

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

Tema: “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”.

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de
Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial

Autora: Ingeniera Verónica Jimena Núñez Solís


Directora: Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

Ambato- Ecuador


Mayo - 2017

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

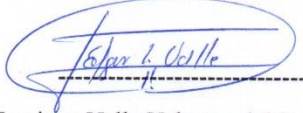
El Tribunal de Defensa del Trabajo de titulación presidido por Doctora Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar, e integrado por los señores Doctor José Homero Vargas López, Ingeniero Edgar Luciano Valle Velasteguí Magister, Doctor Carlos Alberto Rodríguez Meza, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “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”, elaborado y presentado por la señorita Ingeniera Verónica Jimena Núñez Solis, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción Agroindustrial; una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



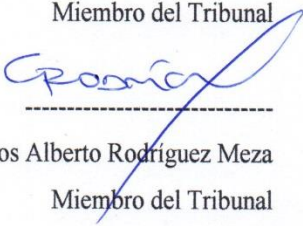
Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar
Presidenta del Tribunal de Defensa



Dr. José Homero Vargas López
Miembro del Tribunal




Ing. Edgar Luciano Valle Velasteguí, Mg.
Miembro del Tribunal



Dr. Carlos Alberto Rodríguez Meza
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “**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**”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Verónica Jimena Núñez Solis, Autora bajo la Dirección de Doctora Mirari Yosune Arancibia Soria, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Verónica Jimena Núñez Solis

C.C. 1803539640

AUTORA



Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

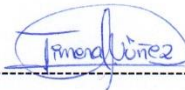
C.C. 1802142461

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Verónica Jimena Núñez Solís

C.C. 1803539640

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación.....	ii
Autoría del Trabajo de Titulación.....	iii
Derechos de Autor.....	iv
Índice General de Contenidos.....	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Agradecimiento.....	x
Dedicatoria.....	xi
Resumen Ejecutivo.....	xii
Executive Summary.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Tema de investigación.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Contextualización.....	3
1.2.2 Análisis crítico.....	5
1.2.3 Prognosis.....	6
1.2.4 Formulación del problema.....	6
1.2.5 Interrogantes.....	6
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Antecedentes investigativos.....	9
2.2 Fundamentación filosófica.....	17

2.3	Fundamentación legal	17
2.4	Categorías fundamentales	18
2.4.1	Variable Independiente	19
2.4.2	Variable Dependiente	20
2.5	Hipótesis.....	20
2.5.1	Hipótesis nula.....	20
2.5.2	Hipótesis alternativa.....	21
2.6	Señalamiento de variables.....	21
CAPÍTULO III.....		22
METODOLOGÍA		22
	Enfoque	22
3.1	Modalidad básica de la investigación	22
3.2	Nivel o tipo de investigación.....	22
3.2.1	Selección de la materia prima	23
3.2.2	Caracterización del agua de lavado de quinua	23
3.2.2.1	Determinación de densidad relativa (INEN 150:99).....	23
3.2.2.2	Determinación de pH	24
3.2.2.3	Determinación del índice de refracción	24
3.2.2.4	Determinación de sólidos solubles (°Brix)	24
3.2.2.5	Determinación de tamizaje fitoquímico.....	24
3.2.2.6	Determinación del contenido de saponinas.....	27
3.2.3	Análisis de suelo	28
3.2.4	Determinación de la mejor concentración de los residuos del agua de quinua	29
3.2.4.1	Extracción de nemátodos	29
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	36
3.3.4	Diseño Experimental (ensayo in vitro)	37
3.3.5	Diseño Experimental (ensayo en campo).....	37
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
3.5	PLAN DE RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN.....	41
3.6	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	41
CAPITULO IV.....		42
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....		42
4.1	Análisis de resultados.....	53
4.2	Verificación de la hipótesis.....	54
CAPITULO V.....		55

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
CAPITULO VI.....	56
PROPUESTA.....	56
6.1 Datos informativos	56
6.2 Antecedentes de la propuesta	57
6.3 Justificación.....	58
6.4 Objetivos	58
6.5 Análisis de factibilidad.....	59
6.6 Fundamentación	60
6.7 Metodología	61
6.8 Administración.....	63
6.9 Previsión de la evaluación.....	64
Referencias bibliográfica	65
Anexos.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción agrícola anual de papa y quinua en Ecuador.....	9
Tabla 2. Niveles de infestación de los suelos por <i>Globodera sp.</i>	11
Tabla 3. Mortalidad de diferentes géneros de nemátodos.....	14
Tabla 4. Concentraciones de agua de lavado de quinua utilizadas en el ensayo...30	
Tabla 5. Características taxonómicas de la papa chaucha (<i>Solanum phureja</i>)....32	
Tabla 6. Especificaciones del terreno utilizado para el ensayo de campo.....	32
Tabla 7. Residuos de agua de quinua a diferentes concentraciones.....	37
Tabla 8. Factores de estudio en campo.....	37
Tabla 9. Variable independiente.....	39
Tabla 10. Variable dependiente.....	40
Tabla 11. Características físicas de los residuos del agua de lavado de quinua...42	
Tabla 12. Tamizaje fitoquímico en residuos del agua de lavado.....	43
Tabla 13. Población inicial y final de nemátodos (bionematicida 100%).....	44
Tabla 14. Población inicial y final de nemátodos (bionematicida 75%).....	45
Tabla 15. Población inicial y final de nemátodos (bionematicida 50%).....	45
Tabla 16. Análisis de varianza bionematicida a diferentes concentraciones.....	46
Tabla 17. Mortalidad de nemátodos bionematicida diferentes concentraciones..47	
Tabla 18. Nemátodos vivos antes y después aplicación del bionematicida.....	48
Tabla 19. Análisis de Varianza aplicación del bionematicida 100% v/v.....	49
Tabla 20. Nemátodos vivos expuestos a concentraciones bionematicida.....	49
Tabla 21. Rendimiento de papa (<i>Solanum phureja</i>).....	53
Tabla 22. Costo de producción aproximado del bionematicida.....	54
Tabla 23. Balance de costos para la producción de un bionematicida.....	59
Tabla 24. Modelo Operativo (Plan de Acción).....	62
Tabla 25. Administración de la propuesta.....	63
Tabla 26. Previsión de la Evaluación.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas.....	5
Figura 2. Principales provincias productoras de papa.....	10
Figura 3. Estructura típica de un nemátodo fitoparásito.....	10
Figura 4. Estructura química de las saponinas de la quinua.....	13
Figura 5. Organizador lógico de variables.....	18
Figura 6. Técnica en zigzag utilizada para realizar muestreo en suelos.....	28
Figura 7. Ensamblado del embudo de Baerman.....	29
Figura 8. Disposición de las parcelas en el campo.....	33
Figura 9. Disposición de las diferentes muestras en el estudio de campo.....	34
Figura 10. Nemátodo <i>Globodera pallida</i> , observado en el microscopio.....	44
Figura 11. Porcentaje de mortalidad de nemátodos.....	46
Figura 12. Nemátodos vivos después de la aplicación del bionematicida.....	48
Figura 13. Nemátodos vivos después de aplicación bionematicida al 100%.....	49
Figura 14. Plantas testigo (sin aplicación bionematicida).....	51
Figura 15. Plantas una aplicación del bionematicida.....	51
Figura 16. Plantas aplicación bionematicida en siembra y rascadillo.....	52
Figura 17. Plantas aplicación bionematicida en siembra, rascadillo y aporque..	52

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por brindarme la vida, la salud y la sabiduría, por permitirme vivir este sueño realizado; por todo lo que tengo y lo que soy.

A la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por ser parte de mi formación académica. A la Facultad de Ciencias Agropecuarias a través del personal docente por ser mi guía para el desarrollo de esta investigación, por compartir sus conocimientos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a través de la Facultad de Ciencias en especial al BQF. Germán Toapanta M.Sc. por permitir la ejecución de este trabajo, por su sincera amistad.

A la empresa Sumaklife a través de su gerente Econ. Patricio Juela, por ser parte de esta investigación.

Un agradecimiento profundo a la Dra. Mirari Arancibia por su generosidad para conducir esta investigación mediante su experiencia, por su apoyo, esfuerzo y dedicación.

Jimena Núñez Solís

DEDICATORIA

A Dios fuente infinita de amor, bondad y misericordia quien ha sido mi luz y mi sendero para culminar este sueño tan anhelado.

A mi padre Gonzalo Núñez por todas las bendiciones recibidas desde el cielo.

A mi madre Rosario Solis, por ser mi ejemplo de perseverancia, el pilar en mi vida, por sus sabios consejos, sus valores, su comprensión, su apoyo.

A mis hermanos Leonardo, Xavier, Soraya y Narcisa por ser mi ejemplo de superación, por la fortaleza y constancia para salir adelante a pesar de las adversidades, por ser mi ejemplo de vida.

A mis sobrinos Christian, Shayna, Jason, Alejandro y Juan Pablo por la nobleza de sus almas y su amor incondicional quienes han sido mi motivación constante para ser cada día mejor persona.

A todos mis verdaderos amigos por sus palabras de aliento, por sus consejos, por todos los momentos compartidos.

Jimena Núñez Solis

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“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”

AUTORA: Ing. Verónica Jimena Núñez Solís

DIRECTORA: Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

FECHA: 02 de Marzo del 2017

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se estudió el efecto nematicida de los residuos de agua del primer lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*). Los primeros análisis se llevaron a cabo con una selección de nemátodos *in vitro* a diferentes concentraciones del bionematicida, donde se determinó que al cabo de 240 min, y a una concentración del 100% v/v de agua de lavado se produce mayor mortalidad de nemátodos (~94%). Posteriormente se realizó un estudio de campo aplicando el bionematicida en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*). El producto fue aplicado en diferentes períodos del cultivo de papa como la etapa de siembra (A), etapa de siembra y rascadillo (B), etapa de siembra, rascadillo y aporque (C). Los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicó el bionematicida en las tres etapas del cultivo (siembra, rascadillo y aporque) donde la población de nemátodos se redujo en un 86%. Este estudio abre la posibilidad de utilizar un residuo de la industria de procesamiento de quinua en el control de nemátodos fitoparásitos.

Descriptores: *quinua, nemátodos, fitoparásitos, plaguicida orgánico, papa.*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

THEME:

“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”

AUTHOR: Ing. Verónica Jimena Núñez Solís

DIRECTED BY: Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

DATE: 02 de Marzo del 2017

EXECUTIVE SUMMARY

In the present investigation the nematicidal effect of the water residues of the first wash of quinoa (*Chenopodium quinoa*) was studied. The first analyzes were carried out with a selection of in vitro nematodes at different concentrations of bionematicide, where it was determined that after 240 min, and at a concentration of 100% v/v washing water, nematode mortality increased (~ 94%). Subsequently, a field study was carried out applying bionematicide to potato crops (*Solanum tuberosum*). The product was applied in different periods of potato cultivation as the seed stage (A), seed stage and rascadillo (B), sowing stage, rascadillo and aporque (C). The best results were obtained when the bionematicide was applied in the three stages of cultivation (sowing, rascadillo and aporque) where the nematode population was reduced by 86%. This study opens the possibility of using a residue from the processing industry of quinoa in the control of plant parasitic nematodes.

Keywords: quinoa, nematodes, phytoparasites, organic pesticide, potato.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la papa es uno de los cultivos tradicionales, donde Tungurahua contribuye con una fracción significativa a nivel de la producción nacional. Este tubérculo es propenso al ataque de varias plagas principalmente a los nemátodos, los cuales a través de los años al alcanzado altos niveles de infestación en el suelo lo que ha provocado pérdidas en la producción.

A fin de controlar las plagas, el sector agrícola ha optado por la utilización de nematicidas en su gran mayoría sintetizados químicamente con la finalidad de mejorar sus cultivos e incrementar los niveles de producción, no obstante, el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias podría ser perjudicial para la salud, además de afectar al suelo, agua y medio ambiente debido a la acumulación de residuos químicos.

La quinua contiene saponinas las cuales son consideradas como factores antinutricionales además de conferir un sabor amargo; las saponinas producto del metabolismo secundario pueden actuar como mecanismos de defensa de las plantas en el control de ciertas plagas.

En este sentido en la presente investigación se propone utilizar residuos de lavado de la industrialización de la quinua como una alternativa interesante al control de nemátodos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

“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”.

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador, los nemátodos constituyen uno de los grupos de invertebrados más diversos y que más pérdidas provoca en la agricultura debido a su difícil control. Los fitoparásitos en general se alimentan de los nutrientes presentes en las raíces y de productos metabolizados o absorbidos por la raíz y que no son transformados en su totalidad por la planta (Guerrero, 2015). La mayor parte del daño se debe a la formación de tejido radicular de defensa (nódulos o agallas), que impiden la absorción de agua y nutrientes por la planta lo que provoca la disminución de su productividad y por lo tanto grandes pérdidas para el agricultor (Guerrero, 2015).

El uso de productos químicos destinados para controlar plagas y ciertas enfermedades vegetales, ha jugado un papel importante en el rendimiento de la producción agrícola, no obstante, el uso poco controlado de estos productos ha generado problemas de salud, desencadenando el envenenamiento en personas que manipulan los químicos, además de la afectación al medio ambiente.

Con base a lo anterior, es importante buscar alternativas más amigables con el ambiente y que sean igual de efectivas, como por ejemplo, a través de investigaciones sobre la posibilidad de utilizar extractos naturales con potencial nematicida.

1.2.1 Contextualización

En Ecuador, la concepción de la agricultura ha concurrido desde el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, pasando por la agricultura orgánica (sin plaguicidas), y finalmente en las actuales formas de agricultura sostenible (sistemas agroecológicos), que permiten un uso racional de pesticidas y recomiendan la incorporación de prácticas y productos biológicos para bajar el impacto hacia el medio ambiente. Sin embargo, para desarrollar un plaguicida ecológico, éste debe ser obtenido mediante una producción sostenible, con mínimo costo, garantizando la calidad del producto, y brindando seguridad a los trabajadores, agricultores, consumidores y medio ambiente (Bernal, 1996). El interés por las alternativas ecológicas se fundamenta en las observaciones realizadas por la Red Mundial de Plaguicidas que estiman en un millón el número de intoxicaciones al año, 20000 de las cuales terminan en muerte (RAP-AL, 2013).

Asimismo, el Plan Nacional de Buen Vivir, contempla que el acceso a la tierra debe cumplir con la función social y ambiental. La función social de la tierra implica la generación de empleo, la redistribución equitativa de ingresos, la utilización productiva y sustentable de la tierra. La función ambiental de la tierra implica que ésta procure la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; que permita la conservación y manejo integral de cuencas hidrográficas, áreas forestales, bosques, ecosistemas frágiles como humedales, páramos y manglares, que respete los derechos de la naturaleza y del buen vivir; y que contribuya al mantenimiento del entorno y del paisaje (Ecuador, 2013).

Los problemas de salud pública y medioambiente, ocasionados por los nematicidas químicos, han motivado la investigación en alternativas menos agresivas para el control de plagas. El control de plagas juega un papel importante en la producción agrícola, por ejemplo, los nemátodos son causantes de pérdidas cuantiosas especialmente en el cultivo de papa. Generalmente, las pérdidas están relacionadas con la calidad y el rendimiento del tubérculo el cual depende directamente del grado de infestación por fitopatógenos. En el caso de la semilla, la afectación puede alcanzar hasta el 100%. Se estima que por cada 20 huevos y larvas, por gramo de suelo, las pérdidas alcanzan las 2 toneladas de papa por hectárea, pudiendo llegar

hasta el 80% (Pumisacho & Sherwood, 2002). En este sentido, los plaguicidas orgánicos o naturales, especialmente aquellos obtenidos a partir de desechos de la agroindustria, como ocurre con el agua de lavado de quinua, son una opción interesante.

La quinua, forma parte del grupo de cultivos y alimentos de origen andino infrautilizados (Fernández, 1995). Esta especie presenta una contribución significativa a la mejora en la calidad de vida de la gente, en términos de seguridad alimentaria y nutricional, genera ingresos y mejora la salud, en particular para los miembros más vulnerables de la sociedad (Scheldeman *et al.*, 2003). Actualmente en Ecuador se cultivan alrededor de 2000 ha de quinua. El incremento en la producción plantea nuevos retos, por ejemplo su aprovechamiento integral (Nieto & Vimos, 1992). Algunas empresas han incursionado en el procesamiento de este grano mediante el lavado, que tiene como finalidad eliminar saponinas y compuestos triptenoides, responsables del sabor amargo característico además de ser un factor antinutricional (Villacrés *et al.*, 2011). El residuo líquido resultante es descartado directamente pese a los bien documentados atributos de las saponinas tales como su actividad biológica y farmacológica (Tenorio *et al.*, 2010).

