos para los datos de homogeneidad de varianzas para verificar la transformación de datos en los 6 muestreos.

El gráfico D corresponde a la comprobación de datos de normalidad en los 6 muestreos.

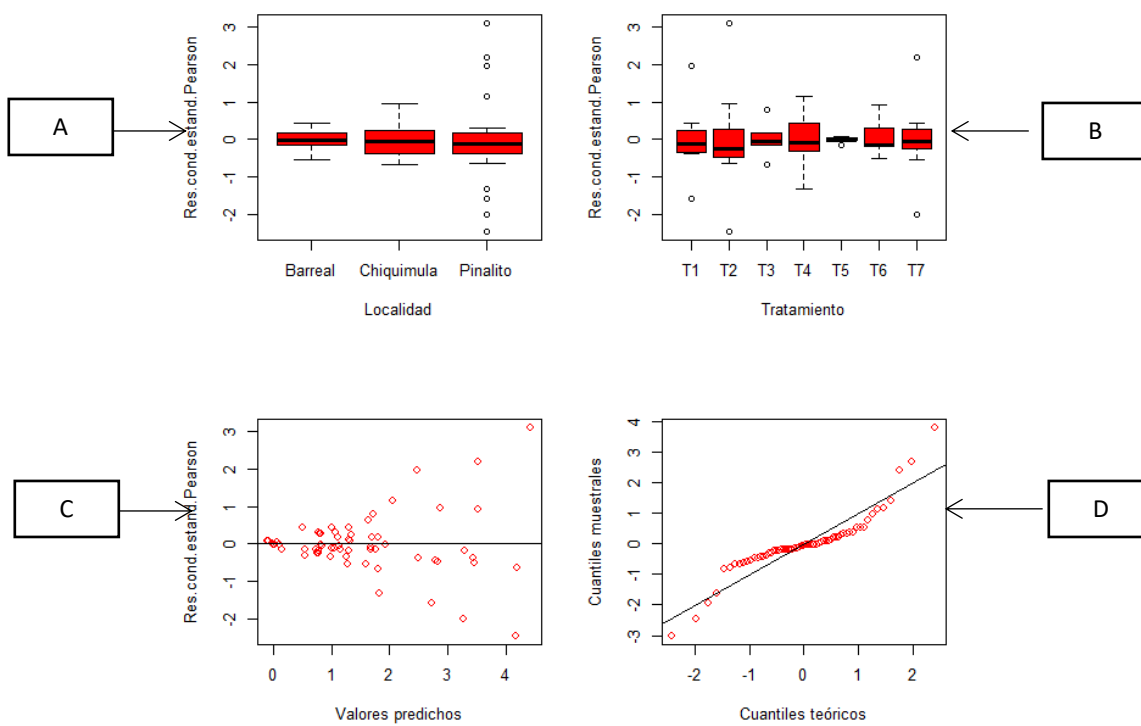
**Supuestos estadísticos Muestreo 1**



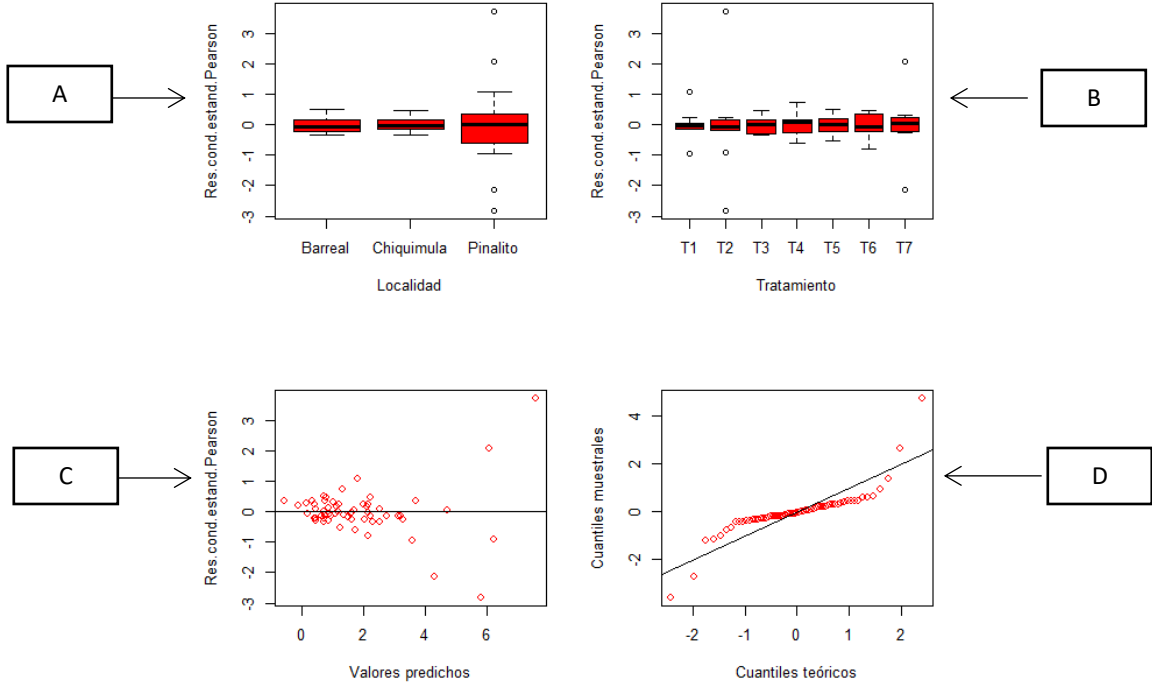
## Supuestos estadísticos Muestreo 2



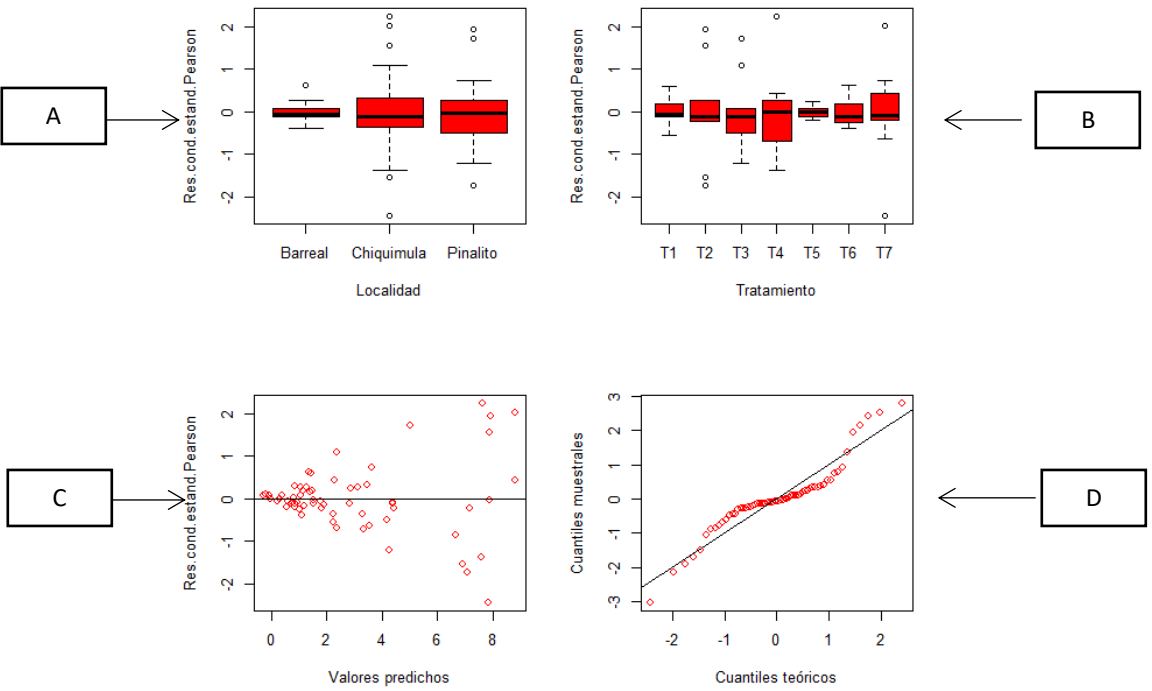
## Supuestos estadísticos Muestreo 3



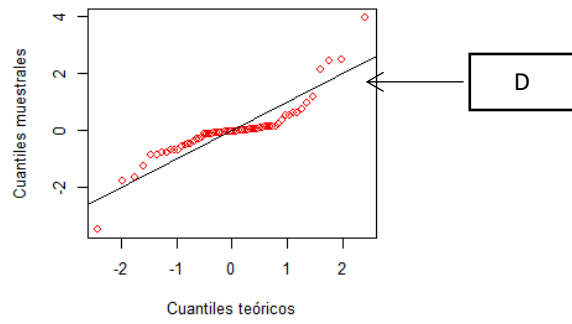
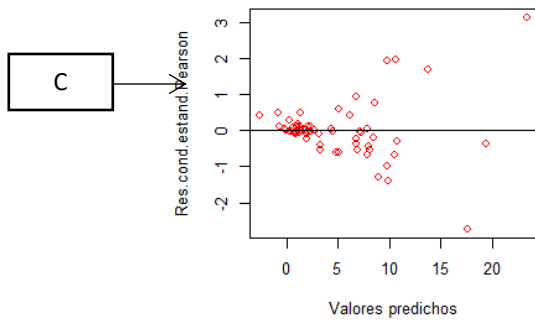
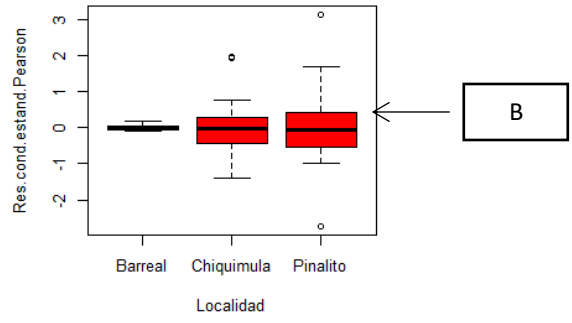
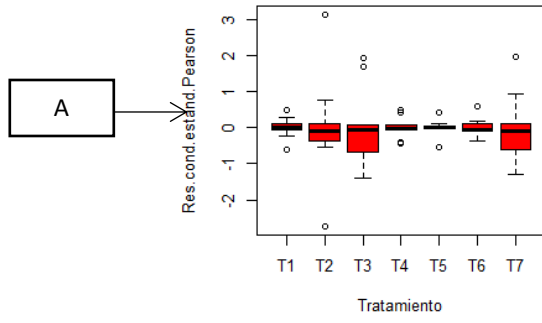
### Supuestos estadísticos Muestreo 4



