

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

“EFECTO DEL PLAGUICIDA ORGÁNICO A BASE DE SAPONINA
DEL LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) SOBRE EL
CRECIMIENTO EN ORUGAS DEL MAÍZ (*Zea mays*)”.

Autor:

Kelly Alexandra Garófalo Yunda

Tutor:

Mgs. Cristina Almeida

Riobamba – Ecuador

2018

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “Efecto del plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*), sobre el crecimiento en orugas del maíz (*Zea mays*)”, presentado por Kelly Alexandra Garófalo Yunda y dirigida por: Mgs. Cristina Almeida.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

PhD. Darío Baño

Presidente del Tribunal

Firma

Mgs. Cristina Almeida

Director del Proyecto de Investigación

Firma

Mgs. Paul Ricaurte

Miembro del Tribunal

Firma

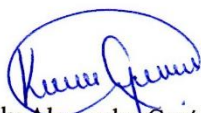
Mgs. Diego Moposita

Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Kelly Alexandra Garófalo Yunda y de la Directora del Proyecto: Mgs. Cristina Almeida, incluyendo todas las tablas y figuras que se encuentran en este trabajo excepto las que contienen su propia fuente y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Kelly Alexandra Garófalo Yunda

C.I. 060532210-6

Autor del Proyecto



Mgs. Cristina Almeida

C.I. 171410944-2

Directora del Proyecto de Investigación

DEDICATORIA

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor dedico esta tesis a Dios.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor, a mi hija por ser motivo de mi esfuerzo y mis deseos de seguir adelante.

A mis abuelitos y a mi tío por su ayuda y por querer verme crecer día a día, esto también se los debo a ustedes.

Kelly Alexandra Garófalo Yunda

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por su amor y su bondad el cual me ha permitido sonreír ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda, el cual me ha puesto a pruebas para que mejore como ser humano y crezca de diversas maneras.

A mi familia porque gracias a ellos he podido seguir en pie con mis estudios, y han formado parte de mi motivación para que yo pueda salir adelante, gracias por creer en mí, gracias a ellos esta meta está cumplida, a mi hija que fue la fuente más pura de mi inspiración gracias por estar presente a mi lado y ser el motor de mi día a día.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme una oportunidad para desarrollar mis estudios y seguir adelante con mis sueños porque gracias a esta sublime institución que tiene docentes a personas capaces de asumir con los retos de formar profesionales con ética, valores y conocimientos.

A los docentes Cristina Almeida, Diego Moposita, Paul Ricaurte gracias por estar presente en esta etapa importante guiándome, ayudándome y enseñándome ofreciendo lo mejor de sus conocimientos lo cual me ha servido de mucho para culminar con mi carrera.

A mis amigos y compañeros por cada momento vivido durante todos estos años, por apoyarme cuando más necesitaba, por sus consejos alentadores de seguir adelante, por brindarme su amistad gracias a ello he entendido que la amistad es uno de los mayores tesoros.

Kelly Alexandra Garófalo Yunda

ÍNDICE

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General:	2
2.2. Objetivos Especificos:	2
3. ESTADO DEL ARTE	3
3.1. Quinoa.....	3
3.1.1. Producción de la quinoa	3
3.2. Saponinas	3
3.2.1. Propiedades y usos de la saponina.....	5
3.3. Maíz	5
3.3.1. Maíz duro (<i>Zea mays</i>).....	6
3.3.2. Plagas del Maíz (<i>Zea mays</i>).....	7
3.3.2.1. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	7
3.4. Plaguicidas	9
3.4.1. Efectos del plaguicida para la salud.....	9
4. METODOLOGÍA	11
4.1. Tipo de estudio.....	11
4.2. Población y Muestra:.....	11
4.3. Procedimientos.....	12

4.3.1. Plaga	12
4.3.2. Tratamientos.....	12
4.3.2.1. Adaptación de extracción de saponinas de quinua según Ccbolgroup.	13
4.3.3. Evaluación del plaguicida del agua de lavado de quinua en las diferentes concentraciones.	14
4.3.3.1. Lugar y pruebas de ensayo	14
4.3.3.2. Control de calidad de las concentraciones del Agua de lavado de quinua.	14
4.3.3.3. Tamizaje Fitoquímico de las concentraciones del Agua de lavado de quinua.	15
4.4. Parte Experimental	17
4.5. Modelo estadístico utilizado.....	18
4.5.1. Test de ANOVA:.....	18
4.5.2. Prueba de separación de medias:	18
4.5.3. Test de proporciones:	18
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES:	19
5.1. Resultados de análisis organolépticos del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua	19
5.2. Análisis fisicoquímicos los tratamientos provenientes de los residuos del agua delavado de quinua.	20
5.3. Tamizaje Fitoquímico de la saponina del agua de lavado de quinua	21
5.3.1. Contenido de Saponinas por NTE INEN 1672:88.	21
5.4. Población e Identificación inicial de orugas que dañan la mazorca del maíz.....	22
5.5. Concentraciones y aplicación del plaguicida orgánico	22
5.6. Análisis estadístico.....	27
5.6.1. Análisis de varianza y Tukey según la mortalidad de las orugas (%)	27
5.6.2. Test de proporciones	31
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
6.1. Conclusiones:	34
6.2. Recomendaciones:.....	35
7. BIBLIOGRAFÍA.....	36
9. ANEXOS.	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura de las saponinas	4
Ilustración 2 Fenología del cultivo de maíz duro.....	6
Ilustración 3 Generalidades del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	7
Ilustración 4 Estado de larva.....	8
Ilustración 5 Chi- cuadrado según la comparación de la prueba y la tabla.....	19
Ilustración 6 Orugas cogolleras (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Numeración de los Tratamientos realizados para su aplicación en la plaga. ...	12
Tabla 2. Reactivos y rendimiento en los métodos de extracción de saponina según varios autores.....	13
Tabla 3 Proceso de los tratamientos a diferentes niveles de concentración	14
Tabla 4 Análisis físico químico del agua de lavado de quinua basado en las siguientes normas y métodos.....	15
Tabla 5 Descripción de la parte experimental	17
Tabla 6 Características organolépticas del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua.....	19
Tabla 7 Resultado de los análisis Físicoquímicos del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua.....	20
Tabla 8 Resultados del Tamizaje Fitoquímico del agua de lavado de quinua.....	21
Tabla 9 Mortalidad de (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en función a los días.....	22
Tabla 10 Mortalidad de las Orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el Día 2.....	23
Tabla 11 Mortalidad de las Orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el Día 3.....	24
Tabla 12 Mortalidad de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>), en el Día 4.....	25
Tabla 13 Porcentaje de mortalidad de orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>), en los 4 días..	26
Tabla 14. Mortalidad (%) de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) que afectan el fruto del maíz (<i>Zea mays</i>) al aplicar diferentes concentraciones de agua del lavado de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	27
Tabla 15 Comparación de los resultados de la mortalidad de acuerdo a las concentraciones mediante la prueba de Tukey.	30
Tabla 16 Análisis ANOVA de la mortalidad de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) frente a los tratamientos obtenidos mediante concentraciones del agua de lavado de quinua.	30

Tabla 17 Mortalidad (%) de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) que afectan el fruto del maíz (<i>Zea mays</i>) al aplicar diferentes concentraciones de agua del lavado de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	31
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Mortalidad de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Día 2	23
Gráfico 2 Mortalidad de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Día 3	24
Gráfico 3 Mortalidad de las orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) Día 4	25
Gráfico 4 Mortalidad de orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en los cuatro días analizados.	27
Gráfico 5 Segundo día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	28
Gráfico 6 Tercer día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	29
Gráfico 7. Cuarto día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	29
Gráfico 8 Segundo día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	31
Gráfico 9. Tercer día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	32
Gráfico 10 Cuarto día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Concentraciones de saponina obtenidas	40
Anexo 2 Determinación del Índice de refracción.....	40
Anexo 3 Tamizaje fitoquímico ensayo de espuma, prueba de contenido de saponinas.	40
Anexo 4 (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	41
Anexo 5 Experimento aplicando las concentraciones con 3 repeticiones cada uno.	41
Anexo 6 (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en cada tratamiento.....	41
Anexo 7 Mortalidad de (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en función a los días.....	42
Anexo 8 NTE INEN 1672 Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso	43
Anexo 9 (%) Mortalidad de orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) que afectan el fruto del maíz (<i>Zea mayz</i>) al segundo día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua.....	47
Anexo 10 (%) Mortalidad de orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) que afectan el fruto del maíz (<i>Zea mayz</i>) al tercer día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua.....	48
Anexo 11 (%) Mortalidad de orugas (<i>Spodoptera frugiperda</i>) que afectan el fruto del maíz (<i>Zea mayz</i>) al cuarto día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua.....	49

RESUMEN

El maíz duro en el Ecuador tiene una gran importancia ya que es una de las pocas especies que se cultivan por lo cual es considerado uno de los productos agrícolas más importantes en el consumo humano y por su uso agroindustrial, las plagas en el maíz causan daños en alrededor del 40 al 48%, en general el maíz es atacado por varias plagas entre ellas es el barrenador de tallo, gusano elotero, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual es el más común al atacar los cultivos de maíz (*Zea mays*). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es reconocida como una fuente importante de la que se obtiene gran cantidad de saponinas de interés por sus propiedades biológicas como efecto plaguicida, insecticida, antiinflamatorio, anticancerígeno; las saponinas se encuentran en las flores, los tallos, los frutos y los granos, con más abundancia en la cascara, en la presente investigación se trató por su efecto plaguicida en el cual se evaluó los efectos de diferentes concentraciones (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}) de saponina del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre el crecimiento en orugas que afectan la producción de los cultivos de maíz. En la investigación se realizó análisis de control de calidad analizando parámetros como pH, índice de refracción, °Brix, Cenizas y Proteína; pruebas fitoquímicas de los tratamientos para determinar las propiedades que posee la saponina, se realizó una parte experimental donde se utilizó una población de 72 orugas, en el cual se estudió la supervivencia de la plaga durante 4 días, aplicándole una dosis de (1mL- 1gr) de cada uno de los tratamientos en cada repetición. Para corroborar cual tratamiento es el más efectivo y en qué día hubo más mortalidad de la plaga se realizó un análisis con los % de mortalidad obtenidos en el experimento, aplicando un test de proporciones el cual dio como resultado que en el día cuatro existe diferencia significativa entre las proporciones de muerte de las orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*) al 95% de confianza, el tratamiento más óptimo para contrarrestar la plaga que afecta los cultivos de maíz es el T₃ (50%), T₄ (75%) con un 83% de mortalidad en los dos tratamientos y el T_{5SC} con un 75%.

ABSTRACT

Abstract

The research work entitled : The hard corn in Ecuador has a great importance since it is one of the few species that are cultivated by which is considered one of the most important agricultural products in the human consumption and for its agro-industrial use, the plagues on the corn cause damage about the 40 to 48% per cent in general the corn is attacked by several plagues, among them “el barrenador de tallo”, “gusano elotero”, “spodoptera frugiperda” which is the most common plague in the corn crops (zea mays), the quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) is recognized as an important source from which we can obtain a great amount of saponins of interest for it biologic properties like the plaguicide effect, insecticide, anti-inflammatory, anti-carcinogenic effect; the saponins are in the flowers, stems, fruits and grains, with more abundance in the shell, in this investigation we treat about its plaguicide effect, T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}) were evaluated. In this research, quality control analysis was carried out analysing parameters such as pH, refractive index, ° Brix, Ashes and Protein; phytochemical tests of the treatments for determine the properties that a saponins has, The methodology was supported by an experimental design, with a populations of 72 caterpillars , which we study the survival of the plague for 4 days, applying on them a dose of (1mL- 1gr) To corroborate which treatment is the most effective and on what day there were more death with the plague, an analysis was realized with the % of mortality obtained in the experiment, applying a test of proportions which give as a result that in the day four exist a significative difference among the proportions of mortality of “caterpillars cogolleras” (Spodoptera frugiperda) at 95% of confidence, the most optimal treatment to counteract the plague that affects the corn crops is T₃ (50%), T₄ (75%) with 83% of mortality in both treatments and the T_{5SC} with 75%.