En los últimos años la agricultura ha potenciado la aplicación de bioestimulantes para las plantas. Estos productos contienen varias sustancias como nutrimentos foliares, ácidos húmicos y fúlvicos, hormonas, algas marinas y extractos vegetales, que tienen como finalidad activar los procesos fisiológicos de la planta, mejorando la eficiencia y el aprovechamiento de los elementos nutritivos (Gómez, 2012). En referencia a los ácidos fúlvicos, éstos provienen de la materia orgánica mediante la asociación de moléculas pequeñas hidrofílicas (Piccolo, 2001). El ácido fúlvico cuando es utilizado en el suelo o de forma directa en las plantas, contribuye al mejoramiento de la absorción de nutrientes, mejora la disponibilidad, y en muchos casos, eleva el crecimiento y rendimientos de los cultivos (Gómez, 2012).

Por lo expuesto, en el presente trabajo se desarrolló un bionematicida a partir de los residuos del agua de lavado de quinua como alternativa en el control de la población de nemátodos en cultivos de papa.

1.2.2 Análisis crítico

En el cultivo de papa existen varios tipos de fitoparásitos relacionados con grandes pérdidas en calidad y rendimiento agrícola. Los agricultores buscan nematicidas químicos que permitan controlar rápidamente estas plagas, en ocasiones sin considerar el impacto hacia el medio ambiente y la salud. Se estima que los fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematicidas, tienen un promedio de vida residual de 30 años y sus remanentes se filtran en el suelo por efectos de la lluvia hasta llegar a los mantos acuíferos donde se acumulan y afectan el ciclo del agua (Ecología, 2012). Los nematicidas naturales, son una alternativa al uso de agroquímicos, sin embargo, las escasas opciones en el mercado limitan su aplicación.

Las saponinas presentes en algunas especies vegetales, como la quinua, poseen importantes propiedades biológicas como actividad antimicrobiana, nematicida, inmunológicas, así como agente plaguicida. En la actualidad pocos son los estudios sobre la aplicación de saponinas en cultivos para el control de nemátodos menos aún investigaciones utilizando los residuos del agua de lavado de quinua en el control de plagas.

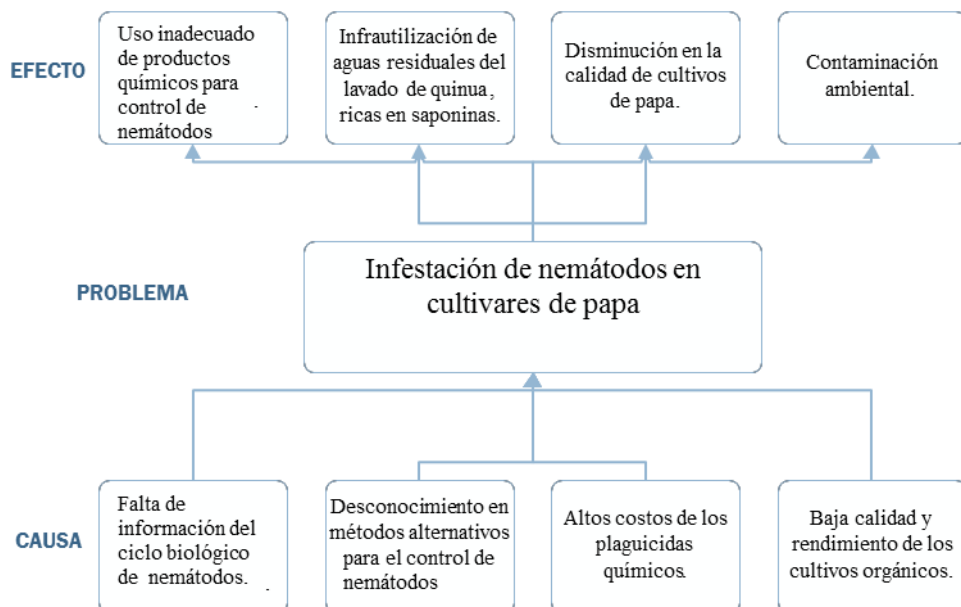


Figura 1.Árbol de problemas donde se presenta el desglose de causas y efectos respecto al problema identificado. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

1.2.3 Prognosis

En base al análisis crítico realizado en esta investigación, el no realizar este estudio limitará la oferta de nematocidas naturales con la consecuente disminución del impacto al ambiente. Además, existen pocos plaguicidas desarrollados a partir de desechos como el agua de lavado de quinua. La propuesta toma en consideración el uso de las saponinas, presentes en el residuo obtenido de la industrialización de la quinua, para el desarrollo de un plaguicida que genere nulo o menor impacto ambiental y que además permita crear una alternativa a los residuos generados por las industrias. Por otro lado, no considerar la propuesta fomentaría el consumo de plaguicidas sintéticos con el consiguiente efecto negativo sobre el medio ambiente, la salud pública, además de la posible resistencia a los agentes químicos por parte de las plagas y la reducción de recursos económicos para los productores de papa por pérdidas en la calidad y el rendimiento de los cultivos.

1.2.4 Formulación del problema

¿El uso de los residuos del agua de quinua (*Chenopodium quinoa*) controlaría los nemátodos en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*)?

1.2.5 Interrogantes

- ¿En qué dosis se utilizará los residuos del agua de lavado de quinua para el control de los nemátodos?
- ¿Cómo se debe aplicar el bionematicida en los cultivos de papa para el control de nemátodos?
- ¿De qué manera se puede cuantificar la población de nemátodos luego de la aplicación del bionematicida?
- ¿Qué estudios adicionales deben llevarse a cabo para complementar el trabajo de investigación?
- ¿Cuál puede ser el costo de producción del bionematicida?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

Campo	Agroindustria
Área	Agricultura
Aspecto específico	Bionematicida a partir de residuos del lavado de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).
Delimitación temporal:	La investigación se realizará en el período de diciembre 2014 hasta Diciembre 2016
Delimitación espacial:	Productores de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) de los cantones Colta, Guamote y San Andrés, provincia de Chimborazo y Productores de papa del cantón Quero, Provincia de Tungurahua.

1.3 Justificación

Actualmente en el Ecuador se impulsa el consumo y uso de productos autóctonos de la región como es el caso de la quinua, la misma que para ser empleada como alimento debe ser procesada mediante un lavado adecuado para eliminar la sustancia amarga de este producto como son las saponinas. En la provincia de Chimborazo la producción de quinua ha tomado gran relevancia en los últimos años debido entre otras cosas a la responsabilidad social de tener una alimentación sana. Además la industria está desarrollando nuevos productos en base a quinua lo que genera una gran demanda de esta materia prima. Las empresas que ofertan quinua lavada al mercado nacional como internacional, generan volúmenes considerables de agua de lavado de quinua que contienen saponinas y que por su amargor éste subproducto está siendo desechado al ambiente generando una contaminación que con el tiempo producirá gran impacto ambiental.

Es necesario considerar que las saponinas tiene un efecto germicida y que podrían ser empleadas para la elaboración de un plaguicida natural que puedan controlar plagas en cultivos por ejemplo de papa los cuales tienen grandes pérdidas debido a la contaminación con nemátodos y cuyo control con plaguicidas químicos no ha logrado contrarrestar estos efectos y por el contrario existen aún numerosas pérdidas de productos agrícolas en sectores de la provincia de Tungurahua.

Sin lugar a dudas los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una interesante alternativa de control de insectos. Además, se ha evaluado muy pocas plantas en relación a la fuente natural que ofrece el planeta por lo que las perspectivas futuras en cuanto a la investigación aún son mayores (Maggi, 2014).

Bajo estos antecedentes, el desarrollo de esta investigación contribuirá a mejorar el manejo de subproductos que se obtienen como resultado del lavado de la quinua y aplicarlos en el desarrollo de nuevos productos para control de plagas en tubérculos. Esta investigación se llevará a cabo analizando aspectos con respecto al manejo de recursos físicos, hídricos, químicos y económicos que guarden relación con el aprovechamiento adecuado del agua de lavado de la quinua. Los resultados que se obtengan del estudio permitirán justificar la propuesta para desarrollar un plaguicida y que pueda ser empleado posteriormente en el control de nemátodos en cultivos de papa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un plaguicida orgánico a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) para el control de nemátodos en cultivo en papas (*Solanum tuberosum*), en el cantón Quero.

1.4.2 Objetivos específicos

- Obtener un plaguicida orgánico a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Determinar el efecto nematicida del plaguicida orgánico, a base de saponinas, con los residuos del lavado de la quinua.
- Aplicar el plaguicida en cultivos de papas (*Solanum tuberosum*)
- Establecer la etapa adecuada en el cultivo de papas, para la aplicación del plaguicida.
- Realizar un estudio económico aproximado para la producción del plaguicida.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

En los últimos años, el sector agrícola ha crecido considerablemente debido, entre otros factores, a las exportaciones y al incremento de la demanda interna. Las tasas de crecimiento en la producción de quinua (tabla 1), subieron de 27,7 mil TM para el año agrícola 2005-2006 a 95,5 mil TM para 2013-2014, lo que equivalente a un crecimiento del 16,72%. La producción de papa creció a una tasa promedio anual de 3,83% (Jemio, 2013). La demanda por una agricultura sustentable, limpia, ha contribuido al incremento en la producción además de estimular el uso de agroquímicos biodegradables o productos naturales.

Tabla 1. *Producción agrícola anual de papa y quinua en Ecuador (Jemio, 2013).*

	Producción miles de TM			Superficie miles Hect.			Rendimiento TM/Hect.		
			var %			var %			var %
	2005	2013	anual prom.	2005	2013	anual prom.	2005	2013	anual prom.
Agricultura No Industrial									
Papa	859.7	1,161.0	3.83	161.0	198.3	2.64	5.3	5.9	1.2
Quinua	27.7	95.5	16.72	46.3	169.1	17.57	0.6	0.6	-0.7

La papa, como se describió anteriormente, es uno de los cultivos tradicionales más importantes en el Ecuador. En su producción se vinculan más de 82 mil productores en un total de 90 cantones donde, Tungurahua, aporta con una importante fracción. El volumen de producción de papa se ha mantenido a pesar de la reducción en la superficie de cultivo (figura 2) (Mancero, 2015).

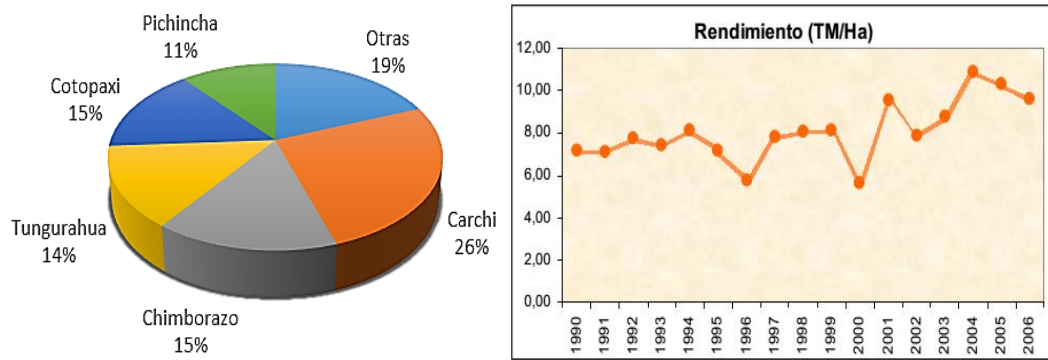


Figura 2. Principales provincias productoras de papa (izq.) y rendimiento del cultivo de papa en Ecuador (der.) (Mancero, 2015).

Sin embargo, la producción se ve drásticamente afectada en su rendimiento debido a la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo y el abuso de plaguicidas. En este sentido los esfuerzos se han enfocado en la disminución de uso de pesticidas y manejo de productos con sello verde o amigable con el ambiente.

Entre los problemas fitosanitarios que presentan los cultivos de papas se encuentran los nemátodos fitoparásitos que limitan su producción en la zona andina temperada, entre estos se encuentra el nemátodo quiste de la papa *Globodera pallida* (figura 3) (González & Franco, 1977).

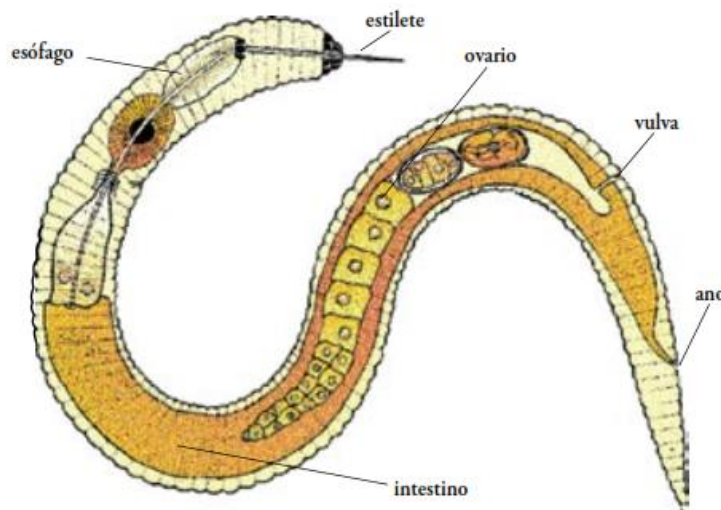


Figura 3. Estructura típica de un nematodo fitoparásito

Fuente. R. Esser

Globodera pallida, de acuerdo al nivel de infestación del suelo, puede provocar pérdidas en el rendimiento entre el 5% hasta el 58% (tabla 2). Si bien, en Ecuador no existen variedades resistentes al ataque de nemátodos, el nemátodo del quiste parasita todas las variedades de papa sean nativas o mejoradas, causando pérdidas en la producción en la zona centro del país hasta en un 30% (Revelo, 2003).

Esto conlleva a enfocar el estudio en un problema agronómico que afecta el rendimiento y calidad de los cultivos de papa y que no ha podido ser controlado ni con agroquímicos lo que causa un problema ambiental y no permite evitar la infestación.

Tabla 2. Niveles de infestación de los suelos por *Globodera sp.*, y porcentajes de pérdidas o reducción en el rendimiento, en base al número de huevos y J2 (segundo estado juvenil larvario infectado) por gramo de suelo (Franco & González, 2011).

Grado	Huevos + J2	Pérdidas en rendimiento (%)
Libre	0	0
Incipiente	1- 5	5
Media	5.1 - 15	13
Alta	15.1 - 35	45
Muy Alta	>35	58

En el suelo, una población de nemátodos puede incrementarse diez veces en un año, pero los daños sólo se hacen visibles a cierto nivel de infestación. Generalmente el nemátodo blanco se desarrolla en las solanáceas, principalmente en la papa (*Solanum tuberosum*), el tomate (*Lycopersicon esculentum*) y sus híbridos, en la berenjena (*Solanum melongena*), y la hierba mora (*Solanum nigrum*) (Martínez, 2006).

El nemátodo *Globodera pallida* es endoparásito sedentario que se localiza en el suelo y puede permanecer hospedado alrededor de 5-6 años y muchas veces hasta 20 años protegiéndose en quistes, cada quiste joven contiene entre 200 a 500 huevos, éstos eclosionan estimulados por los exudados radicales y emergen los juveniles del segundo estadio, que es el único estado

infectivo, migran hacia el ápice radical por donde penetran a la planta. Después de recorrer algunos milímetros de la raíz, el juvenil se detiene y continúa su desarrollo como sedentario excepto el macho adulto que es móvil, pasando por tres estadios juveniles antes de lograr el estado adulto con un dimorfismo sexual muy marcado (Martínez, 2006)

Una generación de nemátodos se produce entre 45-60 días desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, sin embargo, este tiempo depende de las condiciones ambientales. Los nemátodos producen daños en la raíz lo que hacen que las plantas enfermen y muestren síntomas semejantes a los provocados por la deficiencia del agua o elementos minerales, esto produce una muerte celular de las raíces atacadas por los estadios infectivos, cuando éstos se detienen en el lugar definitivo de la alimentación, las células alrededor de la cabeza del nemátodo sufren una transformación profunda, las paredes celulares se engrosan, el citoplasma se torna denso y se origina el sincitio multinucleado que tiene una elevada actividad metabólica y que es de gran importancia para la alimentación del nemátodo. La formación del sincitio origina la interrupción en el transporte de nutrientes de la planta, el follaje se torna amarillento y se produce una marchites en condiciones de sequía. Cuando la población de nemátodos es elevada, la planta detiene su desarrollo y muere (Martínez, 2006).

Los nemátodos se distribuyen muy lentamente en el suelo bajo su propia capacidad y se encuentran en mayor población en la capa del suelo comprendida entre los 0-15 cm de profundidad, sin embargo, en suelos cultivados su presencia es irregular y mayor en las raíces de las plantas susceptibles al ataque en donde puede encontrarse en profundidades entre 30 a 150cm o más. La distancia que recorre un nemátodo no excede de un centímetro por estación, no obstante, su movilidad se prolonga cuando existen suelos porosos con películas delgadas de agua o en suelos inundados (Agrios, 1993).