### Supuestos estadísticos Muestreo 5



### Supuestos estadísticos Muestreo 6





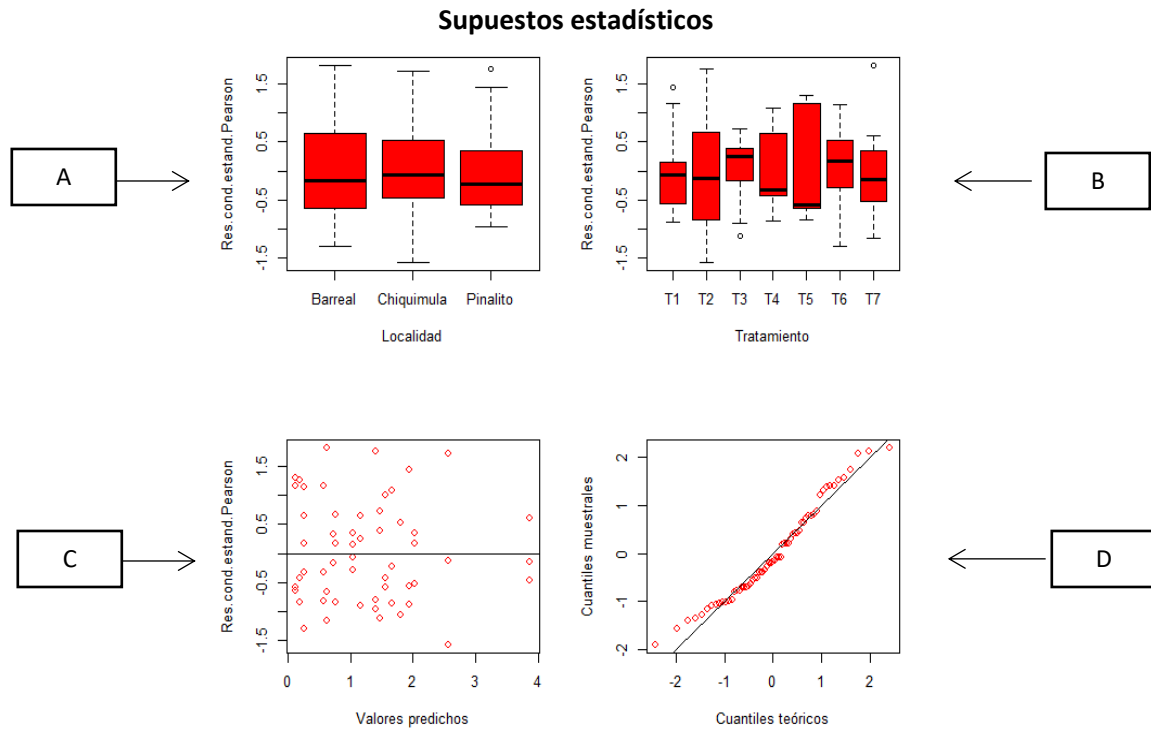
**Anexo 4.** Herramientas gráficas para el diagnóstico de los supuestos para el modelo homocedástico obtenido para los datos para la variable porcentaje de daño de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.

**Descripción:**

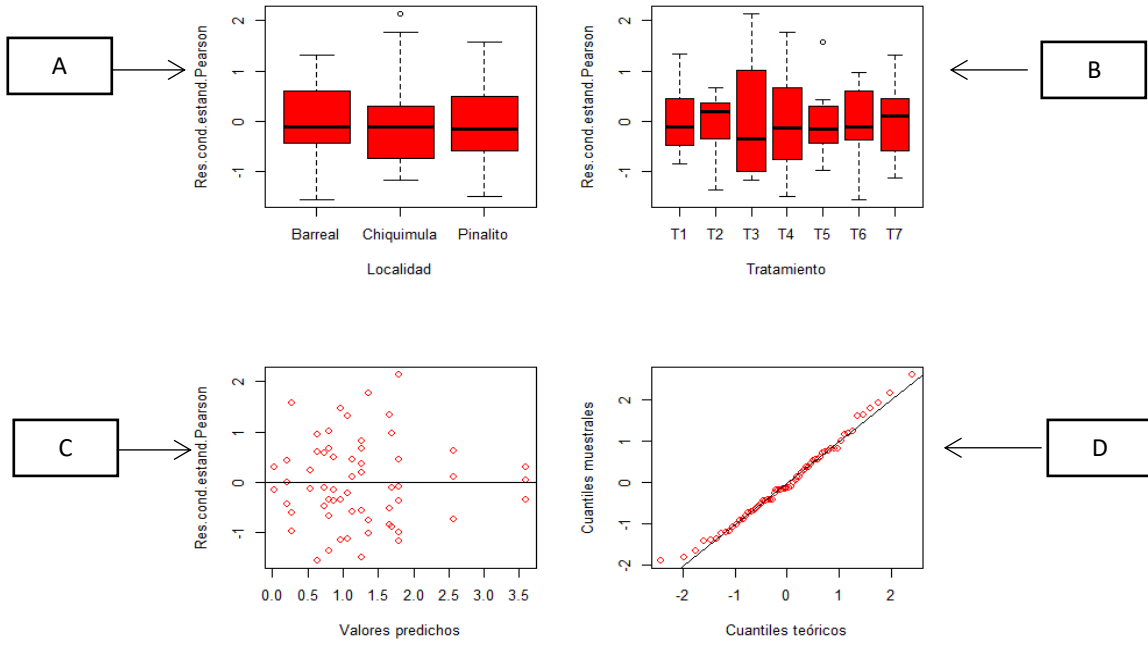
Los gráficos A y B corresponden a la dispersión de datos para los tratamientos y las localidades en los 6 muestreos.

El gráfico C corresponde a la presencia de variables residuales y valores predichos para los datos de homogeneidad de varianzas para verificar la transformación de datos en los 6 muestreos.

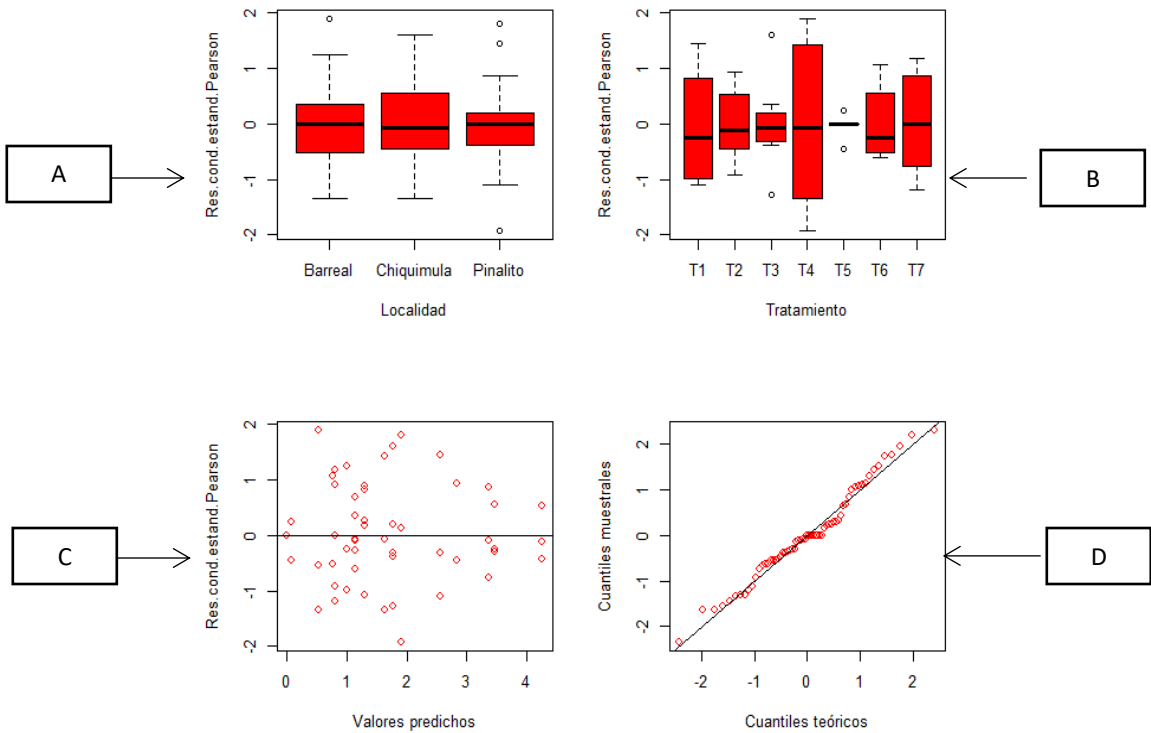
El gráfico D corresponde a la comprobación de datos de normalidad en los 6 muestreos.