Reviewed by: Granizo, Sonia

Language Canter English

1. INTRODUCCIÓN

A nivel del mundo solo se han analizado 250.000 plantas que tienen efectos plaguicidas. En el tiempo actual los Fito plaguicidas establecen una importante alternativa para el control de plagas en nuestro planeta. Todos los días los seres humanos estamos inmersos en una dieta alimenticia, dentro de ellas está el consumo de hortalizas, frutas, cereales y leguminosas, además de los derivados de la industria con productos alimenticios naturales de ahí la importancia de que estos no contengan residuos de pesticidas que pueden alterar la salud. (González, 2014).

Las saponinas son un tipo de esterol glucósido ampliamente distribuido en las plantas. Las saponinas tienen varias actividades biológicas y se utilizan en agentes empleados como fungicidas, insecticidas, agentes contra el cáncer, cosméticos, conservantes de alimentos y fertilizantes con efectos insecticidas y reforzadores del crecimiento. La saponina también se utiliza para eliminar el colesterol de los productos lácteos y como suplemento alimentario para el ganado, como por ejemplo las gallinas, para reducir el nivel de colesterol en los huevos y rebajar el olor a estiércol. Pese a estas diversas y múltiples utilidades de la saponina, el efecto combinado de la saponina con otros agentes que presentan actividades pesticidas y/o fungicidas está prácticamente sin explorar. (Ralph., 2000)

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados como harinas, aceites y subproductos. Además el maíz es altamente utilizado como alimento de gran parte de los animales (ganados, aves) que luego son consumidos o utilizados como productores de alimento, por lo cual su importancia es enorme.

Es por ello que el siguiente tema de investigación se enfoca en el efecto del plaguicida orgánico a base de las concentraciones de la saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) sobre el crecimiento de las orugas del Maíz (*Zea mays*), al ser una plaga muy significativa en el cereal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

- Conocer el efecto del plaguicida a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*), en orugas que dañan el fruto del Maíz (*Zea mays*).

2.2. Objetivos Específicos:

- Caracterizar la saponina que proviene del lavado de Quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Evaluar un plaguicida a partir de la saponina del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Aplicar el plaguicida a diferentes niveles (25%, 50%, 75%), la muestra sin concentrar SC y la muestra de concentración en polvo CP, en las orugas que dañan el fruto Maíz (*Zea mays*).

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. Quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de alto valor nutritivo que contiene más proteínas que la mayoría de los demás alimentos vegetales. También es considerada una semilla (vegetal), pero se come como un pseudocereal, se cultiva principalmente en los países andinos y a menudo se le denomina “el grano de oro los Andes” (FAO, 2013)

3.1.1. Producción de la quinua

En la provincia de Chimborazo la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un producto que genera rentabilidad económica a los productores que participan en la siembra y cosecha de este cereal.

En los campos de Carchi, Chimborazo, Imbabura y Pichicha se producirán 16 mil hectáreas de quinua, esto según proyecciones del MAGAP, de acuerdo a la misma institución el Ecuador siembra aproximadamente 2 mil hectáreas de quinua al año, con una producción total de 1400 toneladas métricas, que se acerca a un promedio de 0.7 toneladas por hectárea de cultivo (10 a 15 quintales por hectárea). (Santander, 2017)

Entre el año 2015 y 2016 las exportaciones de esta gramínea pasaron de 100 a 400 toneladas métricas, en cambio las importaciones disminuyeron pasando de 800 toneladas en 2007 a 15 toneladas en 2016. (Santander, 2017)

3.2. Saponinas

Las saponinas son productos naturales derivados de distintas especies vegetales tales como yuca, ginseng, quinua, quilla, cañihua etc., se caracterizan por las propiedades espumantes es decir tenso activo y detergente ya que tienen compuestos liposolubles. Las saponinas tienen un núcleo lipófilo ya sea esférico o triterpénico y una o más cadenas laterales hidrofílicas compuestas de carbohidratos. (Guzmán, Tenorio, Cruz, & A., 2015)

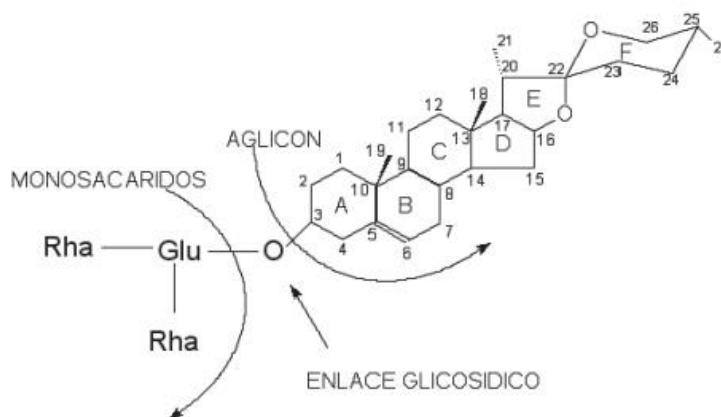
Las saponinas son amargas, así que deben ser eliminadas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) antes de su consumo. Tradicionalmente, las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) son desgastadas mecánicamente para retirar el salvado, donde se sitúan predominantemente las saponinas, y son lavadas con agua para quitar la amargura antes de su uso. Los estudios indican que en los procesos de lavado para eliminar las saponinas se pierden valiosos nutrientes, por lo tanto se cambia su

composición química y el perfil de aminoácidos de las semillas de quinua. (Wright et al., 2002)

Al definir los procedimientos para eliminar la saponina se ha estudiado su localización en el grano y se ha encontrado que se sitúa en las coberturas externas. De las cuatro capas que recubren el grano y componen en conjunto el episperma la primera capa externa se presenta bajo microscopio como una membrana rugosa, formada por células sin núcleos, quebradiza, seca y fácilmente desprendible de las otras. Estas rugosidades, que asemejan a las celdas de un panal, albergan una sustancia blanca, opaca y amarga que se asume sea la saponina. (Bonifaz, 2010)

Químicamente no pertenecen a un mismo tipo de compuesto, según la estructura de la sapogenina se dividen en saponinas esteroidales y saponinas triterpénicas pentacíclicas. Las dos presentan un enlace heterosídico en el C-3. Las saponinas poseen elevado peso molecular, y su aislamiento en estado puro ofrece ciertas dificultades. Son solubles en agua, etanol y metanol diluidos y en caliente, las sapogeninas son prácticamente insolubles en H₂O, solubles en solventes poco polares como CCl₄ y éter. Se pueden localizar en cualquier órgano de la planta, raíz, hojas, semillas, corteza, etc. (Flores, Huamán, & Tomás, 2013)

Ilustración 1 Estructura de las saponinas



Fuente: (Flores, Huamán, & Tomás, 2013)

Las saponinas son glucósidos (Ilustración N° 1) en los cuales varias unidades de monosacáridos se enlazan mediante un enlace glicosídico a un resto denominado aglicón. El aglicón puede ser de naturaleza triterpénica o esteroidal, las saponinas esteroidales están ampliamente distribuidas en la naturaleza que las saponinas triterpénicas pentacíclica (Flores, Huamán, & Tomás, 2013)

Las saponinas no resisten cambios bruscos de pH, valores muy ácidos o básicos generan la ruptura de los enlaces O-glucosídicos (véase Ilustración 1). Esta característica es útil y empleada en metodologías para su cuantificación estructural (Ahumada, Ortega, Chito, & Benítez, 2016)

3.2.1. Propiedades y usos de la saponina

Las saponinas poseen cualidades biológicas de gran interés, las cuales son objeto de diversos estudios, tienen efecto insecticida, antiprotozoos, antiinflamatorio, anticancerígeno. (Apaza, Smeltekop, Flores, & Salcedo, 2016)

Como actividad antifúngica existen referencias positivas acerca del efecto de saponinas sobre hongos fitopatógenos, como la actividad de saponinas de quinoa, que se tratan con álcalis y se aplican sobre *Botrytis cinerea* y eliminan la germinación del 100% de los conidios. La capacidad de formar complejos con esteroides, proteínas y fosfolípidos de membranas, representa el principal mecanismo de actividad antifúngica de las saponinas. (Apaza, Smeltekop, Flores, & Salcedo, 2016)

3.3. Maíz

Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta, dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. Las panojas -a menudo, una por tallo- son las estructuras donde se desarrolla el grano, en un número variable de hileras (12 a 16), produciendo de 300 a 1 000 granos, que pesan entre 190 y 300 g por cada 1 000 granos. El peso depende de las distintas prácticas genéticas, ambientales y de cultivo. El grano constituye aproximadamente el 42 por ciento del peso en seco de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de grano, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él. (FAO, 1993)

En la sierra del Ecuador el cultivo de maíz (*Zea mays*) es uno de los más importantes debido a la superficie sembrada y al papel que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria, al ser un componente básico de la dieta de la población rural. La superficie sembrada de maíz en las provincias de la sierra ecuatoriana para el año 2011 fue de

168486 ha (INEC, 2011), y el consumo per cápita de maíz es alrededor de 14,50 kg/año (FAO 2007).

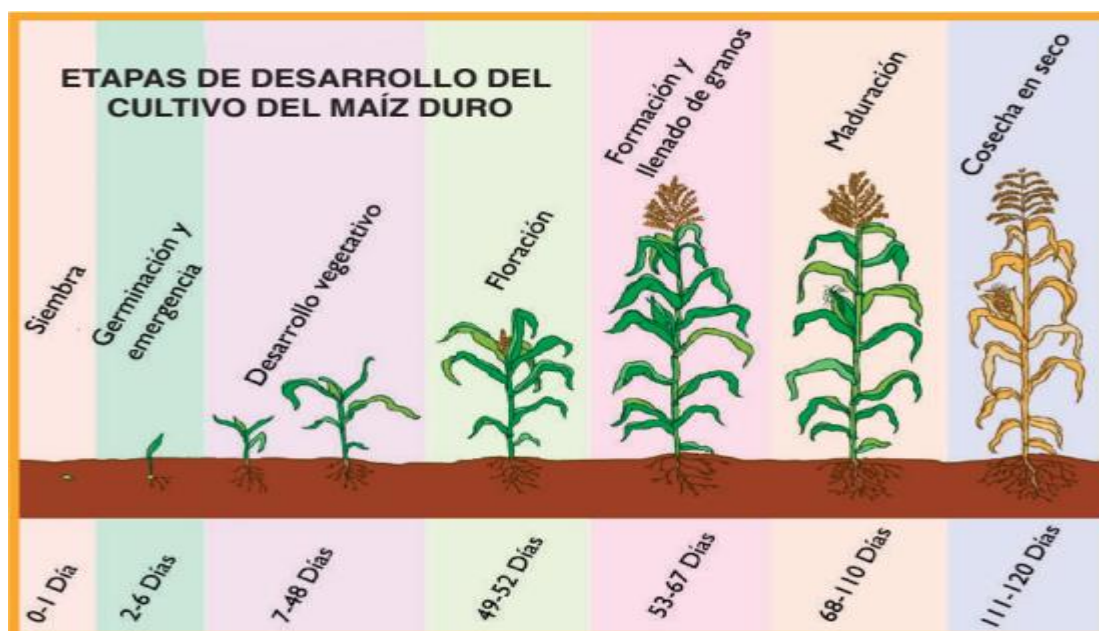
3.3.1. Maíz duro (*Zea mays*)

El maíz duro en el Ecuador es una de las pocas especies que se cultivan a nivel nacional (costa, sierra, oriente y galápagos), por lo que es considerado uno de los productos agrícolas más importantes, tanto para consumo humano como por su uso en la agroindustria. (Quiroz & Merchán, 2016)

La producción exitosa de maíz, requiere de sólidas prácticas agronómicas de manejo del cultivo; prácticas que empiezan desde la selección de las tierras apropiadas, utilización de semilla de calidad, así como también de un programa efectivo de manejo de nutrientes y control de enfermedades y plagas, de tal manera que se asegure los máximos rendimientos. (Quiroz & Merchán, 2016)

Es importante conocer la fenología de un cultivo para elaborar un buen calendario de siembra y de esa manera evitar pérdidas y aumentar las ganancias. En el cultivo de maíz se podría decir que no hay un tiempo exacto del desarrollo de las fases ya sean vegetativas o reproductivas ya que estas varían según las variedades o híbridos pero se estima un tiempo de 17 a 18 semanas desde el inicio de la siembra hasta la cosecha (Quiroz & Merchán, 2016)

Ilustración 2 Fenología del cultivo de maíz duro



Fuente: (Quiroz & Merchán, 2016)

3.3.2. Plagas del Maíz (*Zea mays*.)

Se estima que las plagas agrícolas causan daños en alrededor del 40 al 48% de la producción mundial de alimentos. En el campo los daños pueden llegar a alcanzar un promedio del 33 al 35% de la producción potencial, mientras que las pérdidas en poscosecha pueden ser de entre el 10 y el 20% (Botrell, 1979).