La relación entre la quinua, la papa y su cultivo se basa en el uso de las saponinas para el control de plagas. Las saponinas son metabolitos secundarios, presentes en las plantas superiores, en las que se almacena en forma de glucósidos (figura 4). Sus soluciones acuosas forman una espuma estable y abundante (reacción de selivoflo empleada en el tamizaje fitoquímico), de ahí su etimología, al nombre

genérico de estas sustancias provenientes del latín *sapon* que significa jabón. La solubilidad en agua de las saponinas, está facilitada por su alto peso molecular y la presencia de los residuos de monosacáridos y de otros grupos polares. La mayoría de las saponinas son solubles en soluciones de etanol al 80%, propiedad que se emplea para su extracción y purificación (Hernández, 1997).

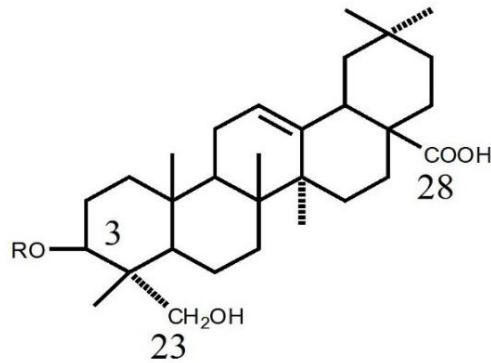


Figura 4. Estructura química de las saponinas presentes en la quinua.

Las saponinas presentes en la quinua a más de conferir el sabor amargo característico y antinutritivo para el ser humano, por producir la ruptura de las membranas celulares del intestino delgado y no permitir la asimilación de algunas proteínas, juegan un papel de defensa contra plagas como los pájaros, insectos y nemátodos, incluso, hoy en día forma parte de las sustancias que están siendo investigadas para el tratamiento alternativo de la leishmania (Zarate, 2016).

Magunacelaya (2005), estudió el efecto del extracto orgánico de quillay (compuesto por saponinas y sólidos no saponinas tales como polifenoles, sales y azúcares) nombre comercial (QL AGRI 35®) para el control de nemátodos fitoparásitos, con efecto enraizante; realizando la aplicación del producto a través del riego por sistema de goteo o riego tradicional. El producto fue aplicado en períodos de crecimiento activo de las raíces de las plantas afectadas, en etapa de floración, incluso cerca de la cosecha. De la investigación efectuada se concluyó que existe un control eficaz sobre nemátodos ectoparásitos y endoparásitos como: *Xiphinema index*, *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne incognita*, *Xiphinema americanum* sp., *Criconemella* sp., *Pratylenchus* sp., *Hemicycliophora* sp., *Tylenchulus semipenetrans* y otros, (tabla 3).

Tabla 3. Mortalidad de diferentes géneros de nemátodos expuestos a QL AGRI 35®, bajo condiciones de Laboratorio.

Especie	12 horas	24 horas	48 horas
<i>Xiphinema spp.</i>	0	24	100
<i>Meloidogyne spp.</i>	0	10	100
<i>Pratylenchus spp.</i>	0	10	100

Hinojosa (2011), analizó la eficiencia de cinco productos orgánicos para el control de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de hierba de San Juan (*Hypericum inodorum*), en la investigación se utilizó los productos orgánicos: Primacide (mezcla de tres tipos de hongos nematófagos: *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Acremonium butyri*), Nemaplus® (extracto de gluten 50% y extracto de quillaja 50%), Ql Agri 35® (extracto de quillay como ingrediente activo la saponina), Promax® (ingrediente activo aceite de tomillo al 3.5 %, agua, melaza, glicerina), Bioplus® + Kemkol® (contiene Taxoalbumina). De la investigación se concluyó que *Primacide*® fue el tratamiento más económico con resultados productivos como sanitarios; Promax® se comportó como un buen nematicida orgánico para controlar nematodos, no afectó a la altura de plantas por la presencia de nemátodos, presentando además una baja mortalidad de plantas en campo.

Zegarra (2011) investigó la actividad nematicida y acaricida de extractos de variedades de quinuas amargas. La actividad acaricida fue confrontada frente al pesticida sintético amitraz®. Se caracterizaron químicamente los extractos empleados en los bioensayos. Los extractos de quinua variedad Markjo y tarwi fueron efectivos frente a *E. paunulata*. Ningún extracto mostró actividad sobre *S. littoralis*. Todas las especies mostraron actividad sobre *B. microplus*; siendo la quinua Markjo la que mostró alta bioactividad. Casi todas las muestras resultaron ser menos activas que el acaricida químico amitraz; sin embargo, la quinua Markjo mostró valores cercanos al amitraz.

Bonifaz (2012) desarrolló un trabajo de investigación basado en la actividad insecticida de la saponina de la quinua hidrolizada y no hidrolizada sobre *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta). La actividad insecticida se realizó incorporando la saponina hidrolizada y no hidrolizada a las concentraciones de 0,1%, 0,5% en la dieta básica de *Drosophila melanogaster*. A través de los 25 días de análisis se evidenció una actividad de inhibición alimentaria más no una actividad insecticida por parte de las saponinas del agua de lavado de quinua.

Tenoro (2013), estudió el efecto del concentrado de saponinas de *Chenopodium quinoa* y de *Caiphora andina* como alternativas de biocontroladores de hongos fitopatógenos. La disminución de la velocidad de crecimiento del hongo fitopatógeno durante 12 días fue utilizado como parámetro de medición para determinar la actividad biocontroladora de los extractos de plantas. El concentrado de *Chenopodium quinoa* presentó una inhibición de 42 % sobre cepas de *Aspergillus flavus* a los cuatro días iniciales del experimento, mientras que las especies *Ulocladium spp.* y *Fusarium spp.*, fueron inhibidas en un 36% y 47% con el concentrado de *Caiphora andina*. Estos resultados muestran un potencial empleo de estas plantas incluyendo las saponinas como agentes controladores de hongos fitopatógenos. Hernández (2015) obtuvo un insecticida natural a partir del escarificado de la quinua (mojuelo) utilizando los residuos agroindustriales generados por empresas beneficiadoras de quinua.

En la actualidad el residuo generado (mojuelo) por 8 empresas es aproximadamente de 6300 toneladas/año. La disminución del rendimiento en los cultivos debido a las plagas alcanza entre un 20-30% de pérdidas, a pesar del incremento sustancial en el uso de plaguicidas (cerca de 500 mil de toneladas de ingrediente activo a nivel mundial) esto es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura. Por otro lado, las prácticas agrícolas modernas afectan negativamente a los enemigos naturales de las plagas, los que a su vez no encuentran las condiciones necesarias para reproducirse y así poder suprimir biológicamente a las plagas en los monocultivos (Altieri *et al.*, 2000).

Los costos ambientales y el costo social, asociados al uso de plaguicidas, alcanzan cerca de 8 billones de dólares cada año (Pimentel & Lehman, 1993). La intensificación de diversos cultivos es la causa principal de este aumento, el cual incluye plaguicidas tóxicos, muchos de los cuales se pueden vincular con problemas de cáncer (Liebman, 1997). De acuerdo a la OMS, entre 500.000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas químicos anualmente y entre 5.000 y 20.000 pierden la vida (OMS, 1990; Eddleston *et al.*, 2002).

La Federación Internacional de los Movimientos de Agricultura Biológica (IFOAM) formuló la primera versión de sus Normas Básicas (IBS) en 1980, las cuales sirven de directrices para que los organismos públicos y privados puedan producir normas orgánicas más específicas. La última revisión de las IBS fortaleció las normas para el manejo de ecosistemas con la protección del paisaje terrestre, el control de la contaminación y la conservación del agua y el suelo. Las normas orgánicas para la producción vegetal incluyen criterios para los períodos de conversión; semillas y plantas de propagación; mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante el uso y reciclaje de materiales orgánicos; control de plagas y enfermedades y eliminación de malezas. Prohíben el uso de abonos y plaguicidas sintéticos así como de organismos producidos por ingeniería genética. También tienen criterios para el uso de abonos orgánicos y plaguicidas naturales (FAO& ALADI, 2013)

Esta investigación está enfocada en aplicar los residuos del agua de lavado de quinua para ser utilizada en los cultivos de papas como agente bionematicida debido al contenido de compuestos fitoquímicos como las saponinas, además por ser un producto natural no causa efectos ambientales, tiene bajo costo y no evidencia problemas de salud a los agricultores, con esto se brindará una alternativa de control orgánico para generar una agricultura sustentable dejando de ser dependiente de productos químicos. Bajo el contexto mencionado, se determinó que en el país no existen estudios que incluyan a las saponinas (desecho del lavado de la quinua) como bionematicidas o controladores de plagas, por tanto la presente investigación es original y llegará a conclusiones adecuadas para su uso.

2.2 Fundamentación filosófica

El trabajo se enfoca en un análisis crítico propositivo ya que parte de la investigación es bibliográfica y se fundamenta además de dos partes experimentales, la primera es la obtención del bionematicida y la segunda parte la experimental basada en la aplicación en cultivos de papa para controlar nemátodos presentes en los mismos. Esta investigación nos permitirá obtener resultados cuya interpretación a su vez servirá para validar la hipótesis planteada y consecuentemente contribuir a la solución de problemas sociales y de tipo agrícola. Se considera como crítico ya que hará un análisis de la eficiencia de las saponinas (residuo del lavado de la quinua) como producto alternativo para erradicar los nemátodos de los cultivos de papa, y propositivo ya que de resultar la investigación favorable, se podrá tener un nuevo plaguicida orgánico a base de saponinas (residuos del lavado de la quinua).

2.3 Fundamentación legal

En Ecuador la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad) a través de La Unidad de Registro de Plaguicidas de Uso Agrícola mediante la aplicación de la normativa nacional, de la Comunidad Andina y otras normativas internacionales, registra y controla los productos de uso agrícola, con el objetivo de garantizar su inocuidad, calidad y eficacia para la prevención y control de plagas a nivel de cultivos, obteniendo productos agrícolas inocuos para el consumo local y la exportación, las cuales se mencionan a continuación:

Normas Ecuatorianas:

- Acuerdo Ministerial 120 – Decreto Ejecutivo 3609
- Resolución 208 Derogatoria 005 Metabolitos
- Resolución 220 Consignación de expedientes a los titulares de los registros y titulares de los productos plaguicidas químicos de uso agrícola y de usos veterinario
- Ley de Comercialización y Empleo de Plaguicidas

- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1838 Plaguicidas y productos afines. Definiciones y Clasificación.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1913 Plaguicidas. Etiquetado. requisitos
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1927 Plaguicidas. Almacenamiento y transporte. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1671 Quinua. Determinación de nivel de infestación e impurezas.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1672 Quinua. Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso.

2.4 Categorías fundamentales

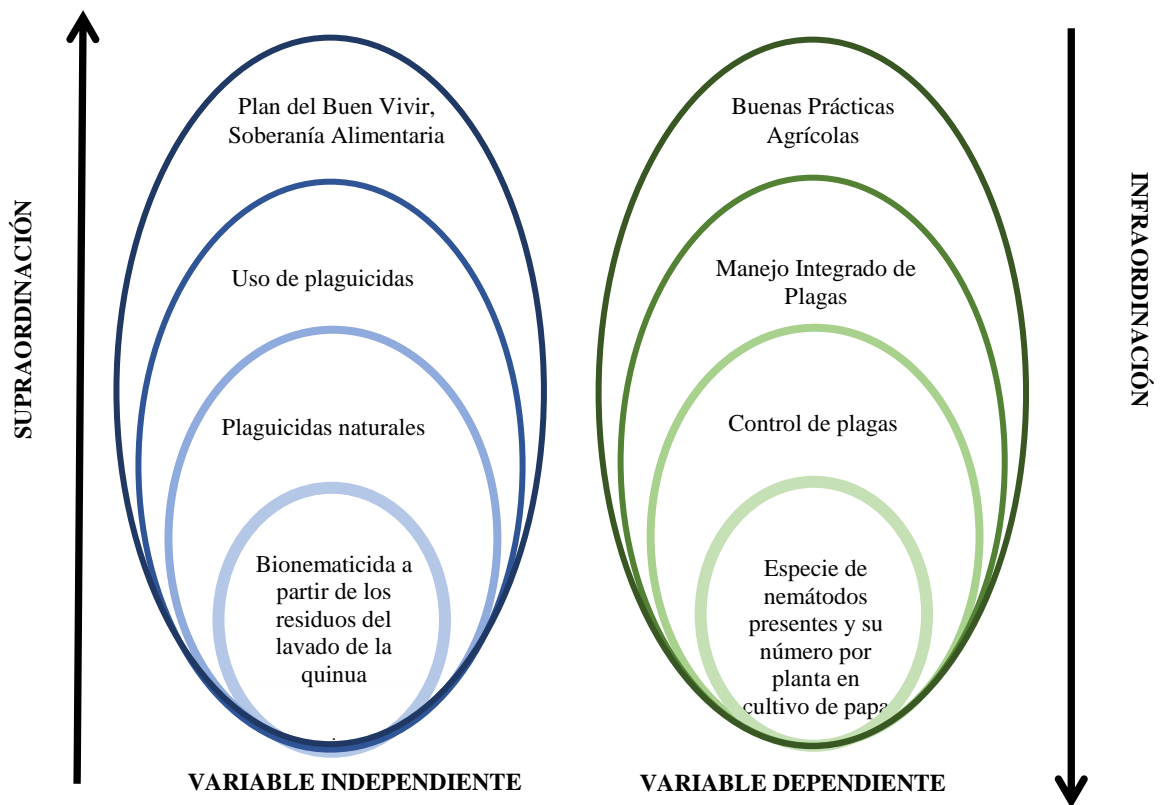


Figura 5. Organizador lógico de variables. Por. Ing. Jimena Núñez, 2016

2.4.1 Variable Independiente

La quinua es una planta que se cultiva en varias regiones andinas de Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, su tamaño es variable de acuerdo a los ecotipos y el medio ecológico donde se cultiva (Tapia 2007). En la primera membrana de la quinua se encuentran las saponinas que son glucósidos que presentan un elemento soluble en lípidos (esteroides o triptenoides) y un elemento soluble en agua (azúcar) que tienden a formar espuma cuando se agita en agua. Las saponinas presentan un efecto tóxico debido a su habilidad para formar complejos (esteroles), además pueden producir efecto sobre las membranas celulares (Saponinas, 2015).

La industria de los pesticidas naturales en la actualidad ha tomado una gran importancia, es así que en algunos países se ha tomado la decisión de reemplazar a los pesticidas sintéticos por los naturales (Aguirre, 2010). El estudio de nuevas vías de control de plagas se basa en la utilización de productos orgánicos como los metabolitos secundarios presentes en las plantas entre los que se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, etc., (Dixon, 2001).

El carbofuran y monocrotofos fueron los plaguicidas más usados en el cultivo de la papa (Acción Ecológica, 2010). Por ello Agrocalidad procedió a retirarlos del mercado debido a su alta toxicidad, dando prioridad al uso de productos naturales.

El énfasis en la producción de alimentos y otros productos agroecológicos, y en la disminución de riesgos laborales relacionados con el uso de químicos nocivos dentro y fuera del sector agrícola, permitirán alcanzar la soberanía alimentaria y generar fuentes de trabajo de calidad, así como el decrecimiento de las enfermedades relacionadas con el deterioro del hábitat y la mejora de las capacidades de las personas, tanto para el trabajo y la producción como para el disfrute de las relaciones sociales y con la naturaleza. (SENPLADES, 2013).

2.4.2 Variable Dependiente

Los nemátodos son considerados como un grupo de animales más diversos y abundantes que existen en la Tierra, se consideran pequeños invertebrados que poseen un cuerpo delgado y cilíndrico y que dependen del agua; tienen una elevada capacidad de adaptación en sitios donde se encuentra carbono orgánico (Cares & Huang, 2001). Existen varias clases de nemátodos como los que parasitan las plantas (fitoparásitos) que son de tamaño diminuto pero que pueden causar daños considerables en los cultivos agrícolas con una reducción de la producción en toneladas cada año (Coyne *et al.*, 2007)

Los principales factores que contribuyen al daño causado por los nemátodos son generalmente la densidad poblacional, la especie del nemátodo, la resistencia o tolerancia de la planta contaminada. Sin embargo, existen además pequeños factores que también influyen en menor medida como el clima, el agua, la fertilidad del suelo y la presencia de enfermedades y otras plagas (Coyne *et al.*, 2007). Una técnica eficaz es el Manejo Integrado de Plagas, cuyo principio se basa en una combinación de prácticas motivadas mediante el conocimiento sobre la información actual y completa de los ciclos de vida de las plagas y sus interacciones con el medio ambiente (Pérez, 2004). Asimismo, se hace indispensable la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas para el manejo de cultivos que permitan incluir sistemas de prevención mediante controles agroecológicos y el uso de recursos naturales de forma controlada para determinar estándares y normativas en los alimentos con la finalidad de garantizar la inocuidad desde el campo hasta el consumidor.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis nula

El bionemático a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) no es eficiente para el control de nemátodos en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*).