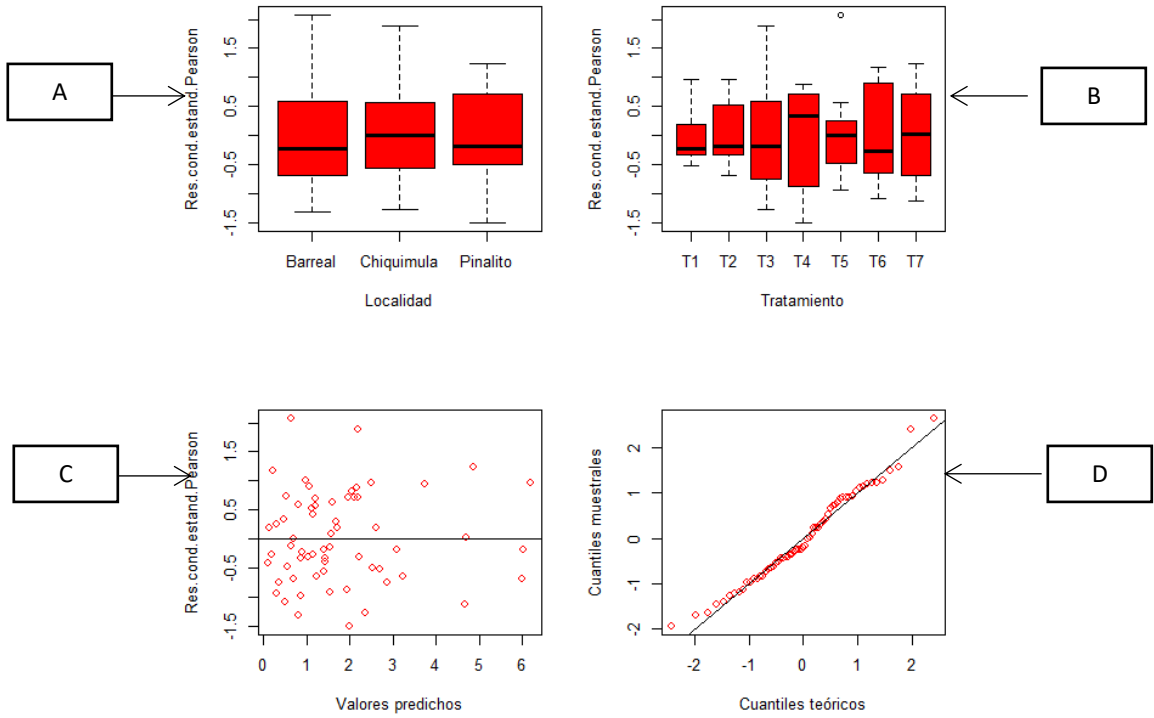
### Supuestos estadísticos Muestreo 2



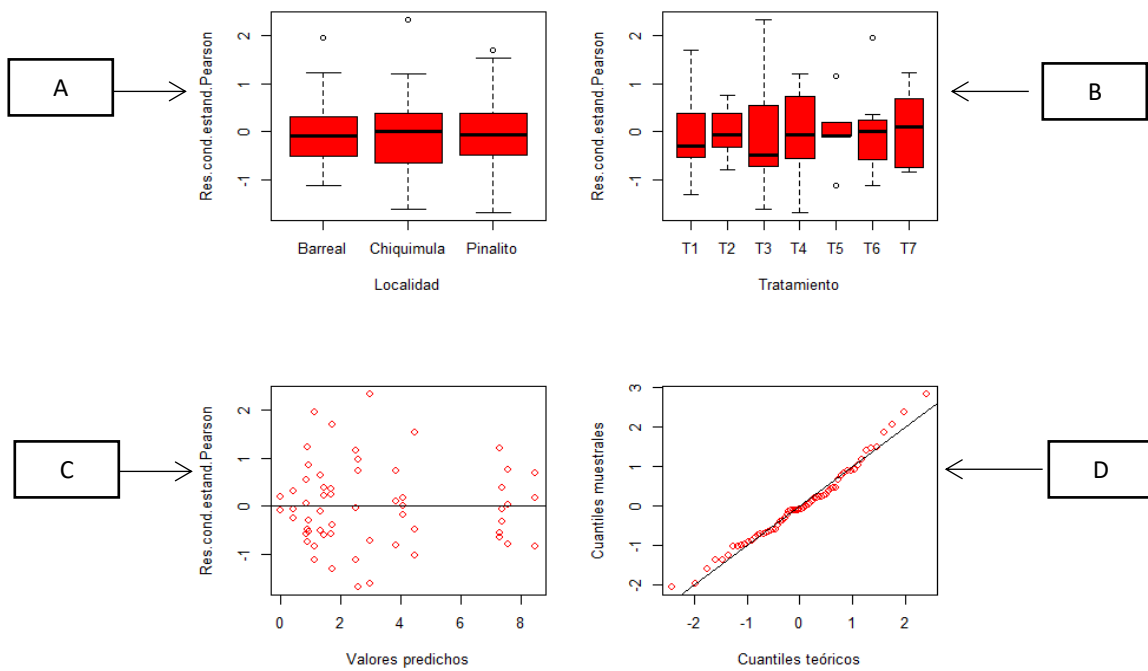
### Supuestos estadísticos Muestreo 3



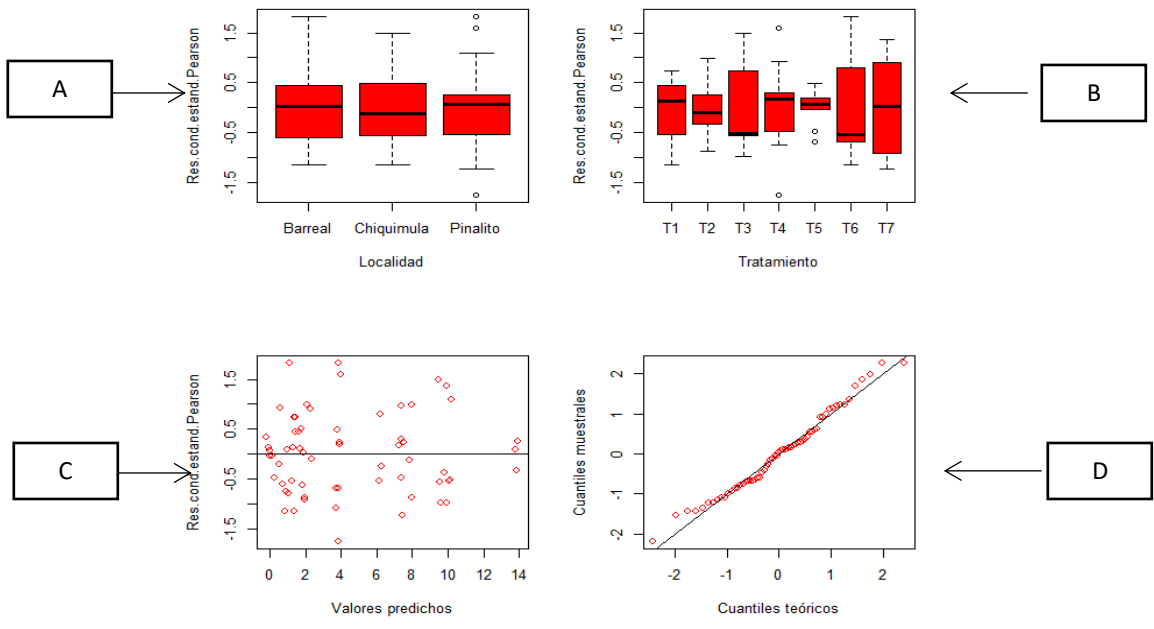
### Supuestos estadísticos Muestreo 4



### Supuestos estadísticos Muestreo 5



### Supuestos estadísticos Muestreo 6



**Anexo 5.** Herramientas gráficas para el diagnóstico de los supuestos para el modelo heterocedástico obtenido para los datos de porcentaje de pérdida de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.

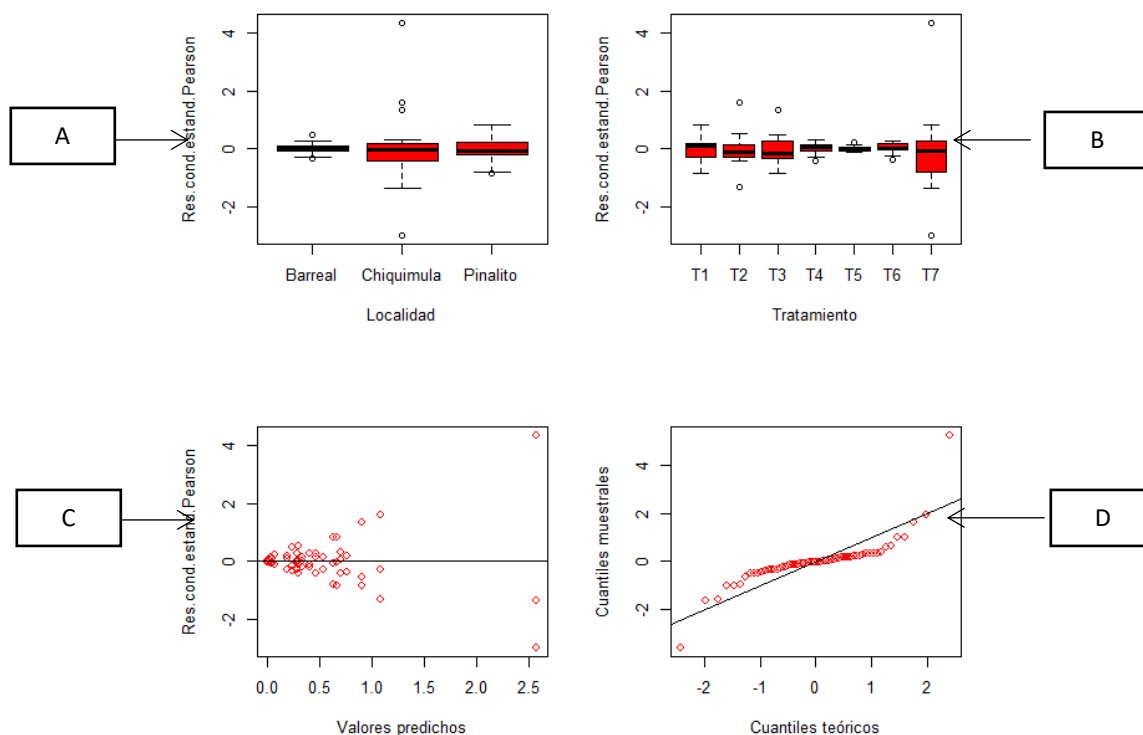
**Descripción:**

Los gráficos A y B corresponden a la dispersión de datos para los tratamientos y las localidades en los 6 muestreos.