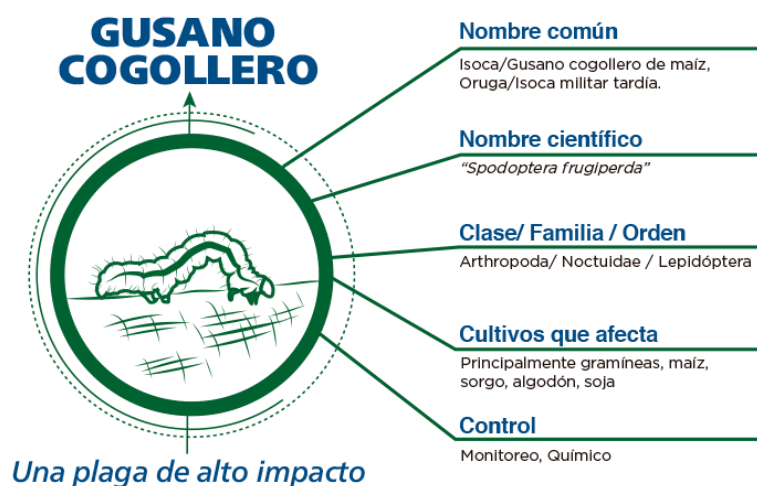
Las plagas del maíz en general son atacados por el gusano cogollero, barrenador del tallo, gusano elotero o de la mazorca, falso medidor, gusanos cortadores, gusano alambre, gusano esqueletizador, diabroticas, afido o pulgon, perforadores menores del tallo y grillotopos o grillotalpas.

El gusano cogollero es uno de los insectos más comunes e importantes que atacan los cultivos del maíz el mismo que causa daños muy evidentes a la producción del maíz afectando así su producción y la rentabilidad en la economía de los comerciantes.

3.3.2.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es uno del insecto-plaga más importante del maíz y de otros cultivos económicos tanto del Ecuador como de varios países de América. Este espécimen se encuentra presente y llega a ser un serio problema en los trópicos y zonas subtropicales de clima cálido. (Páiz & Mendoza)

Ilustración 3 Generalidades del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Fuente: (Lezaun, 2014)

Los factores que favorecen el desarrollo del gusano cogollero son dos principalmente: los días lluviosos y la maduración tardía del maíz.

Los daños que causa esta plaga son:

- Daños en el cogollo.
- Atacan a las plantas de 6 a 40 días después de la siembra. Tallos cortados en la base cuando las plantas recién emergen del suelo.
- Detienen el desarrollo de la planta.
- Excremento de la larva en forma de aserrín en las hojas y alrededor de la base de la planta.
- Pueden atacar a la flor masculina, lo que interrumpe la polinización. Perfora la mazorca tierna.
- Daño foliar, mazorca y las espigas.
- 'Ventanilla' daños causados por la alimentación de las larvas recién emergidas, que se alimentan raspando la superficie de la hoja, sin perforarla.
- Daños en la mazorca por madrigueras a través de la cáscara.
- Apariencia de la hoja rasgada de la orilla de la hoja hacia el interior, debido a la alimentación de las larvas.
- Presencia de larvas en los tejidos foliares y masas de las larvas migrando hacia los campos adyacentes. (Quiroz & Merchán, 2016)

Estado Larva: Primeros estadios larvales con color verde claro.

A partir del cuarto estadio con tonalidades más oscuras y tres líneas longitudinales amarillentas y pardo oscuras. En el quinto estadio la sutura cefálica representa una "Y" invertida color blanco, y una larva que mide 35-40 mm. Al ser molestada se deja caer arrollándose, apoyando la cabeza sobre el cuerpo. (Lezaun, 2014)

Ilustración 4 Estado de larva.



Fuente: (Lezaun, 2014)

Las larvas presentan un marcado comportamiento caníbal, razón por la cual suele encontrarse una sola larva dentro del cogollo. Desarrolla en 6 estadios, y su duración está muy influenciada por la temperatura y hospederos, entre 15 y 25 días. Empupa en el suelo. (Lezaun, 2014)

El manejo integrado de plagas es una estrategia que utiliza una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos y genéticos para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es decir con un buen manejo integrado de plagas puede reducir la exposición de los seres humanos a productos químicos con potencial tóxico y puede llegar a bajar los costos.

3.4. Plaguicidas

Los plaguicidas resultan normalmente adecuados para tratar una planta huésped o material y deshacerse del organismo que lo ataca se los aplica a aquellas superficies de la planta colonizadas por los organismos colonizadores como gusanos, hongos los cuales pueden infligir graves daños a la planta incluso impedir el crecimiento de la planta y disminuir la productividad hasta su muerte. (Ralph., 2000)

La amplia utilización de los plaguicidas y agentes protectores químicos ha tenido como resultado el desarrollo y evolución de patógenos resistentes. Esto ha llevado a una preocupación por el medio ambiente y la salud por lo cual es necesario identificar, desarrollar y formular nuevos plaguicidas que cumplan los requisitos medioambientales, no tóxicos, en particular aquellos que son productos naturales de consumo para los animales y por lo tanto presentar una menor toxicidad animal y medio ambiental (Ralph., 2000)

3.4.1. Efectos del plaguicida para la salud.

Los plaguicidas entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales (Suárez & Estrada, 2014)

Los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud; se entiende por agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo. (Suárez & Estrada, 2014)

Un plaguicida dado tendrá un efecto negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. Puede darse una exposición directa a plaguicidas (en el caso de los trabajadores de la industria que fabrican plaguicidas y los operarios, en particular, agricultores, que los aplican), o una exposición indirecta (en el caso de consumidores, residentes y transeúntes), en particular durante o después de la aplicación de plaguicidas en agricultura, jardinería o terrenos deportivos, o por el mantenimiento de edificios públicos, la lucha contra las malas hierbas en los bordes de carreteras y vías férreas, y otras actividades. (Comision Europea, 2006)

El uso de extractos de plantas como plaguicidas, comúnmente llamados plaguicidas botánicos u orgánicos, es considerado un método de manejo de plagas tradicional o indígena en los países en desarrollo de América Latina y el Caribe. Los extractos acuosos y preparaciones secas de semillas, hojas, corteza y raíces mezcladas en la finca para eliminar plagas son también una extensión satisfactoria de una rica tradición cultural de medicinas basadas en plantas para el tratamiento de enfermedades humanas y animales (Gladstone & Hruska, 2003)

Las plantas ofrecen muchas posibilidades para la producción de plaguicidas orgánicos y medicamentos veterinarios que no se han explotado debidamente, y para la búsqueda y aprovechamiento de este recurso natural se han descrito varias vías o rutas a seguir:

- Etnobotánica: a través del conocimiento del uso tradicional de ciertas especies para determinadas necesidades.
- Comportamiento natural de las plantas: basado en la observación del comportamiento frente a plagas y patógenos.
- Quimiotaxonómica: distribución de sustancias naturales dada por las relaciones filogenéticas de las especies en géneros y familias.
- Investigaciones fundamentales: estudios teóricos sobre el metabolismo secundario de algunas especies y géneros (fitoquímica). (Alfonso, s.f.)

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio será experimental y aplicada, ya que tiene como fin determinar el efecto del plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el crecimiento de orugas que dañan el fruto del maíz el mismo que se aprovechara el efecto plaguicida de carácter orgánico y amigable con el medio ambiente.

Es cualitativa y cuantitativa, debido a los análisis físicos químicos, realizados a la identificación, aplicación y control del plaguicida en función del tiempo; estos análisis corresponden a los tratamientos según cada concentración planteada, iniciando con la caracterización del agua del lavado de quinua.

En función de la temporalidad se trabajó en una investigación longitudinal ya que se recolecto datos a través del tiempo en periodos específicos para hacer inferencias en cuanto a las concentraciones de saponinas provenientes del agua de lavado de quinua (25%, 50%, 75%) además tenemos una muestra sin concentrar (SC) y otra muestra concentrada en su totalidad hasta llegar a un estado sólido la cual sería la concentración en polvo (CP) para ver su efectividad.

4.2. Población y Muestra:

El agua de lavado de quinua fue recolectada en la empresa de Productos Orgánicos Sumak Life, la planta de procesamiento se ubica en la provincia de Chimborazo, en el cantón Guano, sector Los Elenes. Se recolecto 15 litros de agua de lavado de quinua, la cual es desechada por la empresa, a partir de esta se preparó las 3 concentraciones (25%, 50%, 75%), la muestra SC y la muestra CP.

La plaga que afecta el fruto de maíz son las orugas (*Spodoptera frugiperda*), fueron donadas por la ESPOCH en la carrera de Agronomía, en la Estación Experimental Tunshi. Las orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*) fueron recolectadas en un número de 72 para ser analizadas con las distintas concentraciones (CP, 25%, 50%, 75%, SC) y 3 repeticiones planteadas.

Las orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*), fueron distribuidas en los cuadros, los cuales estuvieron marcados con las distintas concentraciones como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 1 Numeración de los Tratamientos realizados para su aplicación en la plaga.

Concentraciones	Numeración
Testigo	T5
CP	T1CP
C25%	T2 (25%)
C50%	T3 (50%)
C75%	T4 (75%)
SC	T5sc

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Teniendo de los 6 cuadros 3 repeticiones de cada uno dando un total de 18 cuadros con 4 orugas cogolleras en cada cuadro, considerando el tamaño de las orugas y con investigaciones planteadas hay que tener presente que las orugas presentan un comportamiento caníbal, razón por la cual suele encontrarse una sola larva dentro del cogollo, es por eso que se ha utilizado 4 larvas en cada repetición.

4.3. Procedimientos

4.3.1. Plaga

Se utilizaron 72 orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*) procedentes del maizal de la Estación experimental “Tunshi” de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Esta plaga fue identificada al momento que está haciendo daño al fruto del maíz y por sus características físicas fue reconocida por (*Spodoptera frugiperda*) las 72 orugas fueron recolectadas alimentadas y manejadas todas en las mismas condiciones pero con diferentes tratamientos.

4.3.2. Tratamientos

Los tratamientos obtenidos se realizaron en una plancha calefactora con un vaso de precipitación iniciando las concentraciones a partir de 1000 ml de agua de lavado de quinua y se concentró hasta los volúmenes establecidos (CP, 250ml, 500ml, 750ml, SC).

Tabla 2. *Reactivos y rendimiento en los métodos de extracción de saponina según varios autores.*

Metodología	Reactivos	R1	R2	\bar{X}	Desviación Estándar
(Bonifaz, 2010) (SNH)	Agua destilada, metanol, hexano	4,25 g/L	4,22 g/L	4,23 g/L	0,021213
(Ccbolgroup., s.f.)	Agua destilada	2,01 g/L	2,09 g/L	2,05 g/L	0.056569
(Nuñez, 2017)	Agua destilada	N/A	N/A	0,12 g/L	0,01

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Se probó algunos métodos de extracción, según la Tabla 2 podemos observar el rendimiento que se obtiene en la saponina y los reactivos utilizados.

Por el método de Bonifaz (SNH) el rendimiento fue de 4, 23 g/L, pero se emplea hexano, metanol y agua destilada para su extracción.

Por el método de Ccbolgroup se obtuvo un rendimiento de 2.05 g de saponina pura por cada litro de agua de lavado de quinua, los reactivos utilizados en este caso fueron agua destilada únicamente, sin embargo fue bastante dificultoso la obtención de la misma pues se tuvo que filtrar con milipore de 0.5 μm para simular la ultrafiltración que se requería.

Por el método de Nuñez se obtuvo un contenido de 0.12 g de saponinas por cada litro de agua de lavado de quinua los reactivos utilizados fue el agua destilada, utilizando para su filtración un milipore para simular la ultrafiltración que se requería.

En la presente investigación el agua del lavado de quinua fue concentrada al contrario de Ccbolgroup y Nuñez, que utilizaron como reactivos agua destilada para diluir el agua de la saponina.