2.5.2 Hipótesis alternativa

El bionemático a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) es eficiente para el control de nemátodos en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*).

2.6 Señalamiento de variables

Variable independiente: Bionemático a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*).

Variable dependiente: Especie de nemátodos presentes y su número por planta en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque

El presente trabajo se enfoca en una investigación cualitativa por el sentido y significado de las acciones sociales; además utiliza múltiples fuentes, métodos e investigadores para estudiar dos tipos de problemas. Es cuantitativa, debido a los análisis de caracterización, físicos químicos, identificación, aplicación y control que corresponden a las muestras planteadas. Los resultados y la interpretación de los mismos permitieron evaluar la eficiencia del plaguicida orgánico y las labores de cultivo adecuadas para su aplicación.

3.1 Modalidad básica de la investigación

Este trabajo es una investigación bibliográfica-documental porque considera la información publicada en varias fuentes acerca de estudios previos efectuados y resultados obtenidos respecto a la utilización de productos naturales para el control de plagas en cultivos agrícolas y temas relacionados a esta investigación. Además es una investigación de campo porque incluye una parte experimental realizada en laboratorio y una parte experimental aplicada en campo para estudio de las variables y sus efectos.

3.2 Nivel o tipo de investigación

Este estudio ha empleado los siguientes tipos de investigación: exploratoria, deductiva, de correlación de variables e inductiva.

1. Investigación exploratoria porque utiliza como base fundamental la búsqueda de información científica, económica, ambiental, agrícola y social.

2. Investigación deductiva, porque parte de un análisis del problema a nivel macro, para llegar a establecer una alternativa de solución que contribuirá a reducir una parte del problema global.
3. Investigación de correlación, porque busca encontrar el efecto de ciertas variables sobre una en particular, considerada de relativa importancia para el fin que desea lograr.
4. Investigación inductiva porque la interrelación de las variables propuestas permitirá lograr los resultados esperados y comprobar las hipótesis propuestas para el trabajo planteado.

3.2.1 Selección de la materia prima

Los residuos del agua de quinua se recolectaron del proceso del primer lavado de la quinua procesada en la empresa Sumaklife, ubicada en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, cuyas coordenadas geográficas son al Este 766201,43, Norte 9821850,73 a la altitud de 2611 msnm. (Sistema de posicionamiento global GPS)

3.2.2 Caracterización del agua de lavado de quinua

3.2.2.1 Determinación de densidad relativa (INEN 150:99)

Se utilizó el procedimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 150:99. El ensayo se realizó por triplicado. (Anexo 1). La densidad relativa, a 20°C/20°C, se determinó mediante la ecuación siguiente:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1}$$

Donde:

ρ = densidad relativa, a 20 °C/20 °C,

m_1 = masa del picnómetro vacío, en gramos,

m_2 = masa del picnómetro con la muestra, en gramos,

m_3 = masa del picnómetro con agua destilada, en gramos.

3.2.2.2 Determinación de pH

En un vaso de precipitación de 100 ml se colocaron 50ml de muestra considerando una temperatura de 20°C. Antes de utilizar el equipo, se calibró utilizando una solución tampón de pH 4, y pH 7. Seguidamente se introdujo el electrodo del pH-metro (Hanna, EEUU), directamente en la muestra hasta cubrir el bulbo sensible, dejando que el electrodo esté en contacto con la muestra por lo menos 45 segundos. Se realizaron las lecturas directas del valor de pH de la muestra (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0389:85).

3.2.2.3 Determinación del índice de refracción

El índice de refracción se determinó según la técnica del refractómetro de luz artificial (Atago, JAPON). La lectura se realizó directamente en la muestra de agua de quinua, por triplicado. (Anexo 1)

3.2.2.4 Determinación de sólidos solubles (°Brix)

El contenido de sólidos solubles (concentración de sacarosa en porcentaje de masa) del agua de lavado de quinua se determinó en el refractómetro de luz artificial con el cual se realizó el ensayo del índice de refracción. El ensayo se realizó por triplicado.

3.2.2.5 Determinación de tamizaje fitoquímico del agua de lavado de quinua

Se efectuó el tamizaje fitoquímico del agua de lavado de quinua con la finalidad de determinar su composición química general. (Anexo 1). Los ensayos se realizaron según lo descrito por Dominguez, (1973):

Ensayo de Catequinas.- de la solución alcohólica obtenida se tomó una gota con la ayuda de un capilar y se colocó sobre un papel de filtro al cual se añadió la solución de carbonato de sodio. La aparición de una mancha verde a la luz UV indica un ensayo positivo.

Ensayo de Espuma.- se tomó una muestra del agua de lavado de quinua y se agitó la mezcla fuertemente durante 5 -10 minutos. El ensayo se consideró positivo al

aparecer espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos. Este ensayo permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esterooidal como triterpénica.

Ensayo de Fehling.- A la muestra del agua de quinua se adicionó 2 ml del reactivo de Fehling y se calentó en baño de agua 5-10 minutos la mezcla. El ensayo se consideró positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo. Esta prueba permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores.

Ensayo de Baljet.- Se evaporó la muestra en un baño de agua y se re disolvió en 1 ml de alcohol. Seguidamente, se añadió 1 ml del reactivo de Baljet. La prueba se considera positiva, cuando aparece una coloración o precipitado de color rojo (++) y (+++) respectivamente. Este ensayo es útil para reconocer la presencia de compuestos con agrupamientos lactónicos, en particular Cumarinas.

Ensayo de Cloruro Férrico.- A una alícuota del extracto alcohólico se adicionó 3 gotas de solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9% en agua). Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos. A una alícuota del extracto se añadió acetato de sodio para neutralizar y 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica, un ensayo positivo puede dar la siguiente información general.

- Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos (Miranda, 2006).

Ensayo de Shinoda.- 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. Este ensayo permite reconocer la presencia de flavonoides en un extracto vegetal.

Ensayo de Lieberman Buchard.- Permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos 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. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración.

- Rosado-azul muy rápido

- Verde intenso-visible aunque rápido

- Verde oscuro-negro-final de la reacción

La reacción de Lieberman-Buchard es también utilizada para diferenciar las estructuras esteroideas de los triterpenoides, las primeras producen coloraciones azul o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes.

Ensayo de Bortrager.- Se evaporó la muestra en baño de agua y el residuo se re disolvió en 1 ml de cloroformo. Se adicionó 1 ml de hidróxido de sodio al 5 % en agua. Se agitó mezclando las fases y se dejó en reposo hasta su ulterior separación. El ensayo es positivo cuando la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado, en este caso se reporta (++), ó, rojo para lo cual se reporta (+++). Este ensayo determina la presencia de quinonas.

Ensayo de Antocianidinas.- Se calentó 2 ml del extracto etanólico por 10 minutos con 1 ml de HCl concentrado, posteriormente se dejó enfriar y luego se adicionó 1 ml de agua y 2 ml de alcohol amílico, se agitó la muestra y se dejó en reposo para la separación de fases. La aparición de color rojo a marrón en la fase amílica, indica ensayo positivo. Permite reconocer en los extractos la presencia de estas estructuras de secuencia C6-C3-C6 del grupo de los flavonoides.

Ensayo de Dragendorff.- La muestra se disolvió en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% concentrado, para el ensayo, a la solución acuosa ácida se añadió 3 gotas del reactivo de Dragendorff, y se observó:

- Opalescencia: (+)

- Turbidez definida: (++)

- Precipitado: (+++)

Ensayo de Mayer.- La muestra se disolvió en 1 ml de ácido clorhídrico al 1% concentrado (calentar suavemente y dejar enfriar hasta acidez). Seguidamente se añadió una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agitó y filtró. Posteriormente se añadió 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer. Se reportan los resultados de acuerdo a las reacciones: opalescencia (+), turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++).

Ensayo de Wagner.- Se parte de la solución ácida. A la solución, se adicionó 2 ó 3 gotas del reactivo de Wagner y se reporta los resultados.

3.2.2.6 Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumosos (método de rutina) (INEN 1672:88)

La determinación del contenido de saponinas se realizó empleando la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1672:88. Se pesaron $0,50 \pm 0,02$ g de quinua en tubos de ensayo, se añadió 5,0 ml de agua destilada y se taparon los tubos, se agitaron fuertemente durante 30 segundos, posteriormente se dejó en reposo durante 30 minutos y luego se agitó (este procedimiento se realizó simultáneamente dos veces). Posteriormente se dejó el tubo en reposo durante 5 minutos, luego de lo cual se procedió a medir la altura de espuma formada en cada tubo con aproximación al 0.1cm. El ensayo se realizó por duplicado. (Anexo 2). El contenido de saponinas de la quinua en grano, expresado en porcentaje, se calculó con la siguiente ecuación:

$$Ps = \frac{(0.646 \times h) - 0.104}{m \times 10}$$

Donde:

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

h = altura de espuma, en cm

m = masa de la muestra, en g.

3.2.3 Análisis de suelo

Como ensayo inicial se realizó el análisis del suelo para la identificación de nemátodos, especie, estados y población. El muestreo se realizó en un terreno ubicado en la comunidad Shaushi, cantón Quero, provincia de Tungurahua con las coordenadas 768642,91 latitud Este, 9846044,39 Norte a la altitud 3195 msnm. (Sistema de posicionamiento global GPS) (Anexo 3).

Se utilizó un muestreo simple que consistió en realizar una sola extracción de suelo, este método generalmente es usado para trabajos de investigación y en suelos muy homogéneos. Se consideró la toma de submuestras a una profundidad de 20cm-25cm. Se recolectaron cuatro submuestras de 1 kilogramo de suelo cada una; posteriormente se homogenizó y se tomó una muestra general de 2kg para el análisis que fue colocado en fundas de polietileno para evitar la pérdida de humedad. Las muestras se enviaron a un laboratorio externo. El muestreo del suelo se realizó al azar y considerando la forma de zigzag (figura 6).

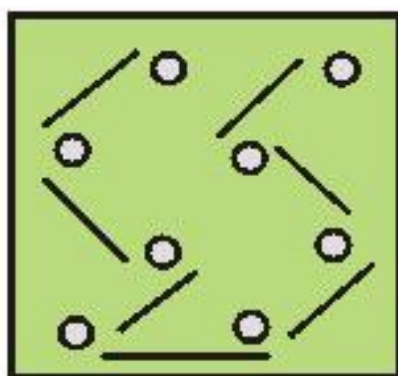


Figura 6. Técnica en zigzag utilizada para realizar muestreo en suelos (<http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos>).

Durante la toma de muestras fue necesario considerar que los instrumentos de trabajo (azadones, palas, baldes, flexómetro) se encuentren limpios para el respectivo muestreo.

3.2.4 Determinación de la mejor concentración de los residuos del agua de quinua

Para identificar la mejor concentración, se procedió a extraer los nemátodos de una muestra de suelo del terreno en estudio bajo el siguiente procedimiento:

3.2.4.1 Extracción de nemátodos

Se utilizó la técnica del embudo de Baerman, los requerimientos básicos de esta técnica consisten en el empleo de un embudo de vidrio o de plástico de tamaño mediano. En su parte inferior se ajustó una manguera de hule, que se cerró mediante una pinza de presión tipo mohr. El embudo se colocó en un soporte y se llenó con agua potable. Posteriormente se colocó una pequeña cantidad de suelo (100g) dentro de una bolsa de papel, la cual se sumergió suavemente en el agua, (figura 7) (Esquivel, 2013).

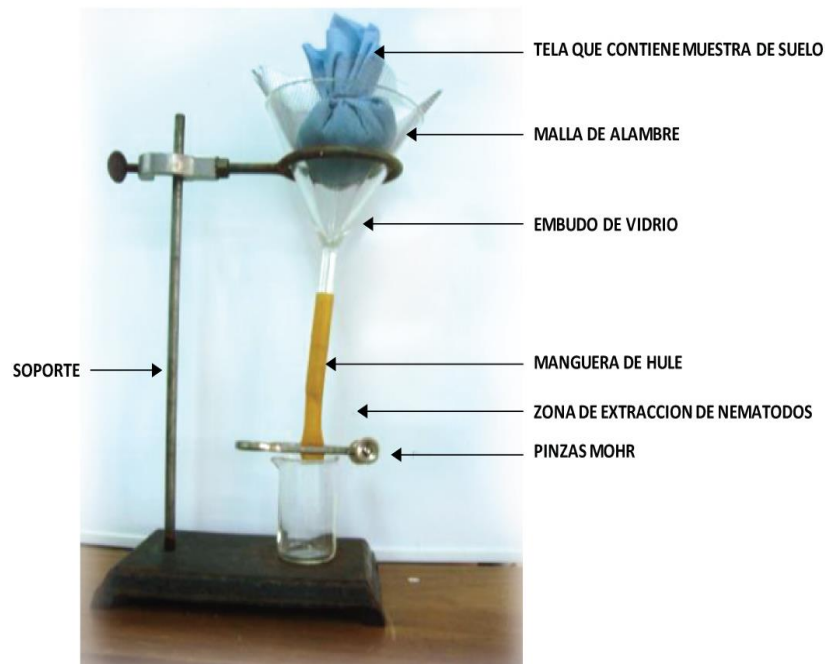


Figura 7. Ensamblado del embudo de Baerman para la extracción de nematodos

Se dispuso siete equipos de extracción con muestras de suelos recolectadas aleatoriamente del terreno en estudio, la cantidad de suelo utilizada fue de 100g por cada muestra. Después de transcurridas 24 horas de ensayo, se extrajeron las muestras de cada uno de los equipos para formar una sola muestra patrón que fue recolectada en un matraz Erlenmeyer de 1000ml. A partir de esta solución se tomaron alícuotas de 10 ml en cajas Petri y se observaron los nemátodos utilizando un estereoscopio marca Movic: se identificó la especie de nemátodo y se contabilizó la cantidad existente en cada caja Petri. Este ensayo se realizó por triplicado. (Anexo 4)

También se consideró otro método de extracción utilizando las raíces con quistes de nemátodos para lo cual se realizó una maceración de los tejidos con la ayuda de una licuadora, tomando 10g de raíces, se cortaron y trocearon de 2 a 3cm de longitud y se colocaron dentro de la licuadora, se agregó cierta cantidad de agua y se licuó a máxima velocidad de 20 a 60 seg. La suspensión resultante se virtió sobre un juego de tamices de 100 y 400 mallas. Los desechos vegetales y los nemátodos retenidos en la malla más fina se trasladaron al embudo de Baerman para realizar la separación correspondiente (Esquivel, 2013)

Se consideró las siguientes concentraciones de agua de lavado de quinua para agregar en las cajas Petri que contenían los nemátodos.

Tabla 4. *Concentraciones de agua de lavado de quinua utilizadas en el ensayo in vitro de actividad nematicida*

Concentraciones a estudiar	Especificaciones
100%	100% agua de lavado de quinua
75%	75% agua de lavado de quinua + 25% agua pura
50%	50% agua de lavado de quinua + 50% agua pura
0%	0% agua de lavado de quinua + 100% agua pura

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

El volumen de agua de lavado de quinua fue el mismo utilizado para las lecturas de nemátodos (10 ml), el cual se añadió a las cajas Petri que contenían los nemátodos y se observó el efecto producido a través del Estereoscopio marca Movic. Se emplearon diferentes concentraciones de agua de lavado de quinua con la finalidad de determinar la concentración adecuada frente a la muerte de nemátodos en un tiempo de ensayo de 240min. Se consideraron lecturas cada 60 minutos durante cuatro horas en todas las concentraciones.

Es importante mencionar que en cada intervalo de lectura, las muestras se guardaron en un lugar oscuro para evitar el contacto con la luz, además se procuró evitar el calor de la fuente de luz del estereoscopio para impedir que estos factores puedan ocasionar la muerte de nemátodos y por tanto influir en los resultados.

3.2.5 Aplicación de la mejor concentración de agua de lavado de quinua en el cultivo de papa

Para aplicar la mejor concentración de agua de lavado de quinua en los cultivos de papa se procedió a preparar el terreno. (Anexo 5).

- **Elección del terreno.-** Se eligió un terreno en la comunidad de Shaushi, cantón Quero, provincia de Tungurahua con las coordenadas 768642,91 latitud Este, 9846044,39 Norte a la altitud 3195 msnm. (Sistema de posicionamiento global GPS), suelo arcilloso-arenoso, con procesos de rotación de cultivos, el cual no es propenso a heladas, sequías y/o granizadas y en el cual existen nemátodos.
- **Preparación del suelo.-** Se procedió a preparar el suelo realizando un procedimiento de arado del terreno para remover la tierra y separar las malas hierbas.
- **Elaboración de surcos.-** Se realizaron pequeñas aberturas en la tierra para que al momento del riego la tierra se remoje de una forma profunda y uniforme.
- **Disposición de la semilla para la siembra.-** La semilla fue donada por el Consorcio de productores de papa del Ecuador CONPAPA, las cuales presentaron una brotación y germinación adecuada para la siembra.