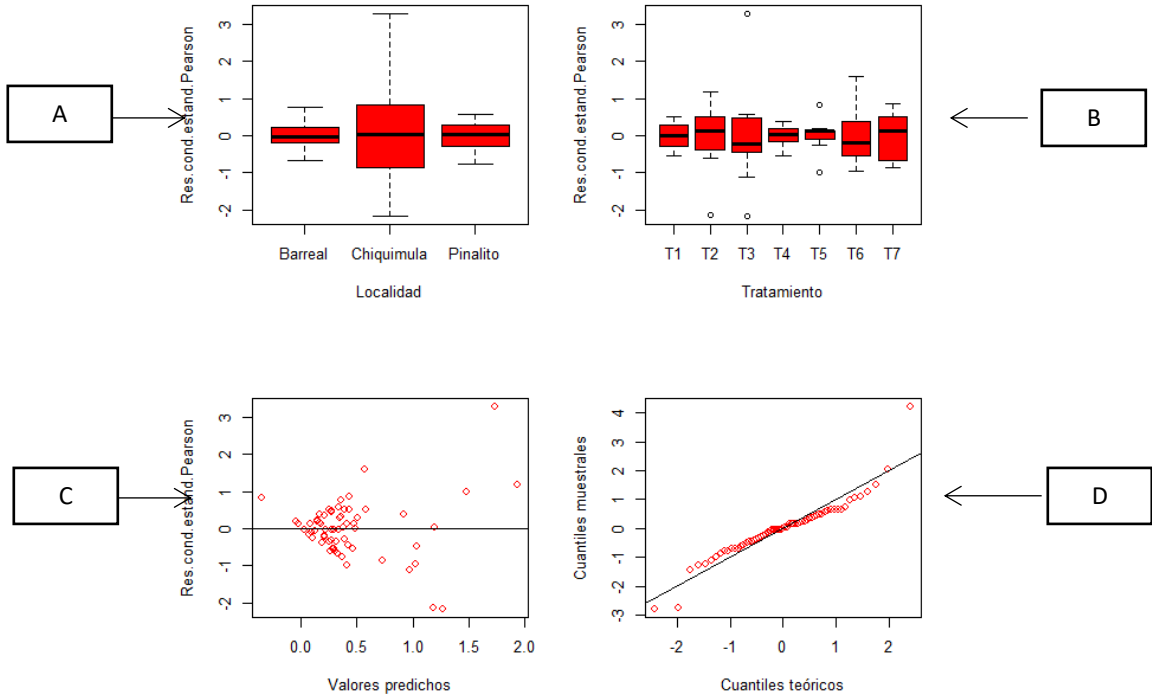
El gráfico C corresponde a la presencia de variables residuales y valores predichos para los datos de homogeneidad de varianzas para verificar la transformación de datos en los 6 muestreos.

El gráfico D corresponde a la comprobación de datos de normalidad en los 6 muestreos.