4.3.2.1. Adaptación de extracción de saponinas de quinua según Ccbolgroup.

- 1) Tomar 1 Litro de agua de lavado de quinua
- 2) Realizar una extracción sólido líquido con un lavado
- 3) Concentrar el extracto a 6° Brix
- 4) Someter el extracto obtenido a ultrafiltración (filtración con membranas)
- 5) Se logra obtener un concentrado de 8 ° Brix (Ccbolgroup., s.f.)

Tabla 3 *Proceso de los tratamientos a diferentes niveles de concentración*

Tratamiento	Proceso
T ₁ CP	El agua de lavado de quinua se debe dejar en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes, luego se toma 1000ml de agua del lavado de quinua y se concentra hasta un volumen mínimo, se lleva a una estufa y se procede a secar, se obtiene un polvo con partículas muy finas.
T ₂ (25%)	El agua de lavado de quinua se debe dejar en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes, luego se toma 1000ml de agua del lavado de quinua y se concentra hasta un volumen de 250 ml.
T ₃ (50%)	El agua de lavado de quinua se debe dejar en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes, luego se toma 1000ml de agua del lavado de quinua y se concentra hasta un volumen de 500 ml.
T ₄ (75%)	El agua de lavado de quinua se debe dejar en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes, luego se toma 1000ml de agua del lavado de quinua y se concentra hasta un volumen de 750 ml.
T ₅ SC	El tratamiento es sin concentrar lo cual se utiliza los 1000ml de agua de lavado de quinua obtenidos.

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

4.3.3. Evaluación del plaguicida del agua de lavado de quinua en las diferentes concentraciones.

4.3.3.1. Lugar y pruebas de ensayo

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Control Calidad y Análisis de Productos Agroindustriales de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chimborazo.

4.3.3.2. Control de calidad de las concentraciones del Agua de lavado de quinua.

Los análisis realizados en la caracterización del agua de lavado de quinua fueron estudiados en trabajos similares de (Bonifaz, 2010), (Nuñez, 2017) y (Gunsha, 2013)

Tabla 4 *Análisis físico químico del agua de lavado de quinua basado en las siguientes normas y métodos.*

<i>Análisis Físicoquímico y Métodos utilizados</i>	pH: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0389:86 Método AOAC (1990) 981.12. Potenciómetro modelo Milwaukee
	°Brix: Método AOAC (1990) 932.12 Refractómetro modelo Vee Gee BX-3 a temperatura ambiente
	Índice de Refracción: Técnica del Refractómetro de luz artificial
	Cenizas: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2171:2013 en la Mufla a 550°C.
	Proteína: Método Kjeldahl

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

(Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0389:1986, 1986), (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2171:13, 2013).

4.3.3.3. Tamizaje Fitoquímico de las concentraciones del Agua de lavado de quinua.

El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de los metabolitos secundarios de la planta con un solvente polar y la aplicación de reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo.

Se efectuó el tamizaje fitoquímico para determinar la composición química general de las concentraciones según lo descrito por (Bonifaz, 2010) (Nuñez, 2017) y (Gunsha, 2013).

Ensayo de Espuma.- Permite reconocer la presencia de saponinas. Se tomó una muestra de cada una de las concentraciones (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}) del agua de lavado de quinua y se agitó la muestra fuertemente durante 10 minutos. El ensayo se consideró positivo al aparecer espuma en la superficie de la muestra de más de 2mm de altura y persistente por más de 2 minutos.

Ensayo de Fehling.- Permite reconocer la presencia de Azucares reductores. Se evapora el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse en 1-2 ml de agua. Se adiciona 2 ml del reactivo y se calienta en baño de agua 5-10 minutos la mezcla. El ensayo se considera positivo si la solución se colorea a rojo o aparece precipitado rojo. El reactivo se prepara de manera independiente y se obtiene 2 soluciones (A y B), se mezclan igual cantidad en volumen de cada una de ellas justo al momento de realizar el ensayo.

Ensayo de Shinoda.- Permite reconocer la presencia de Flavonoides. A la muestra del agua de quinua se añadió en 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción se esperó 5 minutos, se añadió 1 ml de alcohol amílico. Se mezclaron las fases y se dejó reposar hasta que se separen. El ensayo se consideró positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intenso en todos los casos

Ensayo de Lieberman Buchard.- Permite reconocer la presencia de Triterpeno y/o esteroides. La muestra se evaporó en baño de agua y el residuo se re disolvió en 1 ml de cloroformo. Se adicionó 1 ml de anhídrido acético y se mezcló bien. Por la pared de tubo de ensayo se dejó resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Se considera positivo si se tiene un cambio de coloración:

- Rosado-azul muy rápido.
- Verde intenso-visible aunque rápido.
- Verde oscuro-negro-final de la reacción (Santos, 2004)

Ensayo de Bortrager.- Permite reconocer la presencia de quinonas. Se debe evaporar los tratamientos en baño de agua y el residuo redisolverse en 1 ml de cloroformo. Se adiciona 1 ml de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio ó amonio al 5 % en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su separación. Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo, el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++)

Ensayo de Wagner.- Permite reconocer la presencia de alcaloides. Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo, clasificando los resultados de la misma forma.

- Preparación del reactivo de Wagner: En un matraz volumétrico de 100ml, disolver 1,27g de yodo y 2 gotas de yoduro de potasio en 20 ml de agua; aforará la solución a 100 ml con agua destilada.

Contenido de saponinas: Proceso para la determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (NTE INEN 1672:88, 1988) el cual determina el contenido de saponina en los granos de la quinua y en esta investigación se adaptó para utilizarlos sobre los tratamientos del agua de lavado de quinua según el Anexo 8.

Se realizó el cálculo de contenido de saponina expresado en porcentaje en masa se calculó aplicando la siguiente ecuación a los tratamientos (T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}).

$$Ps = \frac{(0,646xh) - 0,104}{m \times 10}$$

Siendo:

Ps = el contenido de saponinas de la quinua, en porcentaje en masa;

h = altura de espuma, en cm;

m = masa de la muestra, en g.

4.4. Parte Experimental

Tabla 5 Descripción de la parte experimental

R/C	TS	T _{1CP}	T ₂ (25%)	T ₃ (50%)	T ₄ (75%)	T _{5SC}
R1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
R2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
R3	P3	P3	P3	P3	P3	P3

R= Repeticiones

C= Concentraciones (TS, T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC})

P= Plaga, en cada cuadro constaron 4 orugas (*Spodoptera frugiperda*)

3Rx6C= 18 Cuadros

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la parte experimental se desarrolló el experimento con 3 repeticiones como se muestra en la tabla cada repetición con 4 orugas (*Spodoptera frugiperda*) que dan un total de 12 por cada tratamiento, considerando los 5 tratamientos y 1 del testigo se obtuvo un total de 72 orugas cogolleras, las cuales iremos analizando su supervivencia durante 4 días, aplicándoles una dosis de 1mL de cada uno de los tratamientos (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}), en cada repetición, la CP se aplicó 1gr al ser polvo.

4.5. Modelo estadístico utilizado

4.5.1. Test de ANOVA:

Procedimiento estadístico que sirve para medir la variación total de las observaciones a la que se divide para sus componentes quedando el residuo como error experimental. En si este análisis determinara la relación entre una variable de la actividad plaguicida y uno o más factores de la saponina de la quinua.

4.5.2. Prueba de separación de medias:

La prueba de Tukey al 5% de confianza empleada para determinar las diferencias que existen entre las medias de los tratamientos realizados.

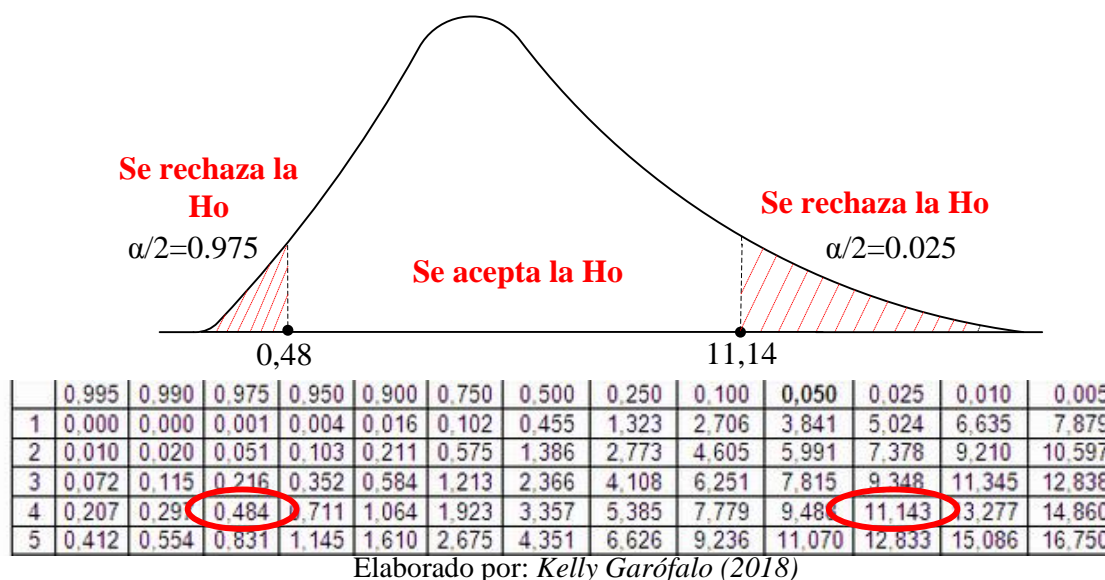
4.5.3. Test de proporciones:

El objetivo de una prueba de test de proporciones es determinar si las muestras independientes fueron tomadas de poblaciones, las cuales presentan la misma proporción de elementos con determinada característica. La prueba se concentra en la diferencia relativa (diferencia dividida entre la desviación estándar de la distribución de muestreo) entre las dos proporciones muestrales. Diferencias pequeñas denotan únicamente la variación casual producto del muestreo (se acepta H_0), en tanto que grandes diferencias significan lo contrario (se rechaza H_0). El valor estadístico de prueba (diferencia relativa) es comparado con un valor tabular de la distribución normal, a fin de decidir si H_0 es aceptada o rechazada. (Suárez M. , 2012)

Test Chi-cuadrado al 95% con 4 grados de libertad

El estadístico chi-cuadrado sirve para hacer pruebas de hipótesis en distribuciones de frecuencias. Chi-cuadrado permite determinar la asociación entre dos variables, la prueba es de tres tipos: De frecuencias (de homogeneidad) De independencia (respecto al total) De bondad de ajuste (ajuste a una distribución o frecuencias) (Suárez M. , 2012)

Ilustración 5 Chi- cuadrado según la comparación de la prueba y la tabla



La prueba Chi- cuadrado requiere la comparación X^2_{prueba} con el X^2_{tabla} para poder saber si la H_0 es aceptada o rechazada Si los datos son compatibles con la hipótesis de independencia, la probabilidad asociada al estadístico Chi-cuadrado será alta ($p > 0.05$). Si esa probabilidad $p < 0.05$, los datos son incompatibles con la H_0 de independencia y se concluye que las variables estudiadas están relacionadas (Suárez M. , 2012)

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

5.1. Resultados de análisis organolépticos del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua

Tabla 6 Características organolépticas del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua

Tratamientos	Aspecto	Color	Olor
T _{1CP}	Polvo	Café oscuro	Característico
T _{2 (25%)}	Consistencia Espesa	Café oscuro	Característico
T _{3 (50%)}	Consistencia Espesa	Café oscuro	Característico
T _{4 (75%)}	Líquida	Café claro	Característico
T _{5SC}	Líquida	Café claro	Característico

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la Tabla 6 se analizó las características organolépticas de los tratamientos en los cuales se evaluó el aspecto, color y olor.

En el aspecto del tratamiento T_{1CP} es en polvo, T_{2 (25%)} y T_{3 (50%)} al evaporar el agua el aspecto que presenta es de una consistencia espesa, en el T_{4 (75%)} y T_{5SC} al ser mayor el porcentaje de agua su aspecto es líquido; el color varía entre café oscuro - claro a medida que se va evaporando

diferentes volúmenes (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}); el olor es característico a la saponina proporcional al volumen evaporado. Lo cual tiene similitud con los trabajos de investigación de (Bonifaz, 2010) y (Gunsha, 2013)

5.2. Análisis fisicoquímicos los tratamientos provenientes de los residuos del agua de lavado de quinua.

Se analizaron los tratamientos (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}) y se determinó índice de refracción, °Brix, pH, cenizas y proteína de cada uno de ellos según indica la Tabla 7.