- **Tipo de semilla empleada.**- se utilizó la semilla de variedad papa chaucha (*Solanum phureja*), considerando que esta variedad se siembra en el sector de estudio y presenta un potencial de crecimiento a nivel comercial para competir con las demás variedades mejoradas existentes en el mercado.

Tabla 5. *Características taxonómicas papa chaucha (Solanum phureja)*

Familia	Solanácea
Genero	Solanum
Subgénero	Potatoe
Serie	Tuberosa
Especie	<i>Solanum phureja</i>

Fuente: Especies de papas cultivadas Bulkasov. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

- **Distancias en el terreno de estudio**

Se utilizó un terreno con las siguientes especificaciones:

Tabla 6. *Especificaciones del terreno utilizado para el ensayo de campo*

Especificaciones	Dimensiones
Área de terreno utilizado	110m ²
Tipo de suelo	Arcilloso-arenoso
Posición de la pendiente	47 ⁰
Cultivo anterior	Papa
Distancia entre planta y planta	0.45m
Distancia entre surco y surco	1.10m
Área de la parcela	5.94 m ²
Número de plantas por parcela	12

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

- **Disposición de las parcelas**

En campo la disposición de las parcelas se efectuó de la siguiente manera:

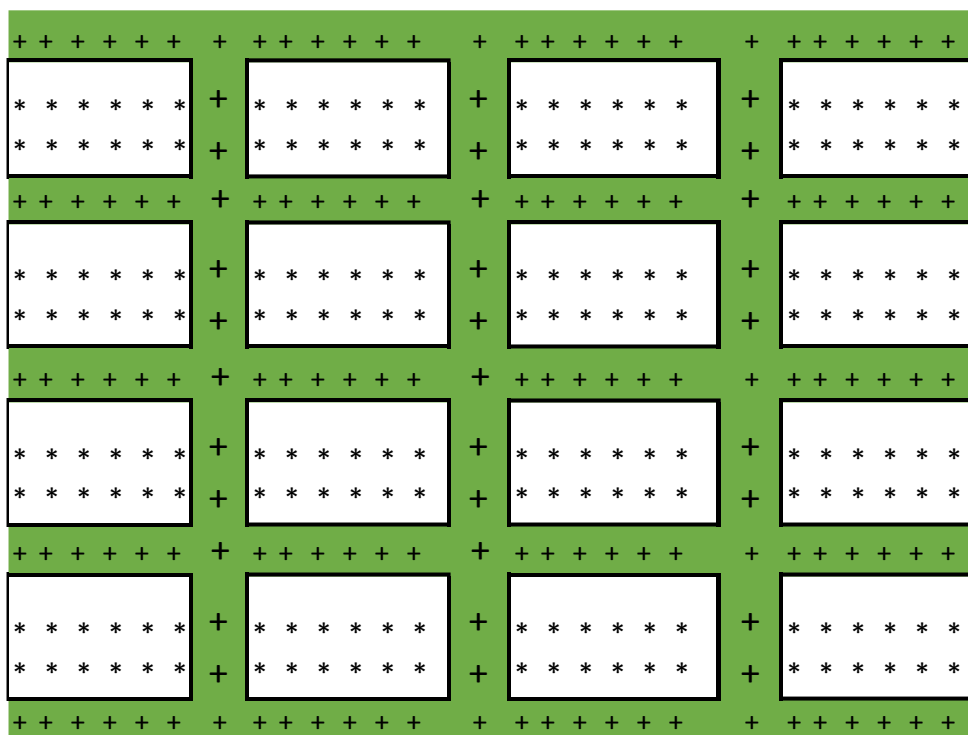


Figura 8. Disposición de las parcelas en el campo para el ensayo de aplicación con plantas de papa chaucha (*Solanum phureja*) (***), y plantas de arveja (+++). Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Las semillas de la papa variedad chaucha (*Solanum phureja*) fueron ubicadas dos por golpe, obteniéndose un total de 192 “plantas” en toda el área de la investigación (110 m²), considerando 12 plantas por cada tratamiento. Los tratamientos fueron sorteados al azar y ubicados en el área experimental, las labores culturales realizadas fueron similares en todos los tratamientos. En la figura 9 se observa la ubicación de cada tratamiento.

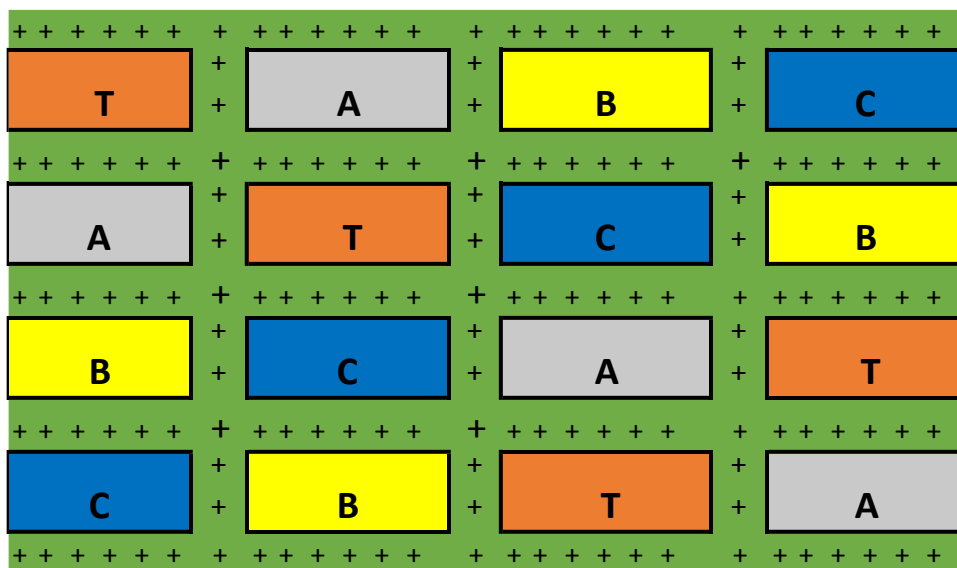


Figura 9. Disposición de las diferentes muestras en el estudio de campo. Parcela control o testigo (T). Parcela en la cual se aplicó el bionematicida en la etapa de siembra a los 0 días (A). Parcela donde se aplicó el bionematicida en la etapa de siembra y en la etapa de rascadillo a los 0 y 20 días respectivamente (B). Parcela donde se aplicó el bionematicida en la etapa de siembra, rascadillo y aporque a 0, 20 y 40 días (C). Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

- **Elaboración y aplicación del bionematicida**

Previa la aplicación, se desarrolló el bionematicida utilizando los residuos del lavado de quinua y combinando con ácido fúlvico considerando una cantidad de 100g/200 litros de agua. El ácido fúlvico actúa como agente complejante, además sirve como vehículo para que los residuos del agua de la quinua puedan transportarse de mejor manera hacia la raíz de la planta y sean más eficientes.

Las aplicaciones del bionematicida en el cultivo de papa chaucha (*Solanum phureja*) se realizaron de acuerdo a los períodos en los que el agricultor por lo general emplea productos químicos para controlar los nemátodos.

El factor de estudio fueron las labores de cultivo, para determinar la labor adecuada para la aplicación del bionematicida, se consideraron las siguientes:

- Labor de siembra (s)
- Labor de rascadillo (r)
- Labor de aporque (a)

Se empleó la misma técnica de siembra del agricultor; como etapa preliminar se colocaron las semillas de papa chaucha (*Solanum phureja*) por hoyo, donde además se añadió fertilizante (fertipapa 25g por hoyo 13-28-12-3), posteriormente con una bomba de mochila se colocó el bionematicida a los tratamientos A (siembra), B (siembra y rascadillo) y C (siembra, rascadillo y aporque). Esto se lo realizó mediante la técnica *vía drench* en una cantidad de 25 ml por hoyo, finalmente se procedió al tapado.

Para la lectura de los nemátodos se recolectaron muestras de suelo de cada uno de los tratamientos (T, A, B, C) antes y después de la aplicación del bionematicida. La recolección de las muestras se lo realizó de forma manual utilizando una pala de jardinero limpia y desinfectada; se tomaron alícuotas de suelo al azar de 6 plantas de las doce que formaban cada tratamiento, considerando una profundidad de 20cm aproximadamente. Las muestras de suelo fueron recolectadas en fundas de polietileno correctamente etiquetadas y llevadas al laboratorio para cuantificar la población de nemátodos.

La segunda aplicación del bionematicida se realizó en la labor de rascadillo que fue a los 20 días después de la siembra. El producto se colocó *vía drench* en el contorno de la planta y en el área foliar, en una cantidad de 50ml, además se aplicó fertilizante químico (fertiaporque 17-4-28). Esta aplicación se realizó a los tratamientos B (siembra y rascadillo) y tratamientos C (siembra, rascadillo y aporque).

La tercera aplicación se realizó en el aporque a los 40 días de la siembra, el bionematicida se aplicó *vía drench* en una cantidad de 75ml en el contorno de la planta y en el área foliar a los tratamientos C (siembra, rascadillo y aporque).

- **Rendimiento de la producción**

Se pesó los tubérculos de cada planta cosechada por cada tratamiento y por cada réplica y se calculó un promedio para obtener el peso de los tubérculos en gramos.

El rendimiento se calculó con el peso de los tubérculos en kilogramos por hectárea y toneladas por hectárea. Considerando el número de plantas sembradas por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{AT}{dp \times dh}$$

Donde:

N = número de plantas por hectárea

AT = área total en m²

dp = distancia entre planta y planta en metros

dh = distancia entre surcos u hoyos en metros

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Ensayo *in vitro*

3.3.1 Población

Se estimó como población las 12 unidades experimentales.

Ensayo en campo

3.3.2 Población

Se estimó como población las 192 plantas que conforman todos los tratamientos y las réplicas.

3.3.3 Muestra

96 plantas recolectadas al azar que fueron analizadas entre todos los tratamientos para lectura de nemátodos.

3.3.4 Diseño Experimental (ensayo in vitro)

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar para determinar la mejor concentración de los residuos del agua de quinua con la que se alcanzó mayor actividad nematocida *in vitro*.

Tabla 7. Residuos de agua de quinua a diferentes concentraciones

Factor	Nivel
Concentración del agua de lavado de quinua	C ₁₀₀ = 100%
	C ₇₅ = 75%
	C ₅₀ = 50%
	C ₀ = 0%

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Se consideró como respuesta experimental la actividad nematocida. Se realizaron tres replicas por cada tratamiento. Para el caso de diferencias estadísticamente significativas para los factores o sus interacciones, se realizaron pruebas de comparación múltiple Tukey al 5% de significancia y se establecieron las diferencias entre tratamientos.

3.3.5 Diseño Experimental (ensayo en campo)

La concentración que presentó mayor actividad nematocida *in vitro*, se aplicó en campo mediante un diseño de bloques completamente aleatorizado.

Tabla 8. Factores de estudio en campo

Factor	Niveles
Etapa del cultivo para la aplicación del plaguicida orgánico	A _s = siembra
	A _{s,r} = siembra y rascadillo
	A _{s,r,a} = siembra, rascadillo y aporque
	A _t = testigo

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

La respuesta experimental fue la actividad nematocida. Se realizaron cuatro replicas por cada tratamiento. Para el caso de diferencias estadísticamente significativas para los factores o sus interacciones, se realizaron pruebas de comparación múltiple Tukey al 5% de significancia y se establecieron las diferencias entre tratamientos.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9. Variable independiente: *Bionematicida a partir de los residuos del lavado de la quinua (Chenopodium quinoa)*

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Test
Dentro de su estructura molecular la quinua contiene compuestos químicos como las saponinas las cuales presentan un efecto plaguicida ya que interaccionan con componentes de la membrana celular formando un complejo irreversible que desestabiliza la membrana de la célula y produce necrosis.	Extractos naturales Saponina de la quinua Características plaguicidas	Determinación de compuestos químicos Cuantificación de saponinas presentes en la quinua Efecto de las saponinas frente a los nematodos	Se ha empleado las saponinas de quinua para control nematicida en cultivos agrícolas?.	Usos de pruebas fitoquímicas para determinar cualitativamente compuestos químicos Método Norma INEN 1672:88 Experimentación. Efecto nematicida empleando residuos del agua de quinua

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 10. Variable dependiente: *Especie de nemátodos presentes y su número por planta en cultivos de papa (Solanum tuberosum)*

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>Los nematodos fitoparásitos son plagas que causan problemas en el desarrollo, sanidad y rendimiento de los cultivos de acuerdo a su nivel de infestación, disminuyendo la capacidad de absorción de nutrientes y agua lo que conlleva a una necrosis de las células vegetales. Por lo cual es necesario el uso de nuevas alternativas de control biológico para controlar la población de nematodos en cultivos</p>	Identificación de nemátodos presentes en el suelo	Género de nematodos presentes en el suelo	Existen información acerca de métodos naturales utilizados para contrarrestar nematodos en cultivos de papas?	Especie de nematodos
	Cuantificación de población de nematodos	Población inicial de nematodos Población final de nematodos		Extracción de nematodos método Embudo de Baerman
	Eficiencia de producto orgánico porcentaje de efectividad	Desarrollo, producción y rendimiento de plantas		Estereoscopio
				Fuentes bibliográficas
				Contaje de nematodos finales

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

3.5 PLAN DE RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN

El proceso de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Productos Naturales, Laboratorio de Química Instrumental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH y en Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

Para el estudio de campo se utilizó un terreno ubicado en la comunidad Shaushi, cantón Quero, provincia de Tungurahua.

Se planteó un diseño experimental completamente aleatorio para determinar la mejor concentración de agua de lavado de quinua como efecto nematicida, con tres réplicas. Además se planteó un diseño experimental completamente aleatorio para identificar cual es la mejor etapa de cultivo en la que se debe aplicar el bionematicida, considerando un testigo y con cuatro réplicas para cada tratamiento.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Los resultados se presentan como el valor medio \pm la desviación estándar. El análisis estadístico se efectuó utilizando el programa InfoStat 2016 y el programa GraphPadPrism 5.0 (*GraphPad Software*, California, EE.UU)

Para determinar el efecto de las variables se realizó el respectivo análisis de varianza (ANOVA) para cada uno de los diseños experimentales. Para el caso de las diferencias significativas con un valor $P \leq 0.05$ se efectuó comparaciones múltiples empleando la prueba de Tukey.

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

4.1.1 Propiedades físicas de los residuos del agua de lavado de quinua

Se determinó la densidad relativa, pH, índice de refracción y °Brix de los residuos del agua de quinua. La densidad relativa presentó un valor $1.01 \pm 0.00 \text{ g/cm}^3$, el pH se situó en un parámetro ligeramente ácido, un valor de índice de refracción de 1.34 ± 0.00 , mientras que la cantidad de sólidos solubles fue ligeramente bajo (tabla 11). No existen datos bibliográficos para realizar una comparación de los resultados obtenidos debido a los pocos estudios de investigación aplicados a la utilización de los residuos del agua de lavado de quinua.

Tabla 11. *Características físicas de los residuos del agua de lavado de quinua*

Determinaciones	Valores
Densidad relativa (g/cm^3)	1.01 ± 0.00
pH	5.30 ± 0.01
Índice de refracción	1.34 ± 0.00
°Brix	1.90 ± 0.10

Los resultados son la media \pm la desviación estándar. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

4.1.2 Tamizaje fitoquímico del agua de lavado de quinua

La composición química cualitativa mediante el tamizaje fitoquímico (tabla 12), nos muestra que el agua de quinua contiene saponinas y alcaloides. Similares resultados reporta Bonifaz (2010) el cual realizó la identificación de metabolitos secundarios en saponinas no hidrolizadas del agua de lavado de quinua empleando la misma técnica de tamizaje fitoquímico donde además de determinar la presencia de saponinas, identificó triptenos y azúcares.

Tabla 12. Resultados del tamizaje fitoquímico en residuos del agua de lavado de quinua

Ensayo	Grupo de compuestos	Resultado	Ensayo	Grupo de compuestos	Resultado
Catequinas	Catequinas	----	Shinoda	Flavonoides	---
Espuma	Saponinas	+++	Lieberman	Tripertenos y esteroides	---
Fehling	Azúcares reductores	---	Bortrager	Quinonas	---
Baljet	Coumarinas	---	Antocianidinas	C6-C3-C6 de flavonoides	---
Cloruro Férrico	Fenoles taninos	---	Dragendorff	Alcaloides	+++
Wagner	Alcaloides	+++	Mayer	Alcaloides	+++

Por: Jimena Núñez, 2016

4.1.3 Contenido de saponinas

La quinua utilizada para la elaboración del bionematicida presentó un contenido de 0.12 ± 0.01 % de saponinas como porcentaje en peso. Este valor se encuentra dentro del rango establecido por la NTE INEN 1672:88.