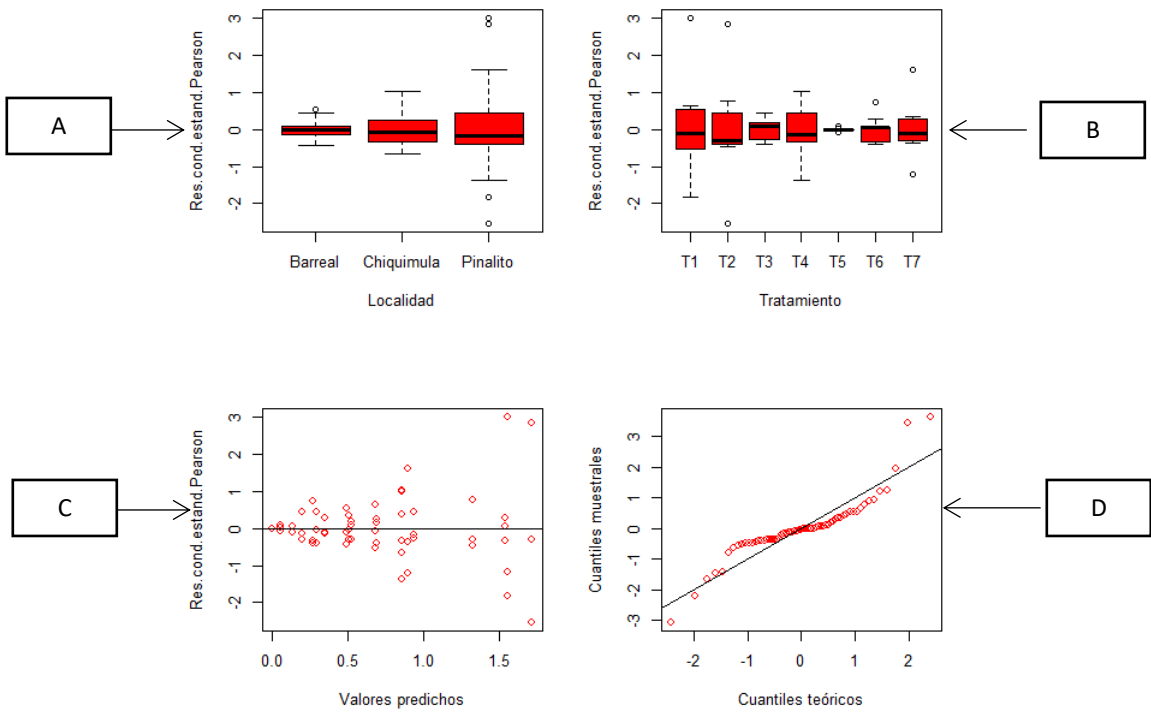
**Supuestos estadísticos Muestreo 1**



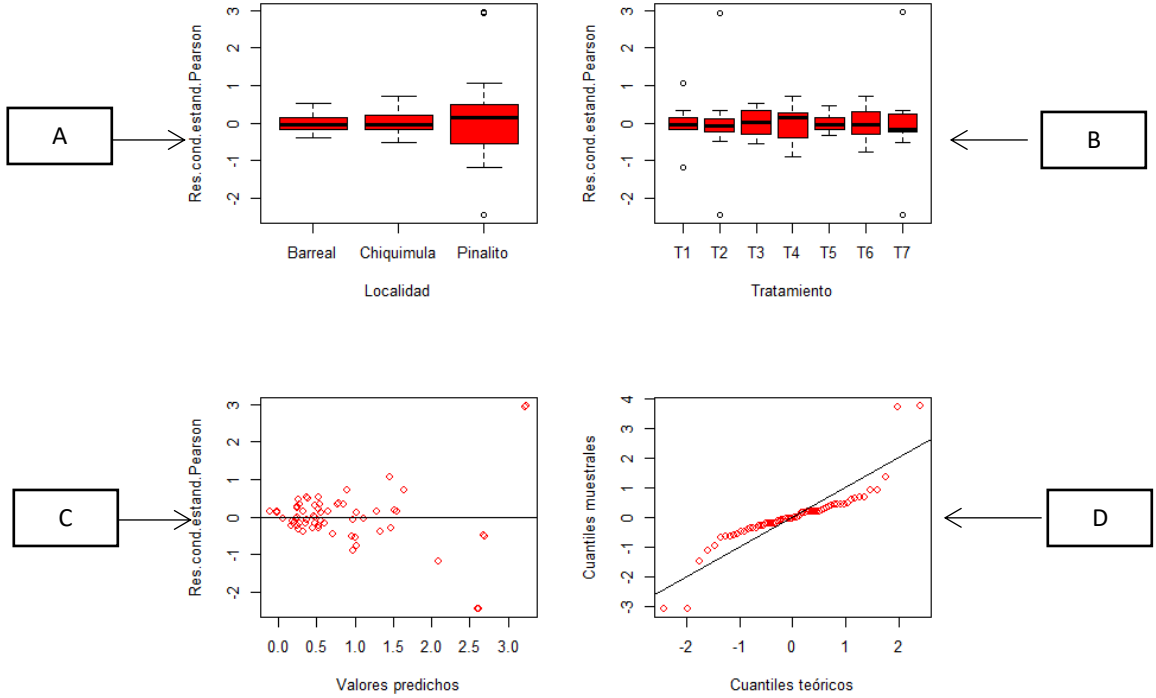
## Supuestos estadísticos Muestreo 2



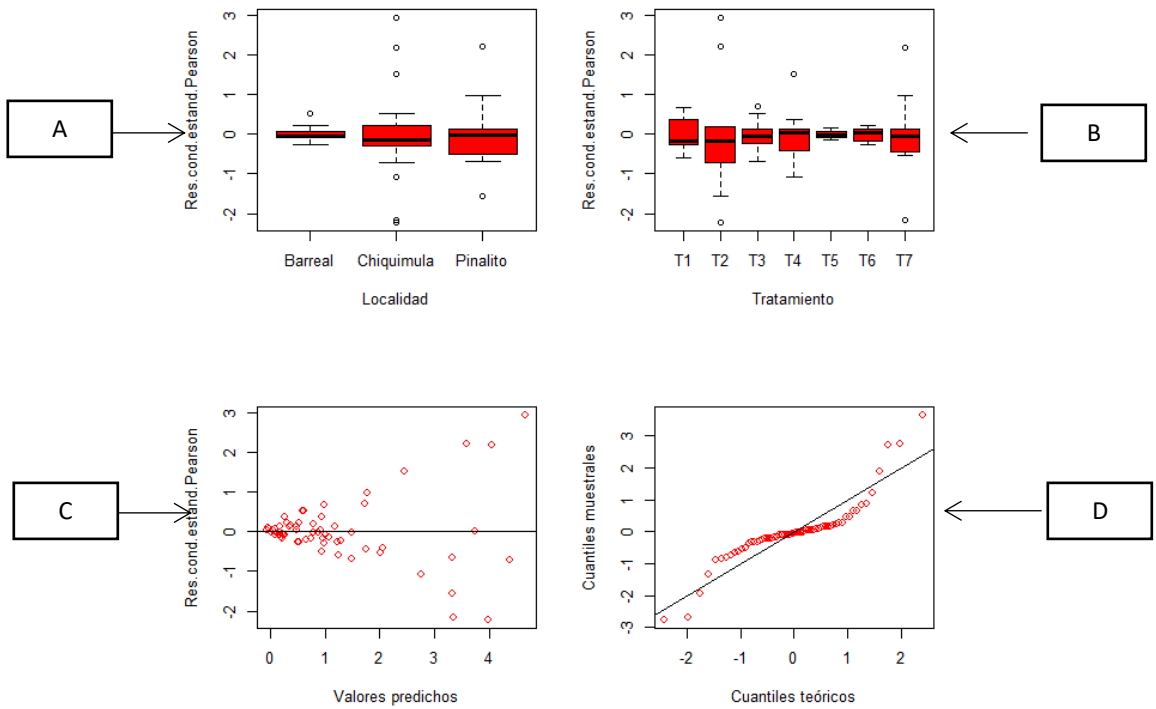
## Supuestos estadísticos Muestreo 3



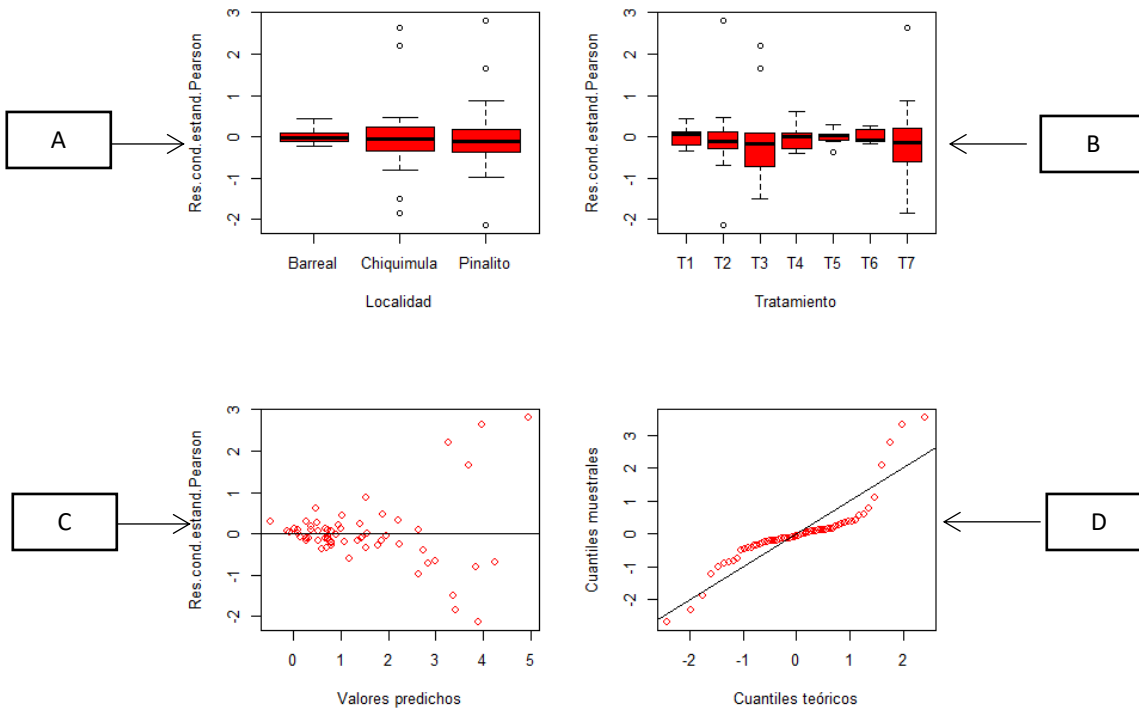
### Supuestos estadísticos Muestreo 4



### Supuestos estadísticos Muestreo 5



### Supuestos estadísticos Muestreo 6





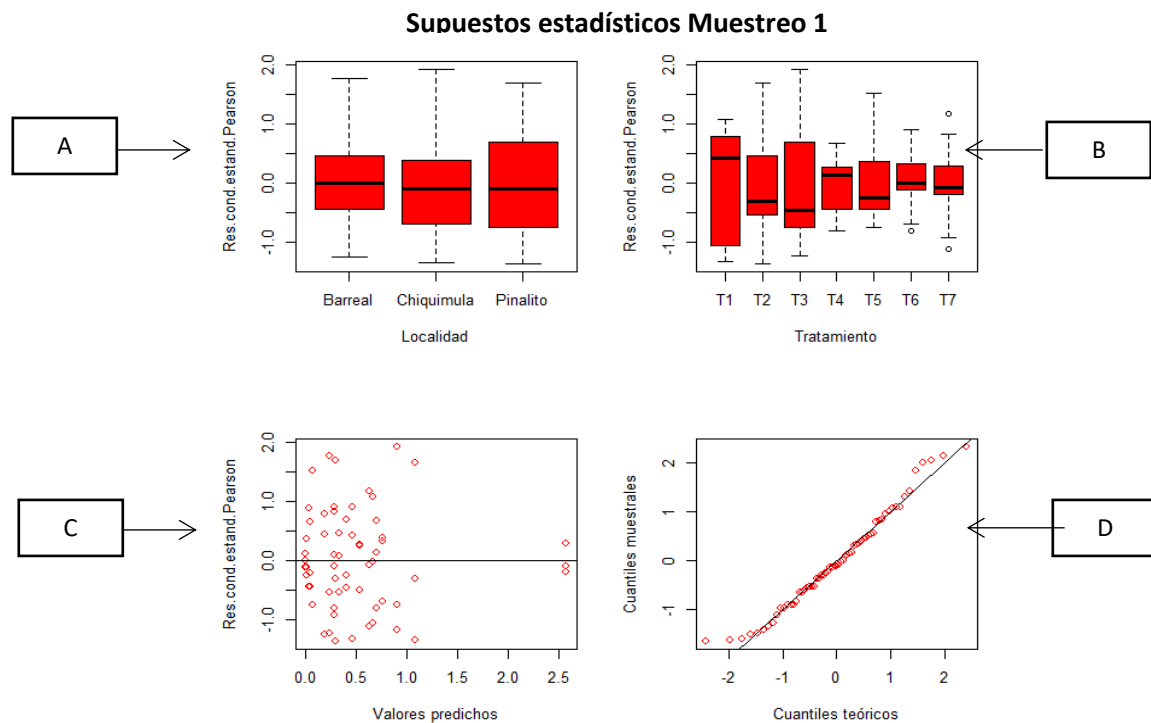
**Anexo 6.** Herramientas gráficas para el diagnóstico de los supuestos para el modelo homocedástico obtenido para los datos para la variable porcentaje de pérdida de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.

**Descripción:**

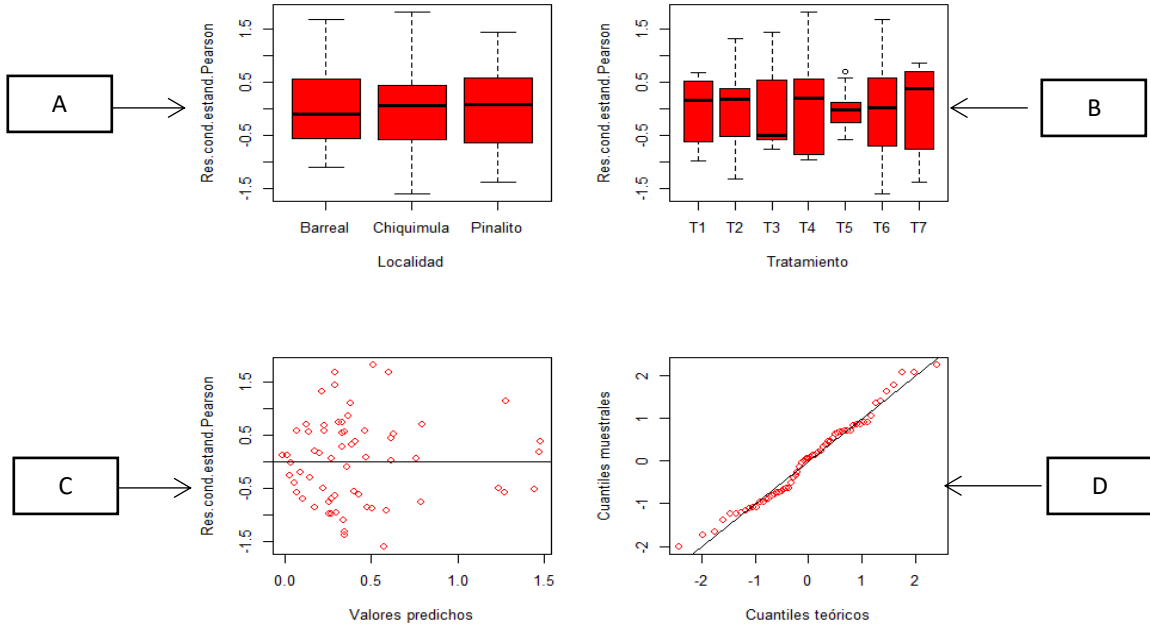
Los gráficos A y B corresponden a la dispersión de datos para los tratamientos y las localidades en los 6 muestreos.