Tabla 7 Resultado de los análisis Fisicoquímicos del plaguicida a base de saponina del agua de lavado de quinua.

Análisis	Tratamientos	Valores	Valores Referenciales		
			(Bonifaz, 2010)	(Gunsha, 2013)	(Nuñez, 2017)
pH	T_{1CP}	-	6.5 a 9 U	6.8 U	5.30±0.01
	T_2 (25%)	6.02			
	T_3 (50%)	5.4			
	T_4 (75%)	5.7			
	T_{5SC}	5.55			
Índice de refracción	T_{1CP}	-	-	-	1.34±0.00
	T_2 (25%)	1.347			
	T_3 (50%)	1.346			
	T_4 (75%)	1.345			
	T_{5SC}	1.344			
°Brix	T_{1CP}	-	-	-	1.90±0.10
	T_2 (25%)	6			
	T_3 (50%)	4.5			
	T_4 (75%)	4			
	T_{5SC}	3			
Cenizas	T_{1CP}	14,82	0,373%	0,351%	-
	T_2 (25%)	0,863			
	T_3 (50%)	0,634			
	T_4 (75%)	0,425			
	T_{5SC}	0,288			
Proteína	T_{1CP}	4,933	10 mg/L	0, 01036 g/L	-
	T_2 (25%)	2,250			
	T_3 (50%)	1,975			
	T_4 (75%)	2,050			
	T_{5SC}	2,119			

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el análisis físico químico de los tratamientos (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}), se obtuvieron resultados según indica la Tabla 7 y se estableció una relación con diferentes autores entre: pH: varía de 5.4 a 6.5 lo cual se encuentra en el rango similar al resultado que nos dice (Nuñez, 2017), el cual nos da un valor de 5.3; Índice de refracción: los datos de los tratamientos son de 1.344 a 1.347 lo cual se encuentra en el rango similar al

resultado que nos dice (Nuñez, 2017) , el cual nos da un valor de 1.34 °Brix: los datos de los tratamientos son de 3-6; Cenizas: 0,288 a 0,863 en el rango de cenizas se pudo observar que el rango del valor que obtuvimos es igual a de (Bonifaz, 2010) que nos dice que no existen datos bibliográficos que reporten resultados de este tipo para el agua de lavado de quinua. En el T_{1CP} se obtuvo en cenizas: 14,82 de carga de minerales y Proteína: 1,975 a 4,933 haciendo una relación con los datos de 10.05mg/L de (Bonifaz, 2010) se puede apreciar que la cantidad es un valor bajo, pero también resulta considerable ya que es un residuo que se obtiene del procesamiento del lavado de quinua.

5.3. Tamizaje Fitoquímico de la saponina del agua de lavado de quinua

Tabla 8 Resultados del Tamizaje Fitoquímico del agua de lavado de quinua.

Ensayo	Grupos de compuestos	Resultado	Ensayo	Grupos de compuestos	Resultado
Espuma	Saponinas	+++	Lieberman	Tripertenos	+++
Fehling	Azúcares reductores	---	Buchard	y esteroides	---
Shinoda	Flavonoides	---	Bortrager	Quinonas	---
			Wagner	Alcaloides	+++

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la determinación del tamizaje fitoquímico la presencia de saponinas, alcaloides y tripertenos coinciden con los datos analizados de (Nuñez, 2017), en cambio (Bonifaz, 2010) encontró la presencia de ácidos grasos, triterpenos, azúcares y saponinas.

Los resultados del tamizaje demuestran que las saponinas, alcaloides y tripertenos son los compuestos que le dan las propiedades plaguicidas y tensoactivas al agua del lavado de quinua; a la vez su sabor amargo.

5.3.1. Contenido de Saponinas por NTE INEN 1672:88.

El resultado del contenido de saponina en los tratamientos (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}) es de 5,4% – 6,7% el cual muestra que el porcentaje del contenido de saponina disminuye al aumentar la concentración de evaporación, pasando de un valor de 0,005% - 0,37% presente en la quinua en grano a los valores presentados.

5.4. Población e Identificación inicial de orugas que dañan la mazorca del maíz

La población de orugas se obtuvo de la estación experimental de Tunshi se procedió a identificarlas 72 orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*).

Ilustración 6 Orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*)



5.5. Concentraciones y aplicación del plaguicida orgánico

Una vez identificada la población de orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*), se aplicó 5 concentraciones (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}), se evaluó la población final por días considerando un testigo.

Tabla 9 Mortalidad de (*Spodoptera frugiperda*) en función a los días.

Día: 1	Repeticiones			Día: 2	Repeticiones		
Tratamientos	1	2	3	Tratamientos	1	2	3
TS	0	0	0	TS	0	0	0
T_{1CP}	0	0	0	T_{1CP}	0	0	1
T_2 (25%)	0	0	0	T_2 (25%)	0	1	1
T_3 (50%)	0	0	0	T_3 (50%)	1	1	2
T_4 (75%)	0	0	0	T_4 (75%)	1	1	0
T_{5SC}	0	0	0	T_{5SC}	1	1	1
Día: 3	Repeticiones			Día: 4	Repeticiones		
Tratamientos	1	2	3	Tratamientos	1	2	3
TS	0	0	0	TS	0	0	0
T_{1CP}	1	1	0	T_{1CP}	0	0	0
T_2 (25%)	1	1	0	T_2 (25%)	0	1	1
T_3 (50%)	1	1	1	T_3 (50%)	2	1	0
T_4 (75%)	2	1	1	T_4 (75%)	0	2	2
T_{5SC}	0	0	1	T_{5SC}	1	3	1

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Según la Tabla 9 indica los cuatro días en el cual se va aplicando las concentraciones realizadas (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}), en cada una de las 3 repeticiones, analizando así el efecto del plaguicida orgánico a base de saponina del agua de lavado de quinua

(*Chenopodium quinoa*) en las orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*).

Durante el primer día, de aplicación de las saponinas no se registró mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz por lo que se puede mencionar que su efecto no es inmediato o de alta toxicidad, esto se debe a que las orugas tienen un tamaño ya adulto es decir que son grandes y 1 ml que se colocó en cada tratamiento fue poco para determinar su actividad plaguicida.

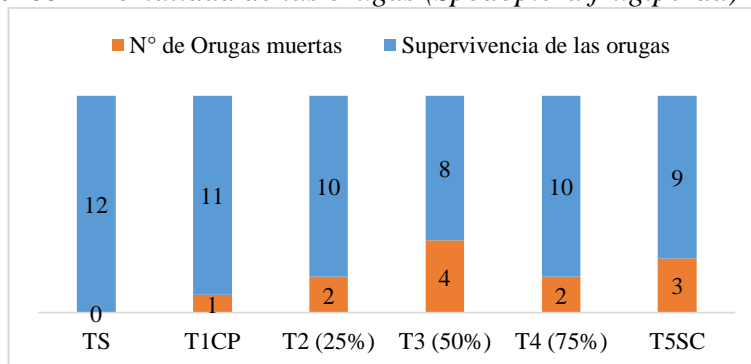
Tabla 10 Mortalidad de las Orugas (*Spodoptera frugiperda*) en el Día 2.

DÍA 2				
Tratamiento	N° de Orugas inicial	N° de Orugas muertas	Supervivencia de las orugas	% de Mortalidad
TS	12	0	12	0%
T ₁ CP	12	1	11	8%
T ₂ (25%)	12	2	10	17%
T ₃ (50%)	12	4	8	33%
T ₄ (75%)	12	2	10	17%
T ₅ SC	12	3	9	25%

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la Tabla 10 se observa la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al segundo día, los 5 tratamientos (T₁CP, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T₅SC), las 12 orugas cogolleras iniciales en cada tratamiento, el número de orugas cogolleras muertas entre 1 a 4, la supervivencia de las orugas entre 8 a 11 y los porcentajes de mortalidad, por lo que se menciona que la mortalidad de la plaga en el segundo día tiene un porcentaje de 8% - 33%.

Gráfico 1 Mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) Día 2



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el Gráfico 1 se representa la mortalidad y la supervivencia de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al tercer día, en general de todos los tratamientos existe una población de 60

orugas sin tomar en cuenta el testigo, dando así una mortalidad de 12 orugas en los tratamientos aplicados.

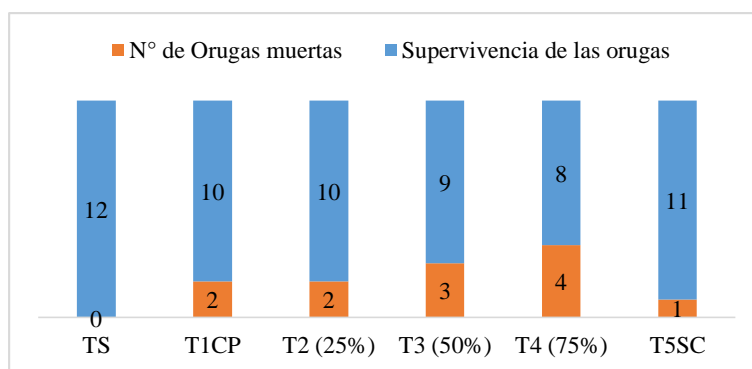
Tabla 11 *Mortalidad de las Orugas (Spodoptera frugiperda) en el Día 3.*

DÍA 3				
Tratamiento	N° de Orugas inicial	N° de Orugas muertas	Supervivencia de las orugas	% de Mortalidad
TS	12	0	12	0%
T _{1CP}	12	2	10	17%
T ₂ (25%)	12	2	10	17%
T ₃ (50%)	12	3	9	25%
T ₄ (75%)	12	4	8	33%
T _{5SC}	12	1	11	8%

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la Tabla 11 se observa la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al tercer día, los 5 tratamientos (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}), las 12 orugas cogolleras iniciales en cada tratamiento, el número de orugas cogolleras muertas entre 2 a 4, la supervivencia de las orugas entre 8 a 11 y los porcentajes de mortalidad, por lo que se menciona que la mortalidad de la plaga en el tercer día tiene un porcentaje de 8% - 33%.

Gráfico 2 *Mortalidad de las orugas (Spodoptera frugiperda) Día 3*



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el Gráfico 2 se representa la mortalidad y la supervivencia de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al tercer día, en general de todos los tratamientos existe una población de 60 orugas sin tomar en cuenta el testigo, dando así una mortalidad de 12 orugas en los tratamientos aplicados.

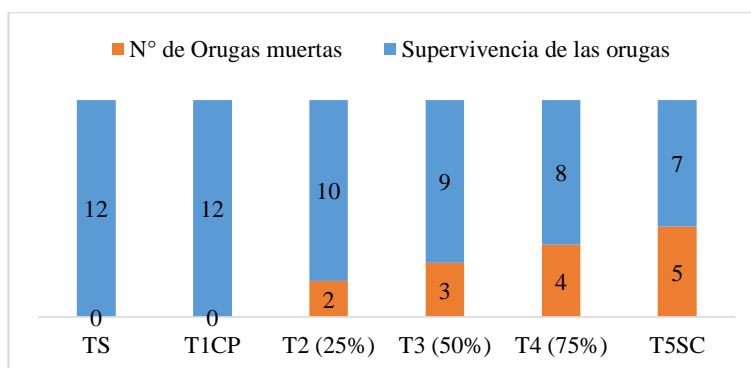
Tabla 12 Mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*), en el Día 4.

DÍA 4				
Tratamiento	N° de Orugas inicial	N° de Orugas muertas	Supervivencia de las orugas	% de Mortalidad
TS	12	0	12	0%
T _{1CP}	12	0	12	0%
T ₂ (25%)	12	2	10	17%
T ₃ (50%)	12	3	9	25%
T ₄ (75%)	12	4	8	33%
T _{5SC}	12	5	7	42%

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la Tabla 12 se observa la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al cuarto día, los 5 tratamientos (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}), las 12 orugas cogolleras iniciales en cada tratamiento, el número de orugas cogolleras muertas entre 2 a 5, la supervivencia de las orugas entre 7 a 12 y los porcentajes de mortalidad, por lo que se menciona que la mortalidad de la plaga en el cuarto día tiene un porcentaje de 17% - 42%.