4.1.4 Población inicial de nemátodos

Se analizaron dos tipos de suelo. Los resultados se interpretaron de acuerdo a la escala de severidad de Miller. El terreno inclinado tuvo 15 nemátodos por 100g de suelo (Anexo 7), mientras que el suelo del terreno plano presentó 9 nemátodos por 100g de suelo (Anexo 8), por tanto, el estudio de campo para la aplicación del bionematicida se lo realizó en el terreno inclinado por presentar mayor incidencia de ataque por nemátodos.

4.1.5 Identificación del género de nemátodos

Mediante análisis de laboratorio se determinó que la población de nemátodos corresponden al género *Globodera pallida* (figura 10).



Figura 10. Nematodo *Globodera pallida*, observado en el microscopio 40X. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

4.1.6 Mejor concentración del bionematicida

Determinando una población inicial de nemátodos, se aplicaron tres concentraciones del bionematicida, se evaluó la población final de nemátodos a un tiempo de 240 minutos, considerando además un testigo o blanco. (tablas 13, 14 y 15).

Tabla 13. Población inicial y población final de nemátodos al aplicar el bionematicida a una concentración del 100%.

ANTES DE APLICAR EL BIONEMATICIDA			
Tiempo (min)	# nemátodos/100g de suelo		
0	18±2.00		
DESPUES DE APLICACIÓN DE BIONEMATICIDA AL 100%			
Tiempo (min)	# nemátodos vivos/100g de suelo	% supervivencia nemátodos/100g suelo	% mortalidad nemátodos/100g suelo
0	16±2.51	88.89	11.11
60	6±2.08	33.33	66.67
120	4±1.53	22.22	77.78
180	2±1.00	11.11	88.89
240	1±0.58	5.56	94.44

Los resultados corresponden a la media ± la desviación estándar. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 14. Población inicial y población final de nemátodos al aplicar el bionemática a una concentración del 75%

ANTES DE APLICAR EL BIONEMATICIDA			
Tiempo (min)	# nemátodos/100g de suelo		
0	19±1.00		
DESPUES DE APLICACIÓN DE BIONEMATICIDA AL 75%			
Tiempo (min)	# nemátodos vivos/100g de suelo	% supervivencia nemátodos/100g suelo	% mortalidad nemátodos/100g suelo
0	18±0.58	94.74	5.26
60	14±0.58	73.68	26.32
120	12±0.58	63.16	36.84
180	10±0.58	52.63	47.37
240	10±0.58	52.63	47.37

Los resultados corresponden a la media ± la desviación estándar. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 15. Población inicial y población final de nemátodos al aplicar el bionemática a una concentración del 50%

ANTES DE APLICAR EL BIONEMATICIDA			
Tiempo (min)	# nemátodos/100g de suelo		
0	20±0.58		
DESPUES DE APLICACIÓN DE BIONEMATICIDA AL 50%			
Tiempo (min)	# nemátodos vivos/100g de suelo	% supervivencia nemátodos/100g suelo	% mortalidad nemátodos/100g suelo
0	20±0.58	100.00	0.00
60	18±1.15	90.00	10.00
120	16±1.53	80.00	20.00
180	13±1.53	65.00	35.00
240	12±1.53	60.00	40.00

Los resultados corresponden a la media ± la desviación estándar. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

El bionematicida a una concentración del 100% presentó mayor eficiencia frente a la muerte de nemátodos ya que al ser expuestos en un tiempo de 240 minutos tuvieron una mortalidad del 94.44%, en comparación con la concentración al 75% donde existió una reducción de población de nemátodos en un 47.37%, mientras que al aplicar el bionematicida al 50% se evidencia una muerte de nemátodos poco eficiente con apenas el 40%, todo esto al mismo tiempo (240 minutos), finalmente para el tratamiento testigo no hubo muerte de nemátodos la población inicial fue la misma al final como se visualiza en la figura 11.

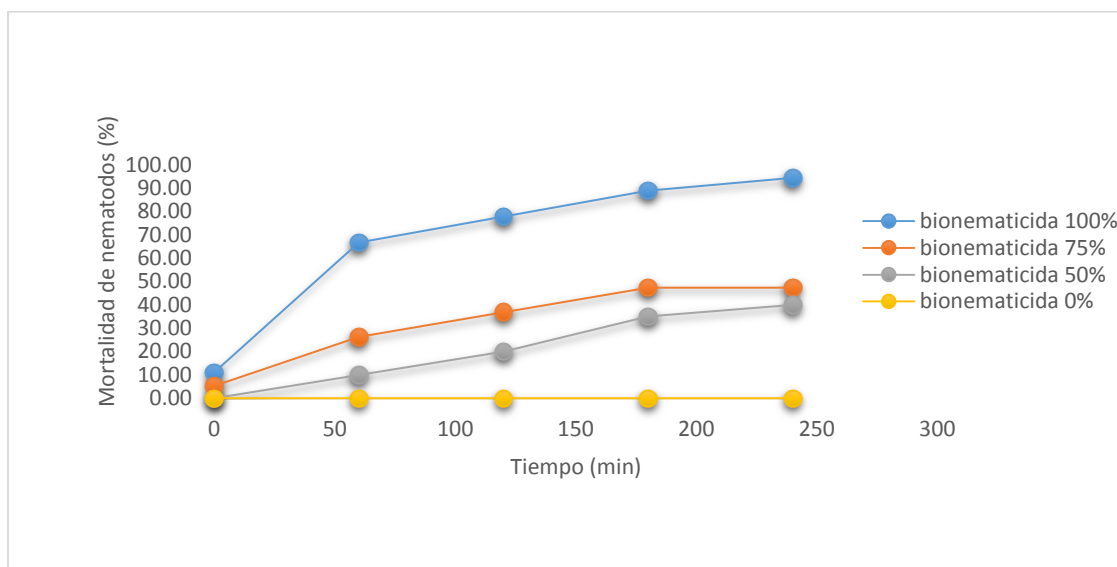


Figura 11 . Porcentaje de mortalidad de nemátodos en relación a la concentración del bionematicida. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 16. Esquema del análisis de varianza en la aplicación del bionematicida a diferentes concentraciones para determinar reducción de población de nemátodos

Fuentes de varianza	Grados de libertad	p-valor	CV (%)	R ²
Tratamientos	3	0.0001	8.12	0.98
Mortalidad inicio	1	0.0891		
Error	5			
Total	9			

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 17. Porcentaje de mortalidad de nemátodos expuestos a diferentes concentraciones del bionematicida

Tratamientos (v/v)	Mortalidad nemátodos (%)
100%	94.44 a
75%	47.37 b
50%	40.00 b
0%	0.00 c

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad. Por. Ing. Jimena Núñez, 2016

La prueba de comparación de Tukey determinó que existe diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones del bionematicida, teniendo como mejor tratamiento la concentración al 100% v/v, mientras que las concentraciones de 75% y 50% son significativamente iguales pero no presentan una actividad tan efectiva como la concentración del 100% donde hubo una mortalidad de nemátodos del 94.44%. Se trabajó con un coeficiente de variación menor al 10%, lo cual determina que el ensayo *in vitro* presentó una óptima precisión experimental (Vanderlei, 1996)

4.1.7 Aplicación del bionematicida en campo

Aplicando el bionematicida durante las tres labores culturales siembra, rascadillo y aporque existió una mortalidad de nemátodos del 86.67%, por otro lado, aplicando en la siembra y rascadillo solamente se evidencia una mortalidad del 33.33%, finalmente, al realizar una sola aplicación la población de nemátodos tiende a incrementarse, como sucede además en tratamientos testigos donde la población se incrementó en mayor número (tabla 18, figura 12).

Tabla 18. Número de nemátodos vivos antes y después de la aplicación del bionemático al 100% en labores de cultivo de papa

Labores de cultivo	Especificaciones	Tratamiento A (siembra)	Tratamiento B (siembra, rascadillo)	Tratamiento C (siembra, rascadillo, aporque)	TESTIGO
		# nemátodos/100g suelo	# nemátodos/100g suelo	# nemátodos/100g suelo	# nemátodos/100g suelo
siembra	antes aplicación	15±0.82	15±0.82	15±0.82	18±0.96
	después aplicación	3±0.96	4±0.82	4±0.96	
rascadillo	antes aplicación	13±0.96	16±1.5	16±1.29	23±0.96
	después aplicación	13±0.96	3±0.50	4±0.82	
aporque	antes aplicación	16±0.82	10±1.29	5±1.83	26±0.82
	después aplicación	16±0.82	10±1.29	2±1.73	

Los resultados corresponden a la media ± la desviación estándar. Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

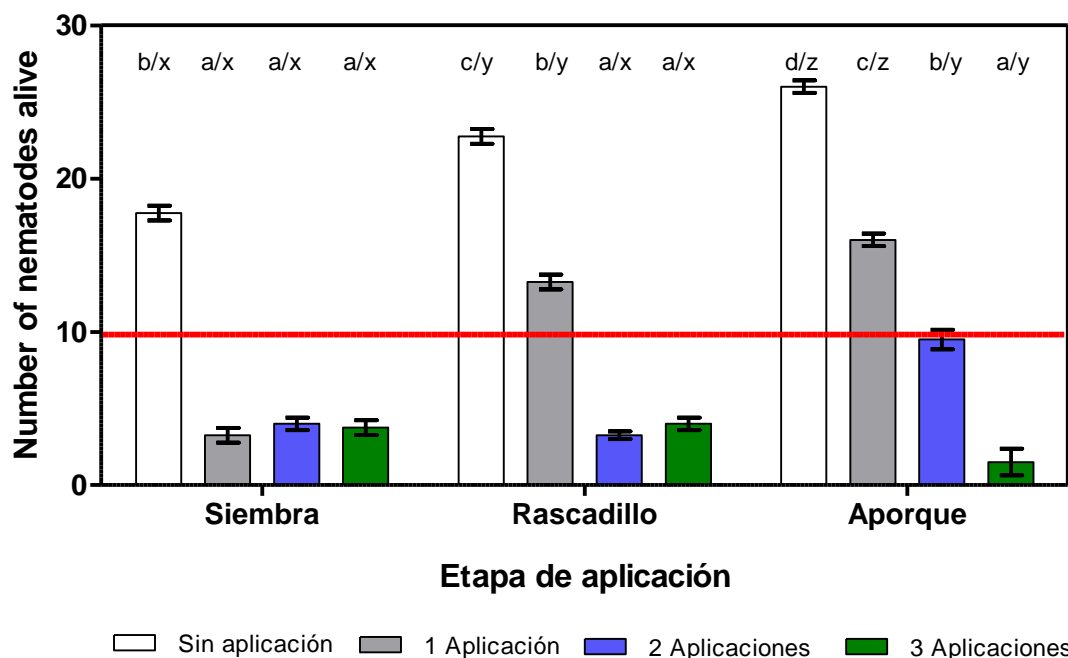


Figura 12. Número de nemátodos vivos después de la aplicación del bionemático al 100% de concentración en los diferentes estadios de crecimiento y desarrollo de plantas de papa chaucha (*Solanum phureja*) Letras diferentes en la misma etapa de aplicación (a, b, c), indican diferencias significativas entre el número de aplicaciones. Letras diferentes (x, y, z), indican diferencias significativas en cada número de aplicaciones como función de la etapa de aplicación.

Tabla 19. Esquema del análisis de Varianza aplicación del bionematicida en labores de cultivo de la papa chaucha (*Solanum phureja*) a concentración 100% v/v

Fuentes de varianza	Grados de libertad	p-valor	CV (%)	R ²
Bloques	3	0.5626	9.58	0.99
Tratamientos	3	<0.0001		
Error	9			
Total	15			

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Tabla 20. Porcentaje de nemátodos vivos expuestos al bionematicida al 100% v/v

Tratamientos	Nemátodos vivos/100g suelo
siembra, rascadillo y aporque (C)	1.50 a
siembra y rascadillo (B)	9.50 b
Siembra (A)	16.00 c
Testigo (T)	26.00 d

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad. Por. Ing. Jimena Núñez, 2016

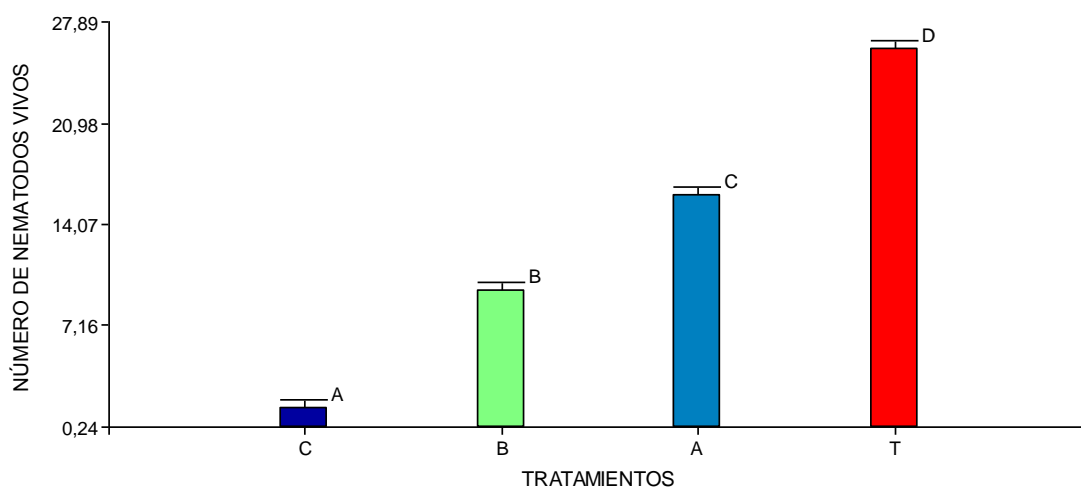


Figura 13. Nemátodos vivos después de la aplicación del bionematicida al 100% v/v en labores de cultivo de papa chaucha (*Solanum phureja*). Por Ing. Jimena Núñez, 2016

La prueba de comparación de Tukey determinó que la aplicación del bionemática en las diferentes labores culturales presentan diferencia estadísticamente significativas, considerando que al inicio de la investigación se tuvo una población de 15 nemátodos/100g de suelo; al realizar tres aplicaciones (siembra, rascadillo, aporque) tenemos supervivencia de ~2 nemátodos/100g de suelo siendo éste el mejor tratamiento, mientras que aplicando el bionemática en las labores de siembra y rascadillo se tiene ~10 nemátodos vivos/100g de suelo, por otro lado considerando una sola aplicación en siembra tenemos una supervivencia de 16 nemátodos/100g suelo, finalmente en tratamientos testigo se evidenció un incremento de la población hasta 26 nemátodos/100g suelo. Se trabajó con un coeficiente de variación menor al 10%, lo cual determina que el ensayo en campo presentó una óptima precisión experimental (Vanderlei, 1996).

No existen estudios relacionados al efecto bionemática de los residuos de la industrialización de la quinua en cultivos de papa, solamente se reportan estudios, por ejemplo, determinando el efecto de las saponinas de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como actividad antifúngica contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc, plaga que afecta a los cultivos de acelga. El extracto se evaluó a varias concentraciones de 250 mg/ml, 50 mg/ml, 5 mg/ml; 0,5 mg/ml y 0,05 mg/ml utilizando dos técnicas: envenenamiento del medio y evaluación (*in situ*) de control de *C. beticola* en hojas de acelga. Para los dos casos, se determinó una buena actividad del extracto sobre el hongo desde una concentración de 5 mg/ml. (Apaza *et al.*, 2016)

Sánchez (2006), evaluó la época óptima para la aplicación del extracto de quillay (principio activo de saponina) en el control de *Meloidogyne spp* en cinco estados fenológicos de vid (receso, brotación, floración, cuaja, crecimiento de baya). El extracto de quillay aplicado en crecimiento de baya fue el mejor evaluado respecto a rendimiento, asociado a la mejor condición radical proporcionada por el producto, que permitió una mejor absorción de agua y nutrientes.

Además, se evaluó visualmente y de forma aleatoria las plantas de cada uno de los tratamientos para observar la efectividad del bionemática. Para el caso del tratamiento

testigo en el cual no se aplicó ningún producto se observó nódulos blancos de nemátodos presentes en las raíces de las plantas de papa en un número considerable (figura 14).



Figura 14. Raíces de las plantas testigo (no se aplicó bionematicida), las flechas indican los nódulos que demuestran la presencia de nemátodos. Por Ing. Jimena Núñez, 2016

Para los tratamientos A (siembra) en los cuales se realizó una sola aplicación del bionematicida, se observó nemátodos en las raíces de las plantas (figura 15). El número de nódulos en las raíces fue menor en comparación al testigo.