El gráfico C corresponde a la presencia de variables residuales y valores predichos para los datos de homogeneidad de varianzas para verificar la transformación de datos en los 6 muestreos.

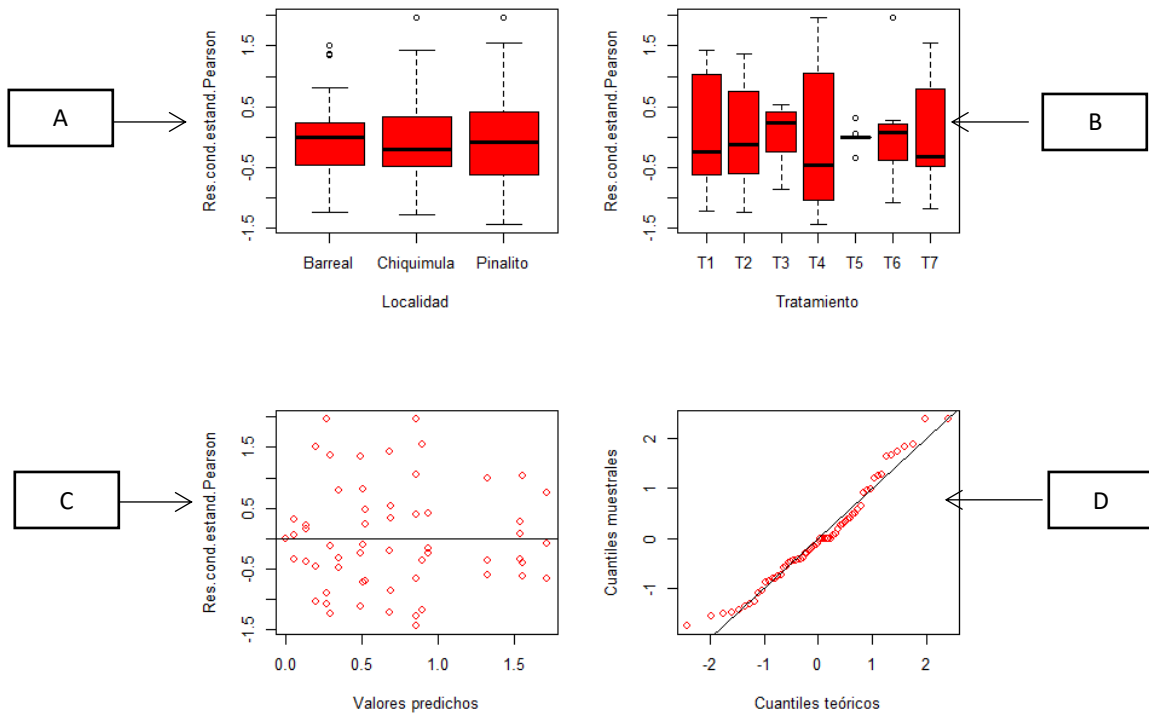
El gráfico D corresponde a la comprobación de datos de normalidad en los 6 muestreos.