Gráfico 3 Mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) Día 4



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el Gráfico 3 se representa la mortalidad y la supervivencia de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al cuarto día, en general de todos los tratamientos existe una población de 60 orugas sin tomar en cuenta el testigo, dando así una mortalidad de 14 orugas en los tratamientos aplicados.

Tabla 13 *Porcentaje de mortalidad de orugas (Spodoptera frugiperda), en los 4 días*

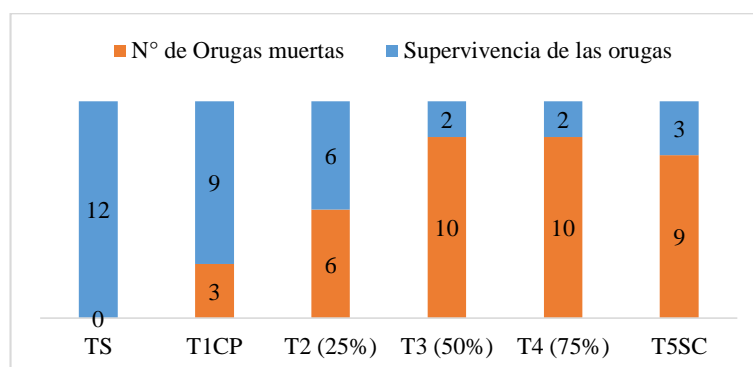
Tratamiento	N° de Orugas inicial	N° de Orugas muertas	Supervivencia de las orugas	% de Mortalidad
TS	12	0	12	0%
T _{1CP}	12	3	9	25%
T _{2 (25%)}	12	6	6	50%
T _{3 (50%)}	12	10	2	83%
T _{4 (75%)}	12	10	2	83%
T _{5SC}	12	9	3	75%

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En la Tabla 13 se observa la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) en los cuatro días, los 5 tratamientos (T_{1CP}, T_{2 (25%)}, T_{3 (50%)}, T_{4 (75%)}, T_{5SC}), las 12 orugas cogolleras iniciales en cada tratamiento, el número de orugas cogolleras muertas entre 3 a 10, la supervivencia de las orugas entre 2 a 9 y los porcentajes de mortalidad, por lo que se menciona que la mortalidad de la plaga en los cuatro días tiene un porcentaje de 25% - 83%.

Se analizó los tratamientos (T_{1CP}, T_{2 (25%)}, T_{3 (50%)}, T_{4 (75%)}, T_{5SC}) en las cuales se pudo conocer el efecto del plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua sobre el crecimiento en orugas que afectan el fruto del maíz, en los T_{3 (50%)} y T_{4 (75%)} se obtuvo una mortalidad de 83%, seguido del T_{5SC} el cual tuvo un promedio de 75%; existen referencias bibliográficas en las cuales (Nuñez, 2017) que realizó una investigación del plaguicida sobre nemátodos en cultivo en papas obtuvo como concentración idónea para lograr los mejores resultados, al agua de lavado de quinua sin dilución (100%), logrando un porcentaje de mortalidad de nemátodos del 94% el cual tiene diferencia en el proceso de elaboración de concentraciones ya que las concentraciones fueron aumentadas agua pura al agua de saponina, sin embargo es importante resaltar que los nematodos en el cultivo de papa son más pequeños que las orugas cogolleras que dañan el maíz por lo que concentrar permitió aumentar de un 75% de mortalidad del T_{5SC} a un 83% con la concentración T_{3 (50%)}, T_{4 (75%)}, evidentemente existe mortalidad lo cual podría obtener mejores resultados aplicando los distintos tratamientos en la etapa inicial de la plaga y en el desarrollo vegetativo del cultivo del maíz que es de (7-48 días).

Gráfico 4 Mortalidad de orugas (*Spodoptera frugiperda*) en los cuatro días analizados.



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el Gráfico 4 se representa la mortalidad y la supervivencia de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) a los cuatro días de haber aplicado los distintos tratamientos (T_{1CP}, T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), T_{5SC}), en general de todos los tratamientos menos el testigo obtenemos un resultado de 38 orugas muertas de 60 orugas iniciales.

5.6. Análisis estadístico.

5.6.1. Análisis de varianza y Tukey según la mortalidad de las orugas (%)

Tabla 14. Mortalidad (%) de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*) al aplicar diferentes concentraciones de agua del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*).

Variables	Tratamientos						E.E.	Prob.
	TS	CP	25	50	75	SC		
Mortalidad día 1	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00	-
Mortalidad día 2	0.00 ^a	8.33 ^a	16.67 ^a	33.33 ^a	16.67 ^a	25.00 ^a	6.80	0.06
Mortalidad día 3	0.00 ^a	16.67 ^a	16.67 ^a	25.00 ^a	33.33 ^a	8.33 ^a	6.80	0.06
Mortalidad día 4	0.00 ^a	0.00 ^a	16.67 ^a	25.00 ^a	33.33 ^a	41.67 ^a	11.79	0.13

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el primer día en término de porcentajes nos indica que la aplicación de las saponinas no se registra mortalidad de las orugas que afectan el fruto de maíz por lo que se puede mencionar que su efecto no es inmediato o de alta toxicidad, esto se debe a que las orugas tienen un tamaño ya adulto es decir que son grandes y 1 ml que colocamos en cada tratamiento fue poco para determinar su actividad plaguicida.

En el segundo día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 8.33% a 25.00%, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), por lo que se

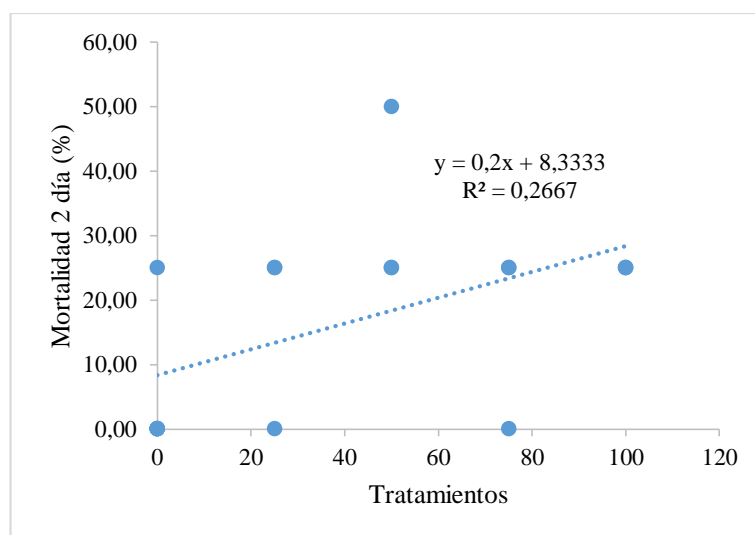
puede mencionar que la mortalidad de las orugas también puede ser por otras causas ambientales y no necesariamente por efecto de las saponinas.

En el tercer día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 8.33% a 25.00% de individuos, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), por lo que se puede mencionar que la mortalidad de las orugas también puede ser por otras causas ambientales y no necesariamente por efecto de las saponinas.

En el cuarto día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 16,67% a 41.67% de individuos, valores entre los cuales no difieren significativamente ($P > 0,05$), por lo que se puede mencionar que la mortalidad de las orugas también puede ser por otras causas ambientales y no necesariamente por efecto de las saponinas.

Además se puede argumentar que la saponina de la quinua si demuestra actividad plaguicida, un plaguicida natural no los mata de contado pero si se ve involucrado en la disminución del apetito y la movilidad de la plaga.

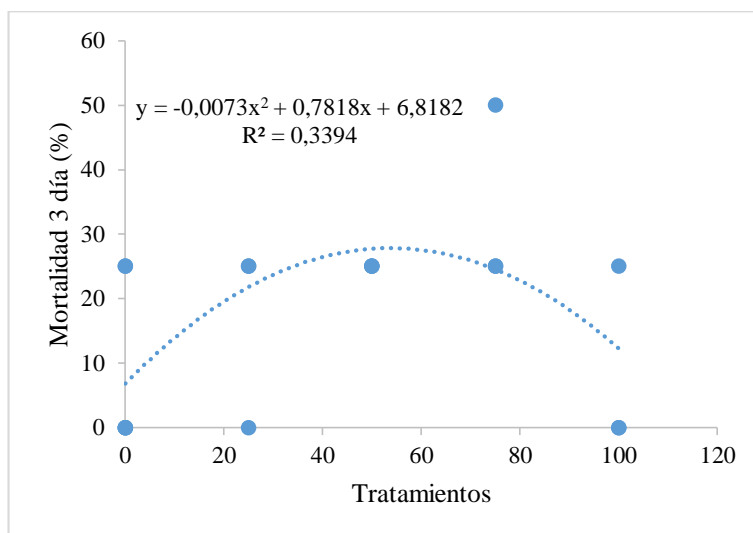
Gráfico 5 Segundo día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Según el Gráfico 5, la mortalidad de las orugas al segundo día de aplicación está relacionada significativamente ($P < 0,05$) de los niveles de la concentración de saponinas, determinándose que el 26,67% de mortalidad depende de los niveles de saponinas, además se puede mencionar que por cada concentración de saponinas aplicadas a las orugas de maíz, la mortalidad de estas corresponde a 0,2.

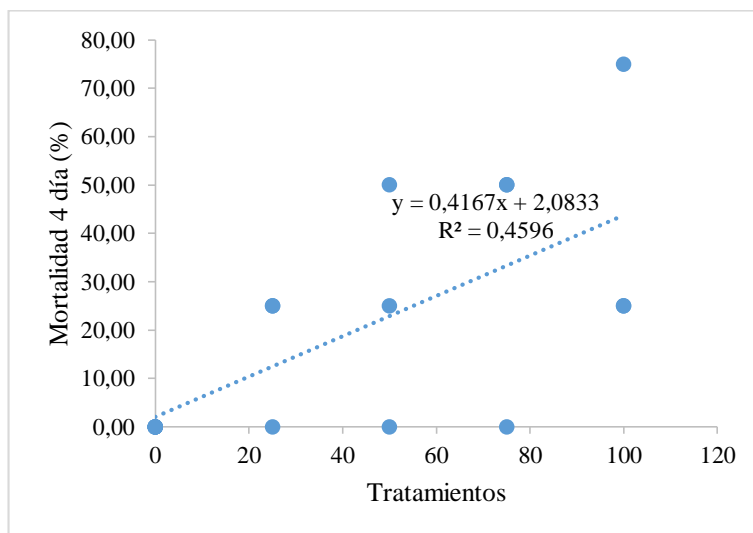
Gráfico 6 Tercer día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Según el Gráfico 6, la mortalidad de las orugas al segundo día de aplicación está relacionada significativamente ($P < 0,05$) de los niveles de la concentración de saponinas, determinándose que el 33,94% de mortalidad depende de los niveles de saponinas, además se puede mencionar que por cada concentración de saponinas aplicadas a las orugas de maíz, la mortalidad de estas corresponde a 0,0073.

Gráfico 7. Cuarto día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

Según el Gráfico 7, la mortalidad de las orugas al segundo día de aplicación está relacionada significativamente ($P < 0,05$) de los niveles de la concentración de saponinas, determinándose que el 45,96% de mortalidad depende de los niveles de saponinas,

además se puede mencionar que por cada concentración de saponinas aplicadas a las orugas que afectan el fruto del maíz, la mortalidad de estas corresponde a 0,4167.

Tabla 15 Comparación de los resultados de la mortalidad de acuerdo a las concentraciones mediante la prueba de Tukey.

CONCENTRACIONES	MORTALIDAD
T ₁ CP	1,00± 0,000
T ₂ (25%)	2,00±1,000
T ₃ (50%)	3,33±0,577
T ₄ (75%)	3,33±0,577
T ₅ (SC)	3,00±1,000

Resultados expresados como medias ± desviación estándar.

La ausencia de superíndices en cada fila y columna indica que no hay significancia de acuerdo a la prueba de Tukey (p<0,05).

Elaborado por: Kelly Garófalo.

En la Tabla 15, de la comparación de los resultados de la mortalidad de acuerdo a las concentraciones mediante la prueba de Tukey nos indica que no son significativos lo cual quiere decir que todas las concentraciones tienen el mismo efecto de mortalidad es decir que no se puede elegir una concentración óptima del plaguicida para ser aplicada a la plaga.