Figura 15. Raíces de las plantas en las cuales se colocó el bionematicida solo en la siembra. Por Ing. Jimena Núñez, 2016

En el caso de los tratamientos B (siembra y rascadillo), se determinó que si bien existe ataques por nemátodos en las plantas, su número es menor en relación a los tratamientos anteriores; se observó pocos nódulos blancos atribuibles a la presencia de nemátodos (figura 16).



Figura 16. Raíces de las plantas a las cuales se aplicó el bionemática en siembra y rascadillo. Por Ing. Jimena Núñez, 2016

Por otro lado, en los tratamientos C (siembra, rascadillo y aporque), se observó la eficiencia del bionemática, no se evidenció nódulos blancos, dando como resultado raíces sanas y en estado normal.



Figura 17. Raíces sanas en las cuales se aplicó el bionemática en la siembra, rascadillo y aporque. Por Ing. Jimena Núñez, 2016

4.1.8 Rendimiento de la producción

Se estableció un número total de plantas por hectárea ~20.202, sin embargo, se consideró un área del 10% para caminos, ingreso de vehículos para verificación de los cultivos, por tanto se trabajó con 18.200 plantas por hectárea.

Tabla 21. Rendimiento en kilos por hectárea y toneladas por hectárea de la papa chaucha (*Solanum phureja*) con la aplicación del bionemático en diferentes labores de cultivo

Tratamientos	Peso tub/planta (Kg)	Rendimiento kg/ha	Rendimiento T/ha
C	682.75 ± 13.48	12426.05	12.43
B	583.25± 12.45	10615.15	10.62
A	552.25± 15.71	10050.95	10.05
T	508.50 ±13.00	9254.7	9.25

Los resultados corresponden a la media ± la desviación estándar. Por Ing. Jimena Núñez, 2016

Los resultados de producción de papa chaucha (*Solanum phureja*) que se indican en la tabla 21, determinan que existe mejor rendimiento de producción en el tratamiento C con una producción de 12426.05 kg/ha, cuando se aplica el bionemático durante la siembra, rascadillo y aporque. Estos resultados son similares a los reportados por Rivadeneria (2013) donde obtuvo un rendimiento de 12656.00 kg/ha al aplicar abono Guano 2.800 kg/ha-1, estudio enfocado al comportamiento de tres tipos de abonos orgánicos durante el cultivo de papa chaucha (*Solanum phureja*).

4.1.9 Estudio económico aproximado para la obtención del bionemático

Para establecer un valor aproximado del bionemático obtenido mediante la utilización de los residuos del agua de lavado de quinua se consideró una cantidad de 1000 litros, tomando en cuenta tres aplicaciones durante las labores de siembra, rascadillo y aporque en cultivos de papa (tabla 22).

Tabla 22. Costo de producción aproximado de un bionematicida elaborado a partir de agua de lavado de quinua.

MATERIALES			COSTOS		
Nombre	Unid.	Cantidad	Unidad	Sub total \$	Costo total \$
residuos de quinua	Litros	1000	0.05	50.00	50.00
acido fulvico	g	500	0.02	10.00	10.00
mano de obra	Unid.	2	2.63	5.26	5.26
energía maquinas	Kw/h	0.5	0.20	0.10	0.10
TOTAL					65.36

Por Ing. Jimena Núñez, 2016

El valor económico para obtener 1000 litros de bionematicida es 65,36 USD, lo que representa ~0,07 USD por litro de producto. Un agricultor, para sembrar una hectárea de papa, emplea 8 tanques de 20 litros de productos químicos en tres aplicaciones, que representa 20 USD por cada 20 litros (160USD de inversión para controlar nemátodos en una hectárea.). No obstante, si se utiliza como alternativa el bionematicida desarrollado con base en los residuos de la quinua solo se invertiría 11,20 USD, considerando además que el producto es orgánico, biodegradable, no tóxico, amigable con el ambiente y que no causa efectos adversos en la salud de quienes lo manipulan.

4.2 Verificación de la hipótesis

Una vez realizada la aplicación en campo del bionematicida, se rechaza la hipótesis nula. Por consiguiente, se acepta la hipótesis alterativa, la cual afirma que el plaguicida orgánico a partir de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) es eficiente para el control de nemátodos en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El agua del primer lavado de la quinua demostró contener mayor cantidad de saponinas (0.12%), para la elaboración del bionematicida demostrando ser una alternativa eficaz para el control de nemátodos en el suelo.
- El estudio *in vitro* determinó que la concentración idónea para lograr los mejores resultados, es el agua de lavado de quinua sin dilución (100% v/v), logrando un porcentaje de mortalidad de nemátodos del 94% tras 240 min de aplicación.
- Se determinó que en el cultivo de papa la mayor actividad nematicida se logró cuando el bionematicida fue aplicado de manera continua durante la siembra, rascadillo y aporque, además se obtuvo el mejor rendimiento de producción en este tratamiento obteniendo 12426.05 kg/ha de papa chaucha (*Solanum phureja*).

Recomendaciones

- Continuar el estudio en otros cultivos para ampliar el uso y aplicación de los residuos de la industria procesadora de quinua, y de esta manera ofrecer al agricultor una alternativa económica, rentable y efectiva, que además de cumplir con requisitos medioambientales es un producto de baja toxicidad.
- Realizar estudios comparativos con productos químicos que están siendo utilizados en la agricultura para determinar la eficiencia del bionematicida obtenido a partir de los residuos de la quinua.
- Aportar con esta investigación para el estudio de otros subproductos de cereales que presenten mecanismos de acción contra plagas y otras enfermedades de las plantas.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos

Título: Bionematicida a partir de los residuos del agua de quinua (*Chenopodium quinoa*) para el control de nemátodos en cultivos de papas (*Solanum tuberosum*).

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Beneficiarios: Centros de Investigación Científica, Industrias procesadoras de quinua, Sector agrícola, Medio ambiente, comunidad ecuatoriana.

Ubicación: Ambato, Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

- **Inicio:** Mayo 2017
- **Fin:** Noviembre 2017

Equipo técnico: Ing. Jimena Núñez, Dra. Mirari Arancibia

Costo: 594 USD

6.2 Antecedentes de la propuesta

A partir de las épocas tempranas el hombre tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban a los cultivos con productos efectivos capaces de eliminar este inconveniente, a mediados del siglo XIX se tienen evidencia del uso de productos naturales como el azufre para eliminar los hongos; se utilizó además las flores de piretro como insecticida y los chinos emplearon los arsenitos para el control de roedores y otras plagas. Con el avance de la revolución industrial y el aumento de la población se hizo imprescindible desarrollar la producción agrícola para el abastecimiento de alimentos y como consecuencia de ello se incrementó la producción de sustancias químicas como parte del sostenimiento del desarrollo industrial y de la agricultura (Del Puerto *et al.*, 2014)

La agricultura es la actividad mayoritaria en el uso de plaguicidas consumiendo hasta el 85% de la producción mundial con el objetivo de controlar plagas que afectan a los cultivos, esta intensificación a conducido además al uso indiscriminado y poco controlado de sustancias químicas lo que ha provocado el brote de nuevas plagas resistentes a estas sustancias y como consecuencia de ellos el aumento de riesgos para el medio ambiente y la salud humana de quienes manipulan estos productos. Los países han reformado sus políticas para reducir estos problemas y garantizar paralelamente una producción de alimentos fomentada mediante la aplicación de alternativas a los plaguicidas químicos (Del Puerto *et al.*, 2014)

En la actualidad una parte considerable de la producción agrícola se ve afectada por el contaminación de los cultivos porque muchas plagas se han vuelto resistentes a los productos químicos lo que ha generado pérdidas de alimentos en campo y en sitios de almacenamiento; por lo cual se hace imprescindible el estudio de nuevas alternativas de control de plagas mediante la utilización de sustancias naturales que generan las mismas plantas y que son conocidos como metabolitos secundarios, no esenciales para el desarrollo de la planta y por el contrario actúan como un mecanismo de defensa debido a sus propiedades biológicas sobre el control de plagas. Entre los metabolitos que generan las plantas se encuentran las saponinas, terpenos, alcaloides, fenoles, flavonoides, quinonas, taninos, aminoácidos no proteicos.

6.3 Justificación

En el sector agrícola se hace imprescindible el empleo de productos que ayuden a contrarrestar las plagas que afectan el rendimiento de los cultivos y ocasionan pérdidas económicas en los agricultores. No obstante, lo que se pretende es reducir el consumo de sustancias químicas en el suelo ya que a través de los años estos productos han vuelto resistentes a las plagas evitando su eliminación, además el uso poco controlado de las dosis y los tiempos de aplicación han generado un problema ambiental considerable, teniendo en cuenta además los daños causados a los agricultores quienes han adquirido enfermedades comunes al uso de agroquímicos por la falta de educación para su manipulación y almacenamiento correctos.

Tomando en consideración el concepto de agricultura sostenible se pretende dar una alternativa empleando los residuos del agua de lavado de quinua como uso biológico para controlar nemátodos en cultivos de papa, ya que estos residuos contienen saponinas las cuales presentan propiedades plaguicidas para reducir la población de nemátodos en el suelo. Estos residuos son de fácil adquisición ya que se obtienen de la industrialización de la quinua y que actualmente son desechados al ambiente, por tanto, estos subproductos pueden ser utilizados para elaborar un producto de manejo orgánico en el control de plagas cuya propuesta tecnológica no afecta al ecosistema, es biodegradable y no causa problemas en la salud de quienes lo manipulan ya que al ser un producto natural no presenta efectos secundarios.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

- Aplicar un bionematicida empleando subproductos de la quinua para el control de nemátodos en cultivos agrícolas.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Proponer una alternativa al uso de sustancias agroquímicas, empleando un producto orgánico que no genera impacto ambiental y tiene un costo reducido.

- Comparar el rendimiento productivo en cultivos de papa utilizando el bionemática a partir de los residuos del lavado de quinua con un nemática comercial.

6.5 Análisis de factibilidad

Esta investigación permite crear una nueva alternativa tecnológica para la elaboración de un plaguicida de origen natural a través de la utilización de los residuos del primer lavado de la quinua con efecto nemática empleando sustancias biológicas como las saponinas. Los resultados obtenidos en este estudio podrían promover la utilización de productos orgánicos en el sector agrícola y reducir el empleo de plaguicidas químicos. Además este proyecto contribuye a investigaciones posteriores que se pueden realizar basados en resultados expuestos en este estudio y que contribuirán a la industria alimenticia, a la agricultura y al medio ambiente. En la Tabla 21, se presenta el balance de costo para la propuesta planteada.

Tabla 23. Balance de costos para la producción de un bionemática a partir de agua de lavado de quinua.

Descripción	Unidad	Cantidad	V unitario (USD)	V total (USD)
Materiales de laboratorio	n.d	n.d		100
Materia prima				
residuos de quinua	litros	1000	0.05	50
ácido fúlvico	gramos	500	0.02	10
envases	bidones	50	0.5	25
Uso de aparatos y equipos	n.d	n.d	n.d	30
Insumos varios	n.d	n.d	n.d	50
Análisis nemátodos	n.d	n.d	25	75
Publicaciones	n.d	n.d	n.d	200
SUBTOTAL				540
IMPREVISTOS (10%)	n.d	n.d	n.d	54
TOTAL (USD)				594

Por Ing. Jimena Núñez, 2016

6.6 Fundamentación

En Ecuador el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) comprende una de las principales actividades económicas para los agricultores de varias regiones del país, cuya extensión de los cultivos alcanza alrededor de 49719 ha sembradas con un rendimiento de 12.69 toneladas (Barrera *et al.*, 1998). Debido a la demanda de este tubérculo a través de los años, se ha impulsado el uso inadecuado de pesticidas químicos para controlar las enfermedades y plagas en los cultivos.

Uno de los inconvenientes generados en los cultivos de papas son las enfermedades causadas por los nemátodos fitoparásitos que afectan la resistencia de las plantas a otros organismos. Se ha establecido que existen alrededor de 64 especies de nemátodos, sin embargo, son pocas especies las que realmente producen daños a los cultivos, generando grandes pérdidas en la producción y en la calidad de la papa, además de pérdidas económicas en medidas de control como costo de nematicidas, rotaciones prolongadas de cultivos, problemas de marchitez producidas por hongos. (Gonzalez & Franco, 1997)

El nemátodo *Globodera spp* es considerado el quiste de la papa que ocasionan grandes pérdidas, afecta los rendimientos de los cultivos produciendo escasez del tubérculo, sin embargo, la estimación de estas pérdidas puede estar en un rango del 13-58% de la producción en países andinos, sin embargo, depende de muchos factores como el grado de infestación del terreno, la población de nemátodos, las condiciones climáticas y la variedad de papa (González & Franco, 1997)

La intensificación de los cultivos indujo a la utilización de grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas químicos para controlar las enfermedades y plagas en los cultivos, lo que provocó además el uso irracional de estos productos al no contar con una asistencia técnica para el empleo adecuado basado en dosis y tiempos de aplicación, lo cual ha generado problemas medio ambientales, incremento en la población de plagas, resistencia a estos productos (Sánchez *et al.*, 2000). Todos estos parámetros han permitido brindar alternativas de control mediante el empleo de mecanismos biológicos para evitar pérdidas sobretodo económicas en los agricultores. Esta propuesta de investigación permite utilizar un bionematicida a base de los residuos de la quinua para ser empleado en los cultivos de papa, específicamente en las

etapas de siembra, rascadillo y aporque con la finalidad de reducir la población de nemátodos, contribuyendo así con una opción sustentable, económica, biodegradable y que no genera impacto al ambiente sino más bien permite reutilizar los subproductos industrializados de la quinua.

6.7 Metodología

Modelo operativo

La presente investigación utiliza los residuos del agua de quinua combinada con ácido fúlvico para mejorar el transporte del producto y la asimilación en las raíces y plantas infectadas.

Desarrollo del bionematicida

- Se emplea los residuos del agua de quinua del primer lavado a una concentración del 100% y son combinados con ácido fúlvico en 100g/200 litros de residuos para el control en campo.

Aplicación del bionematicida

- El bionematicida se aplica en 3 labores del cultivo.

* Siembra.- Una vez realizado el hoyo se coloca 25ml del bionematicida sobre la semilla empleando una bomba de mochila mediante el método vía drench.

* Rascadillo.- Se procede aplicar el bionematicida vía drench en el contorno de la planta y en el área foliar en un volumen de 50ml.

* Aporque.- Se coloca el bionematicida vía drench, en el contorno de la planta y en el área foliar en una cantidad de 75ml.

Tabla 24. Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsabilidades	Recursos	Presupuesto (usd)	Tiempo (meses)
Formulación de propuesta	Aplicación del bionematicida a partir de residuos de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	100	1
Desarrollo de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Elaboración de pruebas preliminares	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	50	2
Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de bionematicida en cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	594	2
Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso	Análisis de resultados. Rendimientos de producción	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	50	1

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

6.8 Administración

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables de esta investigación:
Ing. Jimena Núñez y Dra. Mirari Arancibia.

Tabla 25. *Administración de la propuesta*

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Nematicida biológico a partir de residuos de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Desconocimiento de las propiedades plaguicidas de las saponinas de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) para controlar nemátodos en cultivares de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Rendimiento de producción de papas con la aplicación del bionematicida, utilizando subproductos industrializados de la quinua a bajo costo y sustentables con el ambiente	Desarrollar del bionematicida utilizando residuos de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) Aplicar el bionematicida en tres labores de cultivo (siembra, rascadillo y aporque) Determinar la eficiencia del bionematicida en los cultivos	Investigadores: Ing. Jimena Núñez y Dra. Mirari Arancibia.