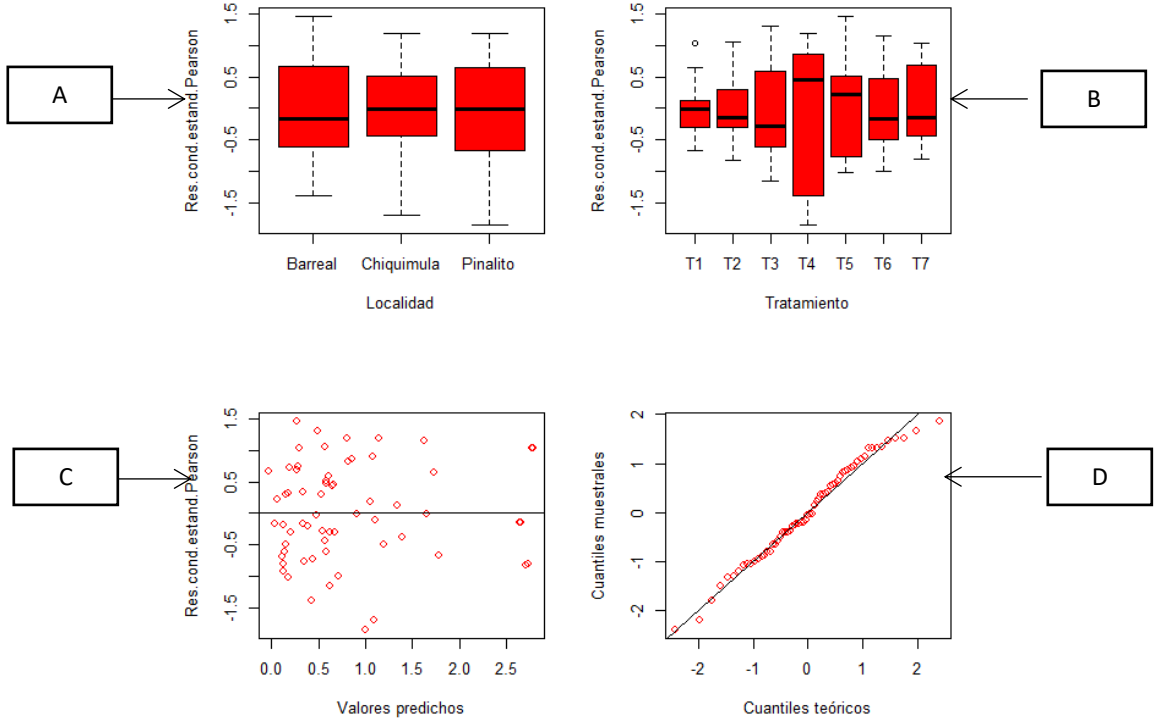
### Supuestos estadísticos Muestreo 2



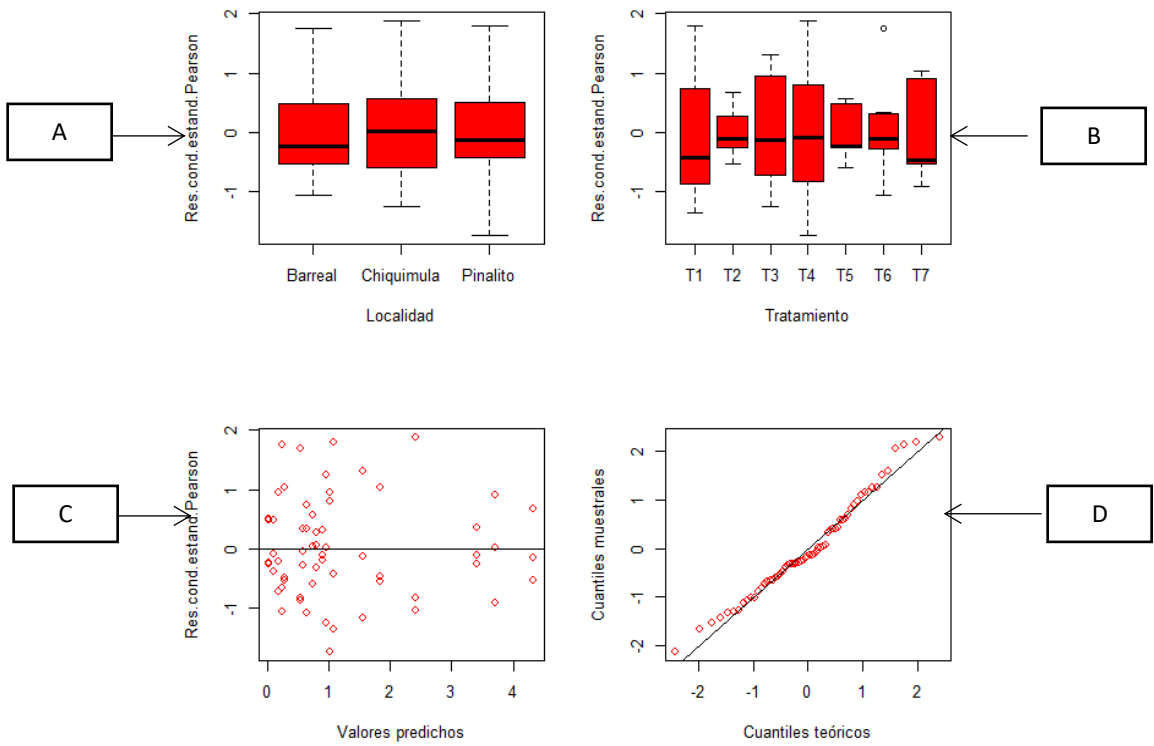
### Supuestos estadísticos Muestreo 3



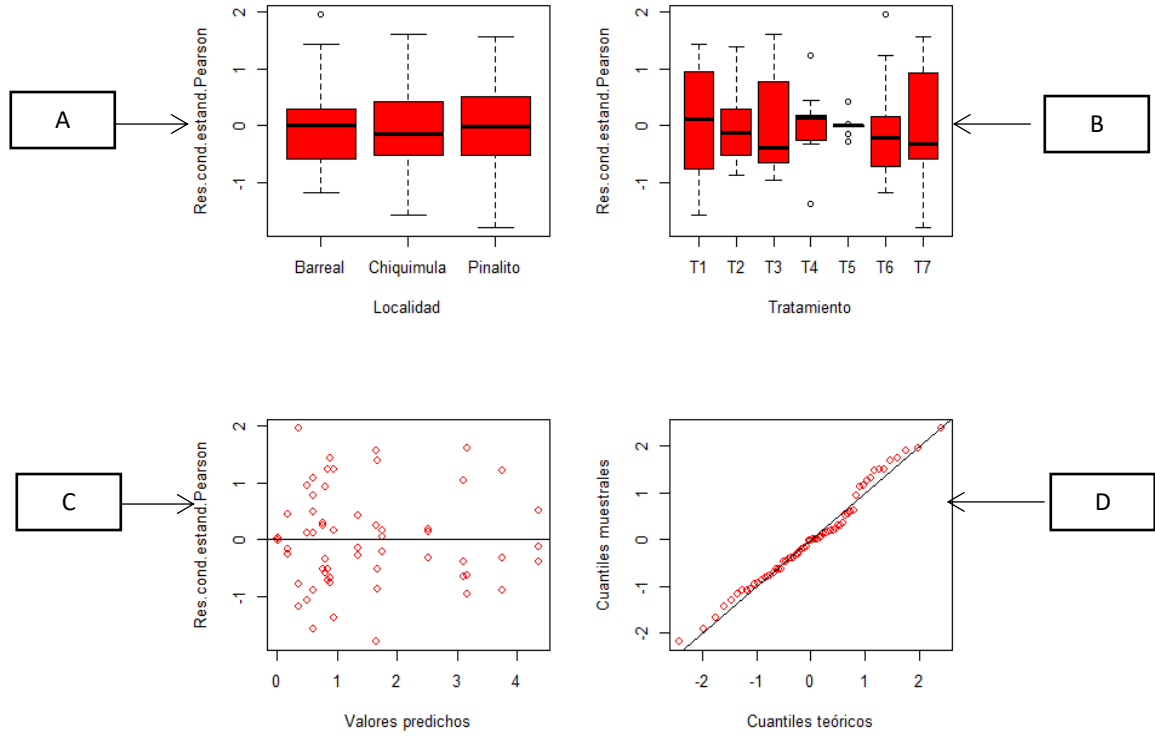
### Supuestos estadísticos Muestreo 4



### Supuestos estadísticos Muestreo 5

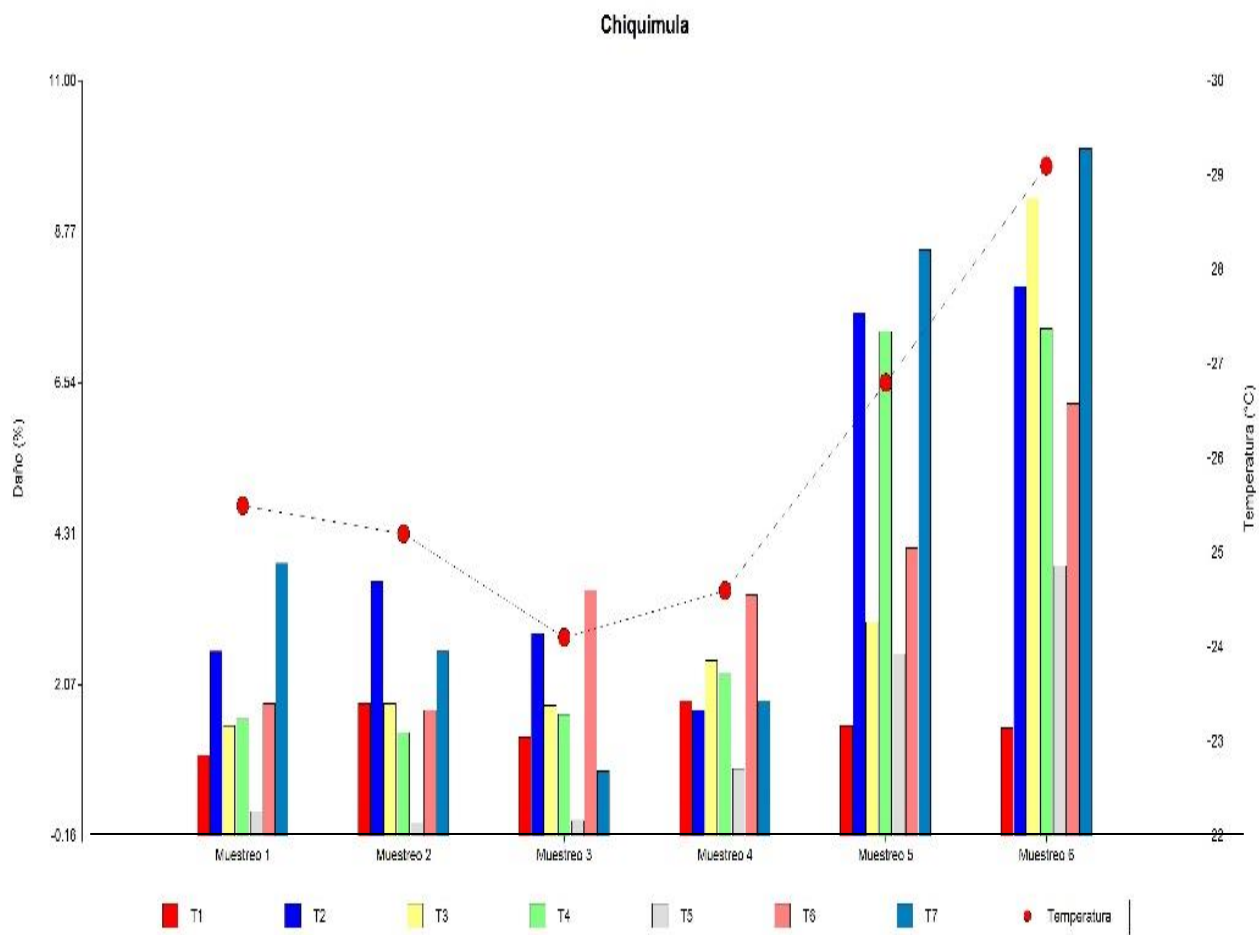


### Supuestos estadísticos Muestreo 6

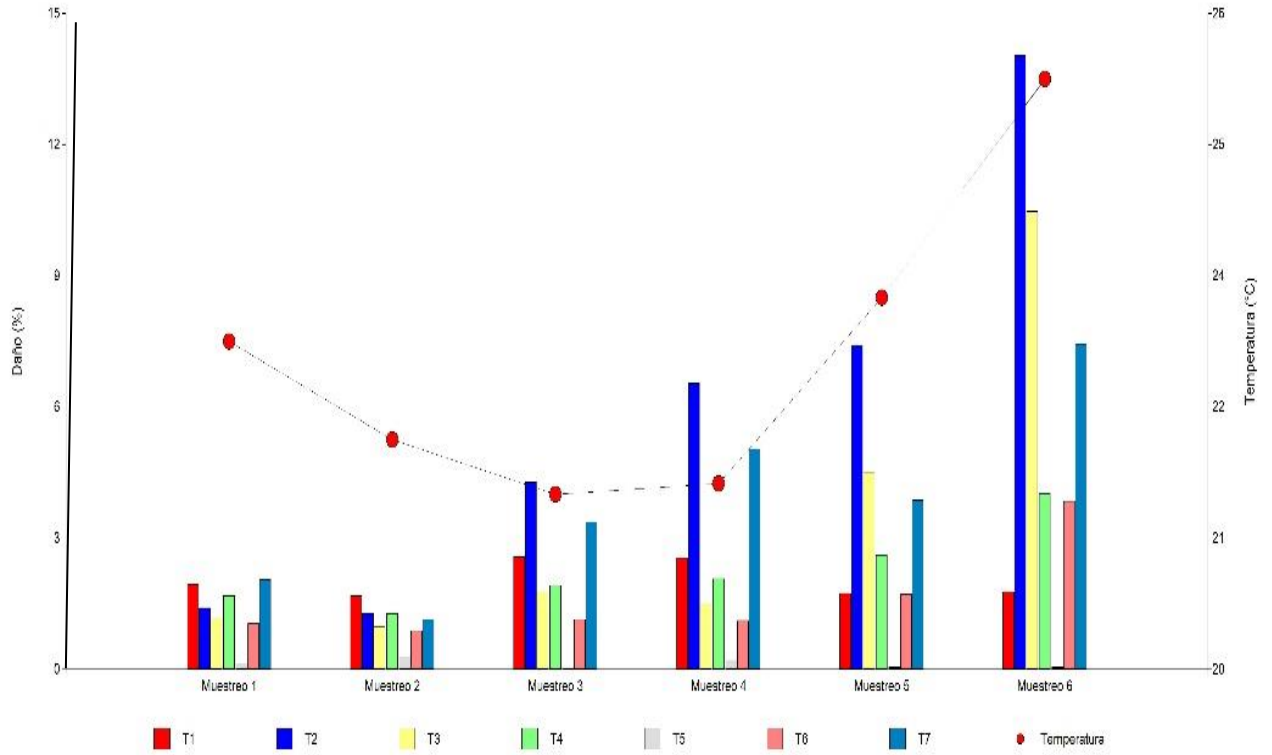




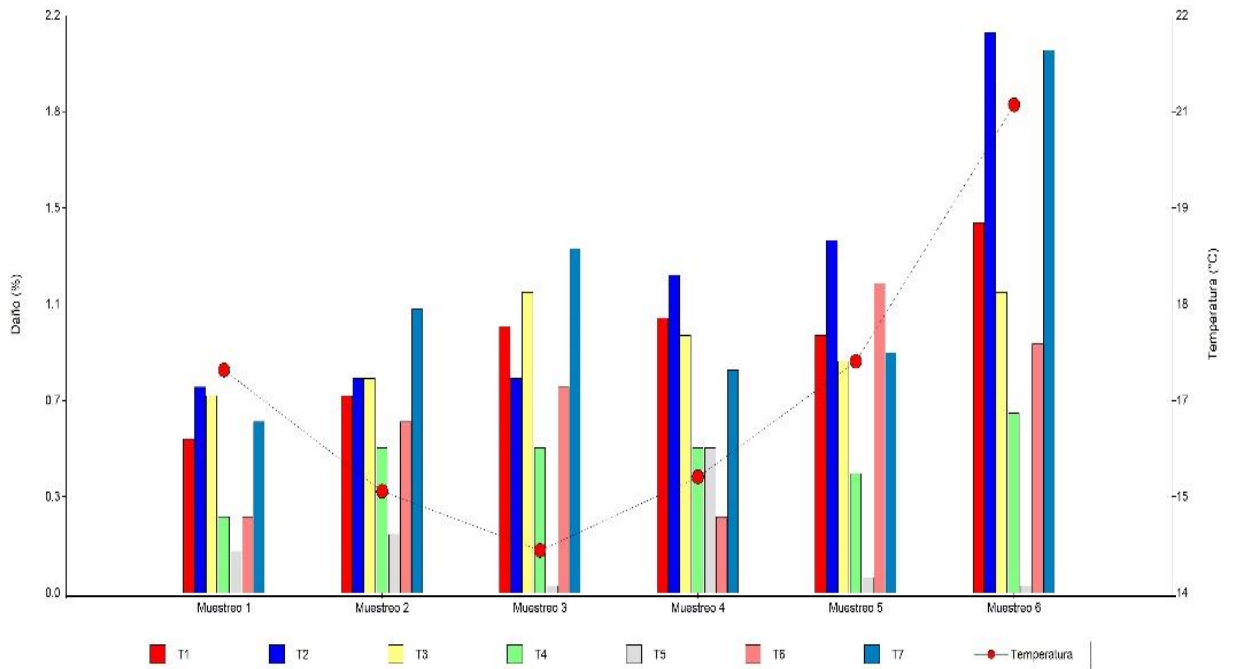