Tabla 16 Análisis ANOVA de la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) frente a los tratamientos obtenidos mediante concentraciones del agua de lavado de quinua.

ANOVA

MORTALIDAD DE LAS ORUGAS (*Spodoptera frugiperda*)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,400	4	3,100	5,813	,011
Dentro de grupos	5,333	10	,533		
Total	17,733	14			

En la Tabla 16, ANOVA de la mortalidad de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) con todos los tratamientos se puede decir que si existe una diferencia significativa (P<0,05), por lo que se concluye que existe mortalidad de las orugas aplicando los tratamientos realizados.

5.6.2. Test de proporciones

Tabla 17 Mortalidad (%) de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*) al aplicar diferentes concentraciones de agua del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*).

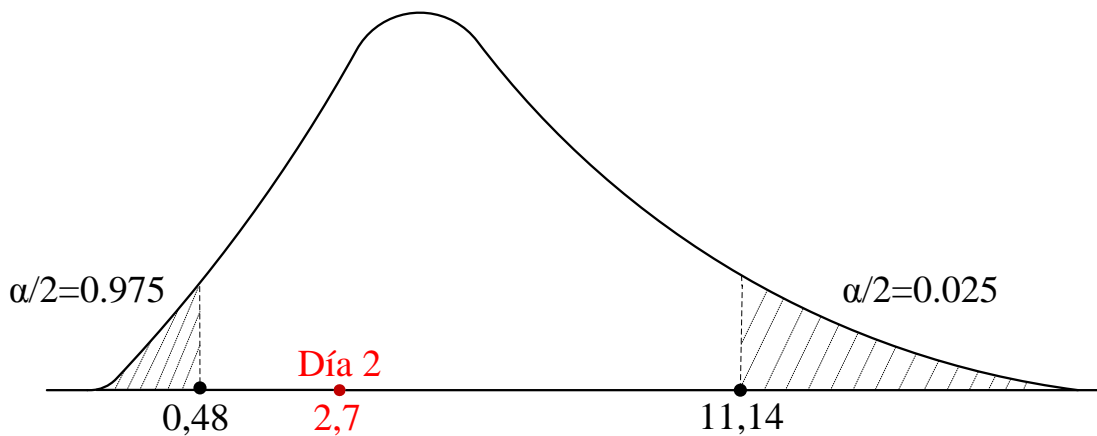
Variables	Tratamientos						P. valor	Chi Cuadrado
	TS	T _{1CP}	T ₂ (25%)	T ₃ (50%)	T ₄ (75%)	T _{5SC}		
Mortalidad día 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mortalidad día 2	0.00	8.3	17	33	17	25	0.607	2,7
Mortalidad día 3	0.00	25	33	58	50	33	0.44	3,75
Mortalidad día 4	0.00	25	50	83	83	75	0.0096	13,34

Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

En el primer día en término de porcentajes nos indica que la aplicación de las saponinas no se registra mortalidad de las orugas que afectan el fruto de maíz por lo que se puede mencionar que su efecto no es inmediato o de alta toxicidad, esto se debe a que las orugas tienen un tamaño ya adulto es decir que son grandes y 1 ml que colocamos en cada tratamiento fue poco para determinar su actividad plaguicida.

En el segundo día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 8.3% a 25% de orugas cogolleras, valores entre los cuales no existe diferencia significativa entre las proporciones de muerte de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al 95% de confianza es decir ($P > 0,05$).

Gráfico 8 Segundo día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



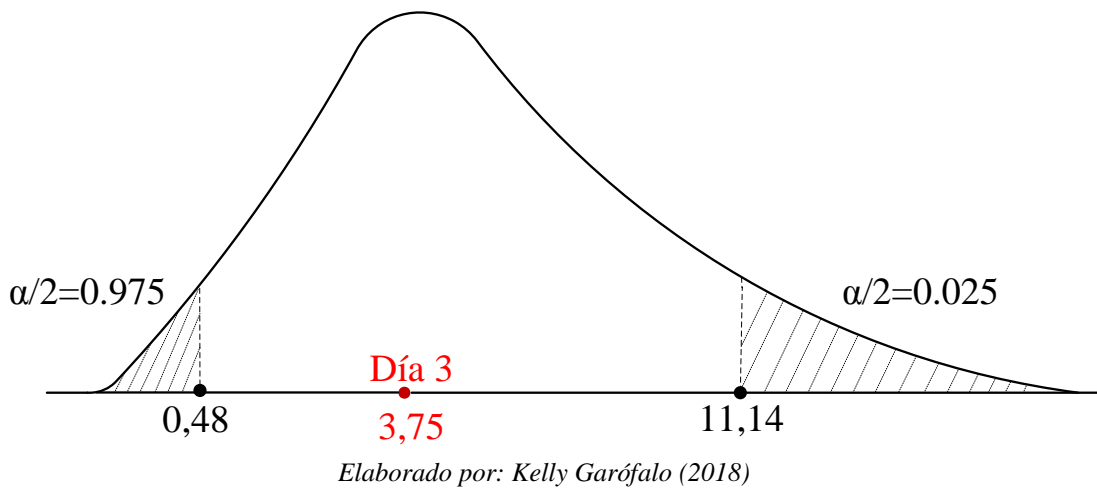
Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

El Gráfico 8, de la Chi cuadrado al 95% de confianza con 4 grados de libertad, nos indica que estadísticamente en toda la población de las orugas no existe diferencia significativa

en el segundo día de aplicación de los distintos tratamientos (T_{1CP} , $T_{2(25\%)}$, $T_{3(50\%)}$, $T_{4(75\%)}$, T_{5SC}).

Al tercer día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 25% a 58% de orugas cogolleras, valores entre los cuales no existe diferencia significativa entre las proporciones de muerte de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al 95% de confianza es decir ($P > 0,05$).

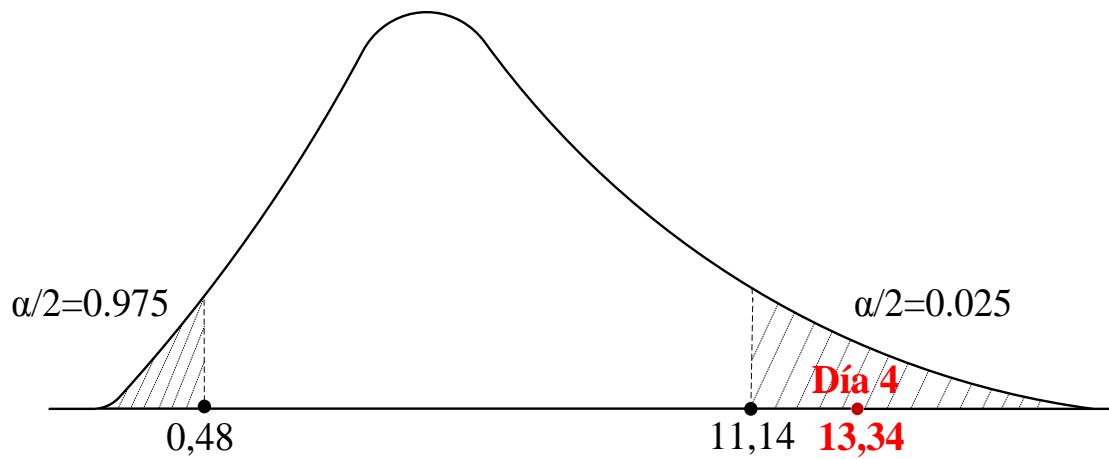
Gráfico 9. Tercer día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



El Gráfico 9, de la Chi cuadrado al 95% de confianza con 4 grados de libertad, nos indica que estadísticamente en toda la población de las orugas no existe diferencia significativa en el tercer día de aplicación de los distintos tratamientos (T_{1CP} , $T_{2(25\%)}$, $T_{3(50\%)}$, $T_{4(75\%)}$, T_{5SC}).

Al cuarto día en término de porcentajes, se pudo registrar mortalidades de 25% a 83% de orugas cogolleras, valores entre los cuales ya existe diferencia significativa entre las proporciones de muerte de las orugas (*Spodoptera frugiperda*) al 95% de confianza es decir ($P < 0,05$) se rechaza la H_0 y se acepta la alternativa esto quiere decir que el efecto del plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) es eficiente sobre el crecimiento de orugas cogolleras que hacen daño a los cultivos de maíz (*Zea mays*)

Gráfico 10 Cuarto día de mortalidad de las orugas al aplicar las concentraciones (%).



Elaborado por: Kelly Garófalo (2018)

El Gráfico 10, de la Chi cuadrado al 95% de confianza con 4 grados de libertad, nos indica que estadísticamente en toda la población de las orugas si existe diferencia significativa en el cuarto día de aplicación de los distintos tratamientos (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones:

Se caracterizó el plaguicida orgánico obtenido en las diferentes concentraciones (T_{1CP} , T_2 (25%), T_3 (50%), T_4 (75%), T_{5SC}), realizando un análisis físico químico de los tratamientos obteniendo resultados relacionados a diferentes autores el pH varía 5.4 a 6.5 ácido; en el índice de refracción los tratamientos son de 1.344 a 1.347; los °Brix de 3 a 6; las cenizas 0.288 a 0.863 en el T_{1CP} se obtuvo un porcentaje de 14.82% y proteína: 1.975-4.933 valores que fueron aumentando en forma proporcional a la concentración, en la determinación del tamizaje fitoquímico se concluyó que los tratamientos presentan compuestos de saponinas, triptenos y alcaloides los cuales se encargan de las propiedades del plaguicida y a su vez del sabor amargo.

Al evaluar el plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre el crecimiento en orugas del maíz (*Zea mays*) se estaría utilizando, para aportar al medio ambiente menos contaminación, un plaguicida biológico creado por los residuos de la industria que se encarga del procesamiento del lavado de quinua el cual no contamina el medio ambiente como es el caso de los plaguicidas químicos que causan un daño al ambiente y a la salud del consumidor.

Al aplicar el plaguicida orgánico a base de saponina del lavado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre el crecimiento en orugas del maíz (*Zea mays*) se obtuvo que los tratamientos T_3 (50%), T_4 (75%) con un porcentaje de 83% en los dos tratamientos presentaron mayor efectividad sobre la mortalidad de la plaga, la concentración al 50% es suficiente para obtener el resultado esperado sin embargo el efecto del plaguicida del agua de lavado de quinua sin concentrar T_{5SC} presenta un 75% de mortalidad sobre la plaga.

En el análisis estadístico se evaluó los tratamientos en los cuatro días, lo cual se pudo concluir que todos los tratamientos tienen efecto plaguicida en orugas que afectan el fruto del maíz además se observó un índice de mayor mortalidad en el cuarto día teniendo un grado de significancia de ($0,009 < 0,05$) al 95% de confianza, hay que tener en cuenta que se trabajó con orugas en etapa adulta las cuales nos proporcionó la ESPOCH en la misma que si existió efectividad por lo tanto su eficiencia es mayor para las orugas en etapa inicial, también resultara más efectivo aplicando en el desarrollo vegetativo del cultivo de maíz (*Zea mays*) que es de (7 – 48) días en la misma etapa que recién aparece la plaga de las orugas cogolleras (*Spodoptera frugiperda*).

6.2. Recomendaciones:

Aplicar el plaguicida en campo es decir una vez realizado el experimento sería recomendable difundir esta información y aplicar el plaguicida en campo de acuerdo al tiempo apropiado en el que se reproduce la plaga (*Spodoptera frugiperda*) y en las medidas exactas.

Se debe estudiar el efecto que produce sobre el follaje de las plantas ya que pueda causar efectos secundarios y afectar la producción de maíz.