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

6.9 Previsión de la evaluación

Tabla 26. *Previsión de la Evaluación*

PREGUNTAS BASICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Centros de Investigación Científica, Industrias procesadoras de quinua, Sector agrícola, Medio ambiente y consumidores
¿Por qué evaluar?	Alto impacto ambiental por el uso de pesticidas químicos
¿Para qué evaluar?	Desarrollar nematocida orgánico utilizando residuos industrializados de la quinua
¿Qué evaluar?	Materias primas empleadas, Técnicas y etapas de aplicación, Resultados obtenidos
¿Quién evaluar?	Tutor Calificadores
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo, desde la elaboración de bionemático hasta el análisis de los resultados luego de su aplicación
¿Cómo evaluar?	Utilizando equipos e instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	Revisión bibliográfica. Datos experimentales publicados. Programas estadísticos

Por: Ing. Jimena Núñez, 2016

Referencias bibliográfica

- Acción Ecológica. (2010). *El uso de Plaguicidas*. Quito , Ecuador: Acción Ecológica.
- Agrios, G. (1993). *Fitopatología*. México: UTEHA.
- Aguirre, V. (2010). Pesticidas naturales y sintéticos. *Revista Ciencia*, 13, 53.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Serie textos básicos para la formación ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Apaza, R. (2016). Efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd. contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc *Revista de protección vegetal On-Line ISSN: La Habana, Cuba*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Ecuador.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2013). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Quito, Ecuador.
- Barrera, V., Unda, J., Ortiz, O., & Norton, G. (1998). *Manejo de las principales plagas de la papa por los agricultores en la República del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Bonifaz Paredes, L. E. (2012). *Determinación de la Actividad Insecticida de la Saponina de Quinoa (Chenopodium quinoa) Hidrolizada y No Hidrolizada sobre Drosophila melanogaster*. Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
- Bukasov, S. (1971). *Cultivated potato species* (Vol. 9). Leningrad, Rusia.
- Cares, J., & Huang, S. (2001). *Taxonomía de fitonematodos*. Brasil.
- Centro Internacional de la papa. (2012). *Uso de Plaguicidas*. Quito, Ecuador: Agricultural Research for Development.
- Conway, G., & Pretty, J. (1991). *Unwelcome Harvest Agriculture and Pollution Earthscan*.
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius, B. (s.f.). *Practical plant nematology: a field and laboratory guide*. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Cotonou Benin.
- Del Puerto, A., Suarez, S., & Palacio, D. (2014). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. Cuba.
- Dominguez, X. (1973). *Métodos de Investigación fitoquímica*. México: Limusa.
- Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., . . . Smit, L. (2002). *Pesticide poisoning in the developing world a minimum pesticides list*.
- Emerson, Ralph, W., Crandall, & Bradford, G. (2000). *Utilización de saponina para el control de patógenos*. USA.
- Esquivel, A. (2013). *Curso Optativo de Nematología*. Práctica Uno. Método de Extracción. Costa Rica.
- FAO, & ALADI. (2013). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*.
- Franco, J., & Gonzalez, A. (2011). *Pérdidas causadas por el nematodo quiste de la papa en Bolivia y Perú*.
- Gomero Osorio, L., & Lizárraga Travaglini, A. (2012). *El uso de plaguicidas en los cultivos de papa en América del Sur*. Lima, Perú: Antares.

- Gómez, J. (2012). *Comportamiento de ácidos fúlvicos de leonardita en raíz de tomate y la absorción de algunos nutrimentos*. Coahuila México.
- Gonzalez, A., & Franco, J. (1997). *Los nematodos en la producción de semilla de papa*. Centro Internacional de la papa. Ecuador.
- Guerrero, R. (2015). Nematodos, su implicación en la producción agrícola. *Revista Científica Ecuatoriana Agrocalidad*. Ecuador.
- Gunsha Allauca, L. J. (2012). *Elaboración de un emulsionante cosmético a base de las saponinas del agua de lavado de quinua (Chenopodium quinoa) en ERPE*. Recuperado el 6 de Febrero de 2016: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/2471#sthash.EVhpushO.dpuf>. Disponible en: Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
- Hernández, R. (1997). Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 55-62.
- Hernández, R. (2015). *Obtención de insecticida natural a partir de plantas nativas y mojuelo de quinua*. La Paz, Bolivia.
- Hinojosa. (2011). *Eficiencia de cinco productos orgánicos para el control de nematodos fitoparásitos en el cultivo de Hypéricum*. Quito, Ecuador.
- Jemio, L. (2013). *Producción, superficie sembrada y rendimientos del sector agrícola*. Bolivia.
- Latina, R. d. (2013). http://www.rap-al.org/index.php?seccion=1&f=que_es.php. Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de http://www.rap-al.org/index.php?seccion=1&f=que_es.php http://www.rap-al.org/index.php?seccion=1&f=que_es.php
- Libre, L. (24 de Noviembre de 2015). Recuperado el 23 de Enero de 2016. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Saponina&oldid=87206890>.
- Liebman, J. (1997). *Rising toxic tide: pesticide use in California*. San Francisco, USA.
- López, J. (20 de Septiembre de 2016). *Quinoa Ecuador*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2016. Obtenido de <http://quinuaecuador.blogspot.com/>
- Maggi, M. E. (2014). *Insecticidas Naturales*. Buenos Aires, Argentina: Agencia Cordoba Ciencia-Unidad CEPROCOR.
- Magunacelaya, J. (2005). *Uso del extracto de quillay para el control de nematodos fitoparásitos*. Chile.
- Martínez, L. (2006). *Vigilancia y control de plagas. Plan de acción del nemátodo blanco de la papa (Globodera pallida)*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015. Obtenido de <http://www.Plan%20de%20accion%20Globodera-%20pallida%20version%201>.
- Morales, J. L. (20 de Septiembre de 2016). SCRIBD. *Diagnóstico de la situación de los plaguicidas IA y IB en el Ecuador*. Obtenido de <https://es.scribd.com>. Ecuador
- Muñoz, F., & Cruz, L. (2012). *Manual del Cultivo de papa*. Quito: Iniap.
- Nieto, C., & Vimos, C. (1992). Nieto, La quinua, cosecha y poscosecha. Algunas experiencias en Ecuador. *INIAP*. Recuperado el 02 de 10 de 2016
- Norma Técnica de la Ley 20089. (2011). Chile.
- Norma Técnica Ecuatoriana, 1999. *Solventes Determinación de la densidad relativa* INEN 150:99. Ecuador.
- Norma Técnica Ecuatoriana, 1985. *Determinación de índice de refracción*. (s.f.) INEN 380:85. Ecuador.
- Norma Técnica Ecuatoriana, 1985. *Determinación del potencial hidrógeno pH* INEN 389:85. Ecuador.

- Norma Técnica Ecuatoriana, 1988. *Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (método de rutina)* INEN 1672:88. Ecuador.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la salud alimentaria mundial*. Sede para Latinoamérica y el Caribe.
- Pérez, N. (2004). *Manejo Ecológico de plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural. Unviersidad Agraria de la Habana*. La Habana, Cuba.
- Piccolo, A. (2001). The supramolecular structure of humic substances. *Soil Science*. USA.
- Pimentel, D., & Lehman, H. (1993). *The Pesticide question*. Chapman and Hall. New York, USA.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito, Ecuador.
- Pumisacho, M., & Stephen, S. (2002). *El Cultivo de la papa en Ecuador*. Quito: INIAP-CIP.
- Revelo, J. (2003). *Manejo Integrado del nematodo del quiste de la papa en Ecuador. Nematrópica*. Ecuador.
- Rivadeneira, A. (2013). *Comportamiento agronómico de la papa yema de huevo (Solanum tuberosum L. Var. Phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el cantón Salcedo*. Cotopaxi, Ecuador.
- Sánchez, G., Londoño, M., Peña, L., & Espitia, E. (2000). *Manejo integrado de plagas. Manual Técnico CORPOICA*. Tibaitatá Colombia.
- Sánchez, I. (2006). *Determinación de la época óptima de aplicación de Nema-cur y Extracto de quillay para el control de Meloidogyne spp en cinco estados fenológicos de vid Cv. Chardonnay*. Santiago, Chile.
- Scheldeman, X., Rojas, W., Valdivia, R., Peralta, E., & Padulosi, S. (2003). *Retos y posibilidades del uso de especies olvidadas y subutilizadas en un desarrollo sostenible*. Cali, Colombia.
- Tapia, M. (2007). *Origen y domesticación de las especies alimenticias en la región andina*. Ecuador.
- Tenorio, R. T. (2010). Concentrados de saponina de Chenopodium quinoa y de Caiphora Andina: Alternativas como biocontroladores de hongos fitopatogénicos. *Revista Boliviana de Química*, 27.
- Tenoro, E. (2013). Concentrados de saponina de Chenopodium quinoa y de Caiphora andina: Alternativas como biocontroladores de hongos fitopatógenos. *Revista Boliviana de Química*. La Paz , Bolivia.
- USDA-AMS, N. O. (2014). *Reglamentos Orgánicos Estadounidenses*. Estados Unidos.
- Vanderei, P. (1996). *Estadística experimental aplicada a Agronomía*. Estado de Alagoas, Brasil: Maceió.
- Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L., & Mazón, N. (2011). *Potencial Agroindustrial de la quinoa*. Quito, Ecuador. Recuperado el 11 de 03 de 2015
- Zarate, S. (2016). *Evaluación del método de extracción sólido-líquido de la saponina de 5 cultivares de quinoa (Chenopodium Quinoa Willd), su encapsulamiento y utilización en la alimentación*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano . Recuperado el 12 de 03 de 2016
- Zegarra, G. (2011). *Actividad deterrente y acaricida de principios activos de quinuas amargas, aceites esenciales y Tarwi*. Lima, Perú: Universidad Católica de Perú.

ANEXOS

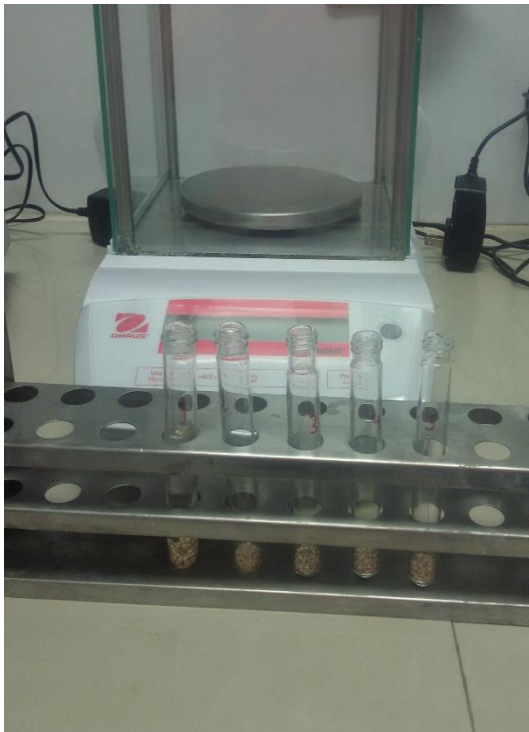
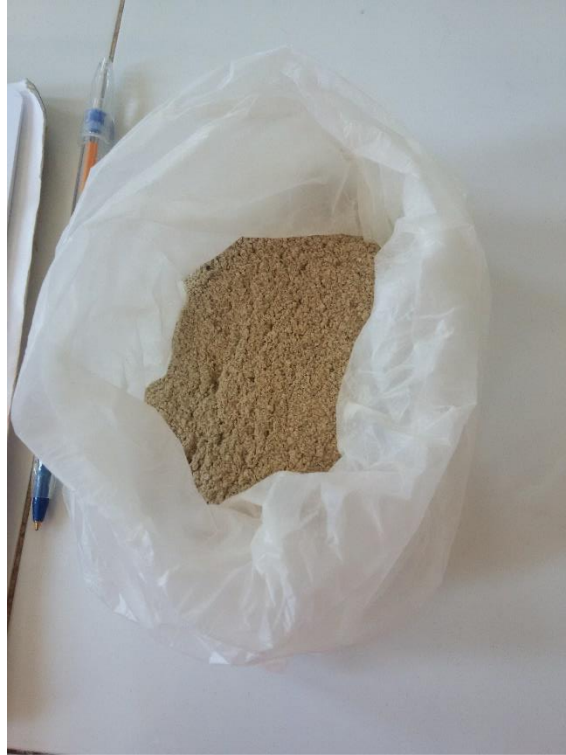
Anexo 1

Caracterización del agua de lavado de quinua



Anexo 2

Determinación de contenido de saponinas



Anexo 3

Análisis de suelo



Anexo 4

Extracción de nemátodos



Anexo 5

Preparación del terreno y surcado



Colocación de semillas y aplicación de bionemática



Etapa de rascadillo y aporque



Aplicación bionematicida en etapa de aporque



Anexo 6

Cultivo de papa chaucha (*Solanum tuberosum*)



Anexo 7

Determinación de nemátodos en terreno inclinado, comunidad Shaushi, cantón Quero

FORMULARIO FQ

LABOQT
Asesoramiento y Gestión Analítica
Ruc 1803221249001

INFORME DE RESULTADOS
Pág 1 de 1

Cliente: Jimena Nuñez

No. Contacto:

Responsable Muestreo : Cliente

Tipo de Muestra: Suelo

Volumen de la muestra: 400g de suelo

Matriz S

Muestra Recibida: 08/10/2015

Identificación : 12/10/2015

No. Reporte LABOQT: 93,1

Análisis Nematológico

Condiciones Ambientales de análisis: 18 °C 28%

DATOS DEL LABORATORIO

ID. Cliente	Labo. N°	Parte analizada	Larvas mas huevos	Método utilizado:
Terreno inclinado	93,1	Suelo	15	Embudo de Baermann/100 g suelo

Interpretación: Según escala de severidad de Miller		
Escala :	Descripción:	Número de nemátodos/ cada 100 g de suelo
1	Severidad baja	15

QUÍM. ANITA LUCIA VELASCO

Nota: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

Fitopatología – nematología: suelos y plantas
Químicos: Agua, material vegetal, alimentos, suelos,
Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
Toma de muestras
Guillermo Brawn s/n y José de San Martín Ambato – Ecuador Tlf: 0994992833

Anexo 8

Determinación de nemátodos en terreno plano, comunidad Shaushi, cantón Quero

FORMULARIO FQ

LABOQT
Asesoramiento y Gestión Analítica
Ruc 1803221249001

INFORME DE RESULTADOS
Pág 1 de 1

Cliente: Jimena Nuñez

No. Contacto:

Responsable Muestreo : Cliente

Tipo de Muestra: Suelo

Volumen de la muestra: 400g de suelo

Matriz S

Muestra Recibida: 08/10/2015

Identificación : 12/10/2015

No. Reporte LABOQT: 93,2

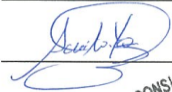
Análisis Nematológico

Condiciones Ambientales de análisis: 18 °C 28%

DATOS DEL LABORATORIO

ID. Cliente	Labo. N°	Parte analizada	Larvas mas huevos	Método utilizado:
Terreno plano	93,2	Suelo	9	Embudo de Baermann/100 g suelo

Interpretación: Según escala de severidad de Miller		
Escala :	Descripción:	Número de nematodos/ cada 100 g de suelo
1	Severidad baja	9


QUÍMICA TOTAL CONSULTING
CHEMICAL CONSULTING
Consultoría Química Total
AMBATO - ECUADOR
WELASCO

Nota: Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial.

Fitopatología – nematología: suelos y plantas
Químicos: Agua, material vegetal, alimentos, suelos,
Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
Toma de muestras
Guillermo Brawn s/n y José de San Martín Ambato – Ecuador Tlf: 0994992833

Anexo 9

Certificado Facultad de Ciencias Agropecuarias UTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Casilla 18-01-334 - Telfs. 2746151 – 2746171 – Fax 2746231 Cevallos-Tungurahua
e.mail fiagruta@hotmail.com

DECANATO

CERTIFICACION

A QUIEN INTERESE

EL SUSCRITO DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO.-
Tiene a bien certificar que:

La señorita VERÓNICA JIMENA NÚÑEZ SOLÍS, con cédula de identidad N° 1803539640, realizó su ensayo de campo en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de esta Unidad Académica, con relación a análisis de suelo, identificación de nematodos como parte de la investigación de su proyecto de investigación titulado “EL PLAGUICIDA ORGANICO DE LOS RESIDUOS DE LAVADO DE LA QUINUA (*chenopodium quinoa*) Y LOS NEMATODOS EN CULTIVO EN PAPAS (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTON QUERO“, actividades que cumplió desde el mes de marzo hasta diciembre del 2016.

Es todo cuánto puedo certificar en honor a la verdad facultando a la interesada hacer uso del presente en la forma como estime pertinente; debiendo señalar, que si requiere información adicional de la mencionada, contactarse a los teléfonos indicados en el membrete de ésta.

Cevallos mayo 3, 2017

Atentamente;



Ing. Mg. Hernán Zurita Vásquez
DECANO

”Sembremos juntos un futuro brillante”

Anexo 10

Certificado Facultad de Ciencias de la ESPOCH



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIOS QUÍMICA INSTRUMENTAL - QUÍMICA ANALÍTICA

Panamericana Sur-Km 1 1/2- telefax: 2998-330 ext. 330-163 Riobamba – Ecuador




Riobamba, 6 de septiembre de 2016

CERTIFICADO

A petición de la Ingeniera Verónica Jimena Núñez Solís con cédula de identidad N° 1803539640, CERTIFICO que la interesada realizó su trabajo práctico de experimentación relacionado al ensayo de caracterización y tamizaje fitoquímico de los residuos del agua de lavado de quinua como parte de la investigación del tema: **“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”**; trabajo efectuado en el mes de Agosto del 2016 en las instalaciones del Laboratorio de Química Instrumental y Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del mismo como creyere conveniente.

Atentamente,


Lic. Fausto Leónidas Tapia Hernández

Técnico Docente

Teléfono: 09870636935

ftapia@esPOCH.edu.ec

ESPOCH FAC. CIENCIAS
LABORATORIO QUÍMICA INSTRUMENTAL



Lic. Fausto Tapia H.

Técnico docente