**Anexo 8.** Comparación del porcentaje de daño y temperatura de cada tratamiento en 3 localidades, de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.



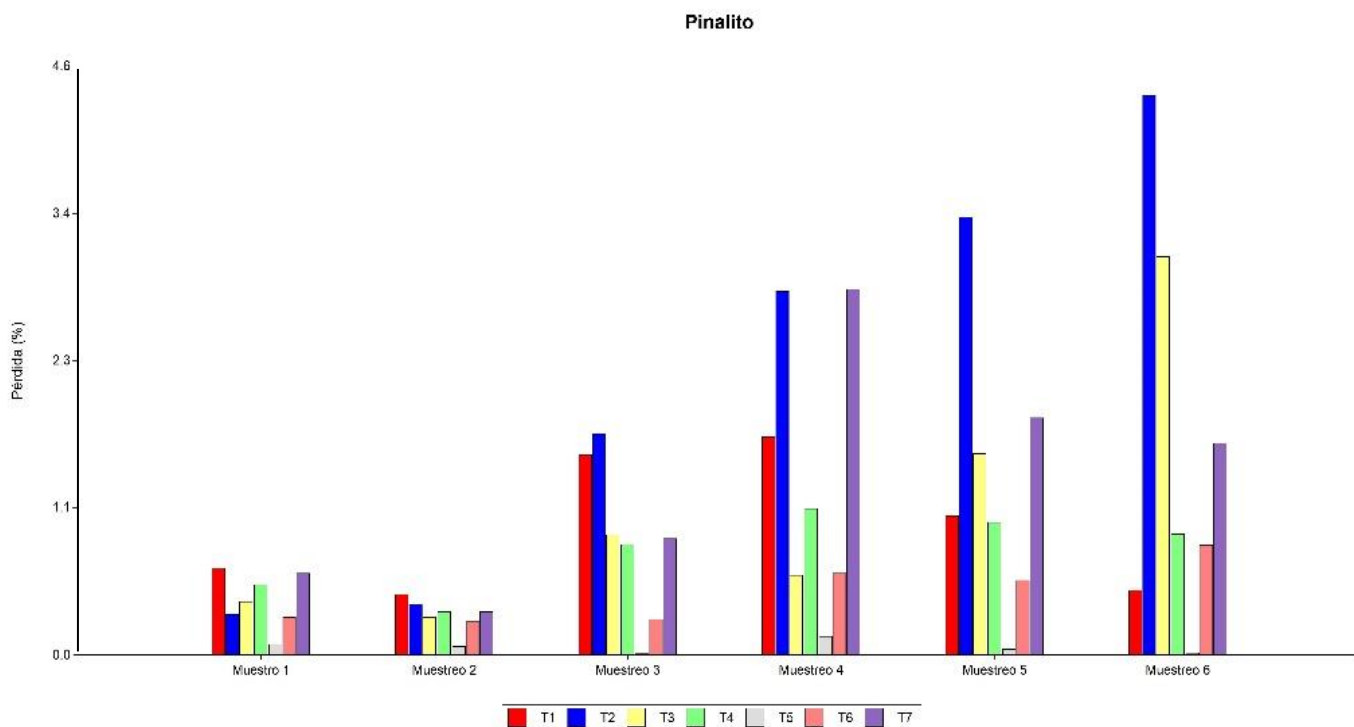
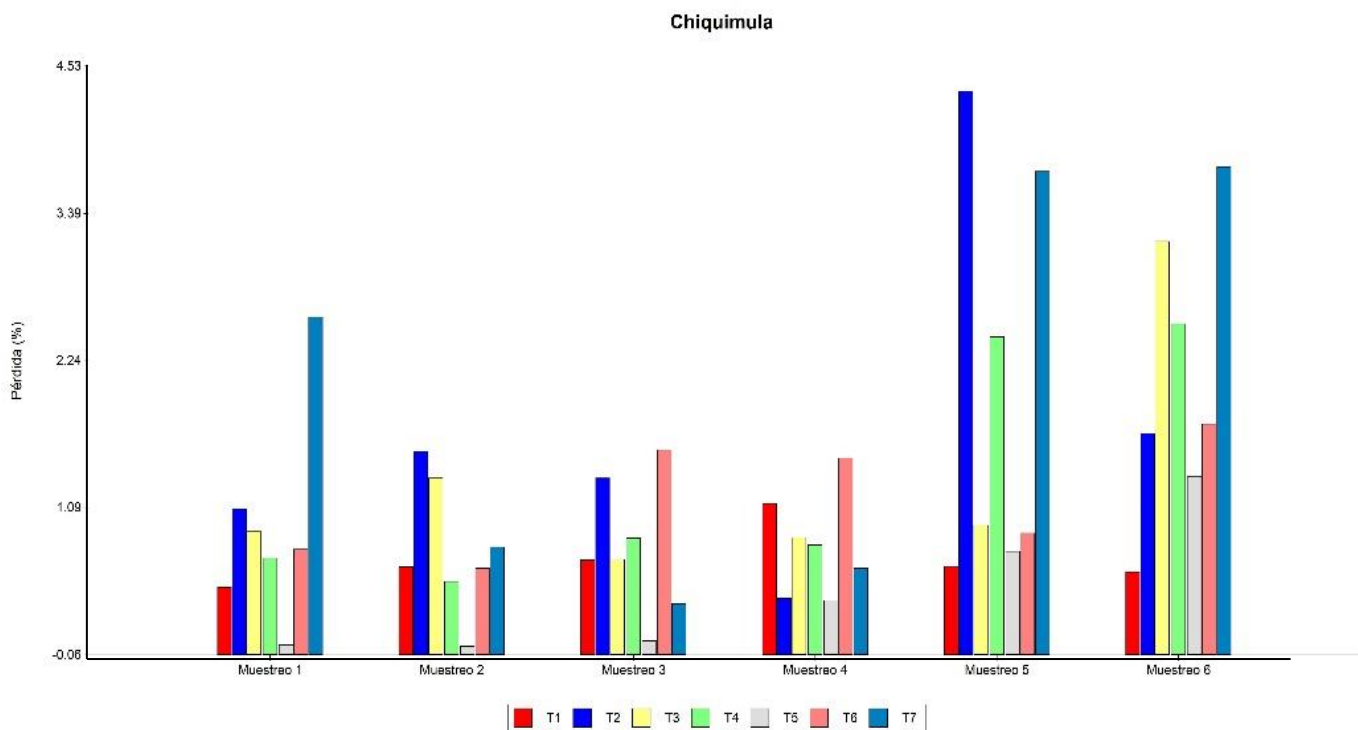
### Pinalito



### Barreal



**Anexo 9.** Comparación del porcentaje de pérdida de cada tratamiento en 3 localidades, de la investigación sobre productos alterativos para el control de gorgojo obtenidos durante 6 meses de almacenamiento, Chiquimula, 2018.





### Barreal