Analizar el tiempo de vida útil de las saponinas del agua de lavado de lavado quinua para tener como referencia en qué momento se puede dañar la materia prima utilizada.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones acerca del estudio de la saponina como un plaguicida orgánico sobre otras plagas, para determinar su efecto evitando así la contaminación del medio ambiente y reutilizando el subproducto de la quinua.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (25 de 11 de 2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, 45 (3), 438-469. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>
- Alfonso, M. (s.f.). *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Ministerio de la Agricultura*. Obtenido de http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202002_2/10plaguicidasbotanicos.pdf
- Apaza, R., Smeltekop, H., Flores, Y., & Salcedo, G. A. (01 de 2016). Efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc. *Rev. Protección Veg.* , 31, 63-69. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v31n1/rpv09116.pdf>
- Bonifaz, L. (23 de 06 de 2010). *Determinación de la Actividad Insecticida de la Saponina de Quinua (Chenopodium quinoa) Hidrolizada y No Hidrolizada sobre Drosophila melanogaster*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/390>
- Botrell. (1979). Obtenido de <http://balcon.magap.gob.ec/magap01/magapaldia/libro/Manejo%20agroecológico%20de%20plagas%20MSV.pdf>
- Ccbolgroup. (s.f.). Obtenido de <http://ccbolgroup.com/saponina.html>
- Comision Europea. (2006). La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas Origen de la estrategia. Obtenido de http://ec.europa.eu/environment/archives/ppps/pdf/pesticides_es.pdf
- FAO. (1993). *E maiz en la nutrición humana: Tipos de maiz* . Obtenido de [http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S02.htm#Tipos de maiz](http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S02.htm#Tipos%20de%20maiz)
- FAO. (2013). Obtenido de Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura: <http://www.fao.org/quinoa/es/>

- Flores, T., Huamán, J., & Tomás, G. (2013). ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES METODOLOGÍAS CUANTITATIVAS DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DE LA MELISA OFFICINALIS “TORONJIL”. 47-51. Obtenido de file:///C:/Users/HP%201000/Downloads/6532-22938-1-PB.pdf
- Gladstone, S., & Hruska, A. (2003). *Una Guía para Promover el Manejo de Plagas más Seguro y más Eficaz con los Pequeños Agricultores*. Obtenido de USAID-APP: http://www.nisperal.org/docs/Guia_MIP_esp.pdf
- González, A. (2014). Obtenido de Control de plagas con insecticidas vegetales del medio y su aplicación: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2722/1/55203_1.pdf
- Gunsha, L. (2013). “ELABORACIÓN DE UN EMULSIONANTE COSMÉTICO A BASE DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN ERPE. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2471/1/56T00352.pdf>
- Guzmán, B., Tenorio, R., Cruz, D., & A., C. E. (2015). SAPONINS FROM CHENOPODIUM QUINOA WILLD AND CHENOPODIUM PALLIDICAULE AELLEN AS BIOCONTROLLERS OF PHYTOPATHOGEN FUNGI AND HEMOLYSIS AGENTS. *Revista Boliviana de Química*, 9.
- INEC. (2011). Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20la%20variedad%20de%20ma%C3%ADz%20INIAP%20-%20102%20Blanco%20Blandito%20Mejorado%20para%20la%20Provincia%20de%20Chimborazo..pdf>
- Lezaun, J. (2014). *croplife*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0389:1986. (1986). *Conservas vegetales determinación de la concentración del pH*. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986>

- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2171:13. (2013). *CEREALES, LEGUMINOSAS Y SUBPRODUCTOS DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CENIZAS POR INCINERACIÓN (IDT)*. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/AOC/08092014/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf
- NTE INEN 1672:88. (1988). *QUINUA. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SAPONINAS POR MEDIO DEL MÉTODO ESPUMOSO (MÉTODO DE RUTINA)*. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.1672.1988#page/n0/mode/2up>
- Núñez, J. (05 de 2017). “*El plaguicida orgánico de los residuos del lavado de la quinua (Chenopodium quinoa) y los nemátodos en cultivo en papas (Solanum tuberosum) en el cantón Quero*”. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25357>
- Páliz, V., & Mendoza, J. (s.f.). *PLAGAS DEL MAIZ. INIAP*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20%28Paliz%29%20Comunicaicón%20técnica%20sin%20número.pdf>
- Quiroz, D., & Merchán, M. (07 de 2016). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias : http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf
- Ralph., E. (16 de 07 de 2000). *Utilización de la saponina para el control de patogenos*. Obtenido de http://www.espatentes.com/pdf/2145943_t3.pdf
- Santander, S. (21 de 01 de 2017). *Comunidad de Comercio Exterior*. Obtenido de 2017 , el año de la exportación de Quinoa: <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/2017-el-a-o-de-la-exportaci-n-de-quinua>
- Santos, T. (2004). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos36/portulaca-oleracea/portulaca-oleracea.shtml>

Suárez, M. (2012). *Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos91/prueba-hipotesis-proporciones-z-y-ji-cuadrado-empleando-excel-y-winstats/prueba-hipotesis-proporciones-z-y-ji-cuadrado-empleando-excel-y-winstats.shtml>

Suárez, S., & Estrada, D. (2014). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. Obtenido de Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>

Wright et al. (2002). Saponinas. *Estado del arte de la quinua en el mundo 2013*, 321. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/266969103_Saponinas

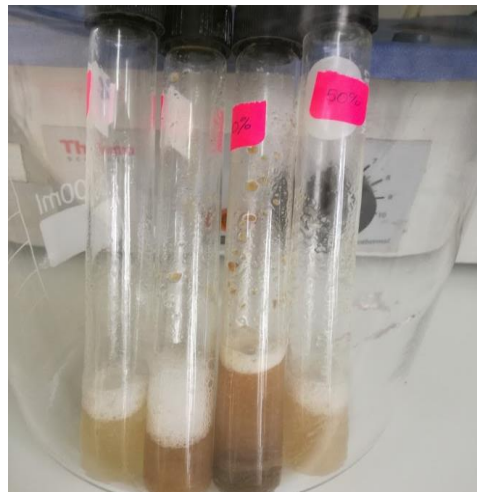
9. ANEXOS.



Anexo 1 *Concentraciones de saponina obtenidas*



Anexo 2 *Determinación del Índice de refracción*



Anexo 3 *Tamizaje fitoquímico ensayo de espuma, prueba de contenido de saponinas*



Anexo 4 (*Spodoptera frugiperda*)



Anexo 5 Experimento aplicando las concentraciones con 3 repeticiones cada uno.



Anexo 6 (*Spodoptera frugiperda*) en cada tratamiento



Anexo 7 Mortalidad de (*Spodoptera frugiperda*) en función a los días

Anexo 8 NTE INEN 1672 *Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso*



Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	QUINUA. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SAPONINAS POR MEDIO DEL MÉTODO ESPUMOSO (MÉTODO DE RUTINA)	INEN 1 672 1988-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para la determinación del contenido de saponinas.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este método se aplica a la quinua con contenido de saponinas comprendido entre 0,005% (0,2 cm) hasta 0,37 % (3,0 cm).</p> <p style="text-align: center;">3. FUNDAMENTO</p> <p>3.1 Este método físico se basa en las propiedades tensoactivas de las saponinas. Cuando se disuelven en agua y se agiten, las saponinas dan una espuma estable, cuya altura puede correlacionarse con el contenido de saponinas en los granos.</p> <p style="text-align: center;">3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1 Materiales.</p> <p>3.1.1 Tubos de ensayo con tapones de rosca; L = 160 mm, Ø = 16 mm, SUL 15.</p> <p>3.1.2 Probeta de 10 cm³</p> <p>3.1.3 Cronómetro (reloj)</p> <p>3.1.4 Balanza sensible al 0,01 g</p> <p>3.1.5 Regla sensible al 0,1 cm.</p> <p>3.1.6 Portatubos.</p> <p>3.2 Reactivos</p> <p>3.2.1 Agua destilada o agua de pureza equivalente.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Colocar $0,50 \pm 0,02$ g de granos de quinua en un tubo de ensayo.
- 4.2 Añadir $5,0 \text{ cm}^3$ de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro y sacudir fuertemente el tubo durante 30 segundos.
- 4.3 Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, luego sacudirlo otra vez durante 30 segundos.
- 4.4 Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos o más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos. Dar al tubo una última sacudida fuerte.
- 4.5 Dejar el tubo en reposo durante 5 minutos, luego medir la altura de espuma con aproximación al 0,1 cm.

5. CÁLCULOS

5.1 El contenido de saponinas de la quinua en grano, expresado en porcentaje, se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$P_s = \frac{(0,646 \pm h) - 0,104}{m \pm 10}$$

Siendo:

- P_s = el contenido de saponinas de la quinua, en porcentaje en masa;
 h = altura de espuma, en cm;
 m = masa de la muestra, en g.

6. INFORME DE RESULTADOS

- 6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de las determinaciones efectuadas por duplicado.
- 6.2 En el informe de resultados, debe indicarse el resultado obtenido. Además, debe mencionarse cualquier condición de operación no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influenciado sobre el resultado.
- 6.3 El informe incluirá todos los detalles necesarios para una completa identificación de la muestra.

(Continúa)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1 672	TÍTULO: QUINUA. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SAPONINAS POR MEDIO DEL METODO ESPUMOSO (METODO DE RUTINA)	Código: AG 05.04-317
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1988-01-11	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Por Acuerdo No. de Publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

La Dirección General considerando la necesidad de contar con método de ensayo que permita determinar la calidad de la quinua dispuso la elaboración de esta norma.

Subcomité Técnico: AG 05.04 QUINUA

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1988-02-22

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Carlos Nieto (Vicepresidente)

INIAP

Ing. Samuel Von Rutte

LATINRECO S.A.

Dr. Renato Andrade

QUINUASA

Ing. César Cáceres

MAG - CEREALES

Sr. Leo Hamburger

AGROINDUSTRIAL CHIMBORAZO S.A.

Ing. Alberto Espinosa (Secretario Técnico)

INEN

Otros trámites: * Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20. El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1988-04-13

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 978 de 1988-07-14

Por Acuerdo Ministerial No. 291 de 1988-07-06

Anexo 9 (%) Mortalidad de orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*) al segundo día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
TS	0	0	0
T1CP	0	0	25
T2	0	25	25
T3	25	25	50
T4	25	25	0
T5SC	25	25	25

ANALISIS DEVARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	17	3750,00			
Tratamientos	5	2083,33	416,67	3,00	0,06
Lineal	1	1190,48	1190,48	8,57	0,01
Cuadrática	1	357,14	357,14	2,57	0,13
Cúbica	1	0,00	0,00	0,00	1,00
Cuártica	1	267,86	267,86	1,93	0,19
Quintica	1	267,86	267,86	1,93	0,19
Error	12	1666,67	138,89		
CV %			70,71		
Media			16,67		

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05)

Tratamientos	Media	Grupo
TS	0,00	a
T1CP	8,33	a
T2	16,67	a
T3	33,33	a
T4	16,67	a
T5SC	25,00	a

Anexo 10 (%) Mortalidad de orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*) al tercer día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
TS	0	0	0
T1CP	25	25	0
T2	25	25	0
T3	25	25	25
T4	50	25	25
T5SC	0	0	25

ANALISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	17	3750,00			
Tratamientos	5	2083,33	416,67	3,00	0,06
Lineal	1	428,57	428,57	3,09	0,10
Cuadrática	1	1093,75	1093,75	7,88	0,02
Cúbica	1	195,60	195,60	1,41	0,26
Cuártica	1	364,58	364,58	2,63	0,13
Quintica	1	0,83	0,83	0,01	0,94
Error	12	1666,67	138,89		
CV %			70,71		
Media			16,67		

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05)

Tratamientos	Media	Grupo
TS	0,00	a
T1CP	16,67	a
T2	16,67	a
T3	25,00	a
T4	33,33	a
T5SC	8,33	a

Anexo 11 (%) Mortalidad de orugas (*Spodoptera frugiperda*) que afectan el fruto del maíz (*Zea mays*) al cuarto día de aplicación, utilizando diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
TS	0	0	0
T1CP	0	0	0
T2	0	25	25
T3	50	25	0
T4	0	50	50
T5SC	25	75	25

ANALISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	17	9444,44			
Tratamientos	5	4444,44	888,89	2,13	0,13
Lineal	1	4297,62	4297,62	10,31	0,01
Cuadrática	1	2,48	2,48	0,01	0,94
Cúbica	1	56,71	56,71	0,14	0,72
Cuártica	1	66,96	66,96	0,16	0,70
Quintica	1	20,67	20,67	0,05	0,83
Error	12	5000,00	416,67		
CV %			104,98		
Media			19,44		

SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (P < 0,05)

Tratamientos	Media	Grupo
TS	0,00	a
T1CP	0,00	a
T2	16,67	a
T3	25,00	a
T4	33,33	a
T5SC	41,67	a