

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**DIANA CAROLINA TAPIA LANDETA**

**TUTOR: Ing. WILFRIDO YÁNEZ**

**ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE NOGAL POR CG-EM (MÉTODO  
CROMATOGRÁFICO) Y SU POTENCIAL USO EN EL CONTROL DE LA  
BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA VARIEDAD YEMA DE HUEVO  
(*Solanum tuberosum l. var.phureja*).**

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2017**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito DIANA CAROLINA TAPIA LANDETA, portador de cédula de identidad número: 180465394-5, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación Titulado: “ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE NOGAL POR CG-EM (MÉTODO CROMATROGRÁFICO) Y SU POTENCIAL USO EN EL CONTROL DE LA BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA VARIEDAD YEMA DE HUEVO (*Solanum tuberosum l. var.phureja*).” es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

-----  
Diana Carolina Tapia Landeta

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación Titulado “ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE NOGAL POR CG-EM (MÉTODO CROMATROGRÁFICO) Y SU POTENCIAL USO EN EL CONTROL DE LA BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA VARIEDAD YEMA DE HUEVO (*Solanum tuberosum l. var.phureja*).” como los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

-----  
Diana Carolina Tapia Landeta

“ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE NOGAL POR CG-EM (MÉTODO CROMATROGRÁFICO) Y SU POTENCIAL USO EN EL CONTROL DE LA BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA VARIEDAD YEMA DE HUEVO (*Solanum tuberosum l. var.phureja*).”

**REVISADO POR:**

---

Ing. Agr. Mg. Wilfrido Yáñez

**TUTOR**

---

Ing. Agr. Mg. Santiago Espinoza

**ASESOR DE BIOMETRÍA**

---

Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz T.

**ASESOR DE REDACCIÓN TÉCNICA**

## **DEDICATORIA**

Dedicado primero a Dios por guiarme y bendecirme en todo este tiempo y por darme sabiduría para poder culminar con éxito todo este proceso porque él ha sido mi pilar fundamental para alcanzar todo lo que me he propuesto en la vida, y obtener mi título Universitario ha sido mi más grande sueño y sé que solo con la ayuda de Dios lo pude lograr a pesar de las adversidades que se presentaron en el camino el me levanto.

A mis padres y abuelita por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para mi futuro y creer en mi capacidad, por formarme con valores éticos, morales y espirituales, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión y amor y son ellos quienes me enseñaron siempre que para alcanzar una meta es cosa de esfuerzo, valentía, responsabilidad y respeto.

A mis hermanas y sobrinos por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

A mis amigas Teresa Tipán, Eulalia Cortez y Elida Yumbopatin quienes siempre me apoyaron moralmente en todo este proceso de mi trabajo de graduación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Tutor Ing. Agr. Wilfrido Yáñez quien sin esperar nada a cambio me brindo sus conocimientos su amistad y sus consejos, lo cual me permitió desde el principio encaminarme en el camino correcto y llegar a culminar de manera exitosa este proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, por acogerme en sus aulas en todo este tiempo brindándome el conocimiento necesario para mi vida profesional.

De igual manera al Ing. Agr. Santiago Espinoza, Biometrista, por orientarme con sus conocimientos y apoyarme desde el inicio de mi investigación y al Ing. Mg. Eduardo Cruz, Asesor de Redacción Técnica, por su valiosa colaboración y asesoría durante el desarrollo de mi investigación.

Un agradecimiento sincero y muy especial a la Dra. Patricia Manzano Jefa de Investigaciones del Laboratorio de Bioproductos y Bioprocesos del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador de la ESPOL, por compartir sus conocimientos y ayudarme en todo el proceso de Investigación, así como guiarme para realizar mi trabajo de una mejor manera.

## INDICE DE CONTEIDOS

### CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| CAPITULO I.....  | 1  |
| INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| CAPITULO II.....   | 3  |
| MARCO TEORICO .....  | 3  |
| 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....   | 3  |
| 2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES .....  | 4  |
| 2.2.1. Nogal ( <i>Juglans nigra</i> ) .....                                    | 4  |
| 2.2.1.2. Descripción Botánica .....  | 5  |
| Raíz .....   | 5  |
| Tallo .....  | 5  |
| Fruto.....   | 5  |
| 2.2.1.3. Potencial alelopático del nogal. ....                                 | 5  |
| 2.2.2. TUBÉRCULO DE PAPA.....  | 6  |
| 2.2.2.1. Poscosecha .....  | 7  |
| 2.2.2.2. Condiciones de almacenamiento .....                                   | 7  |
| 2.2.3. . Papa Yema de Huevo ( <i>Solanum tuberosum L. var. Phureja</i> ) ..... | 7  |
| 2.2.3.1. Generalidades.....  | 8  |
| 2.2.1.3. Morfología de la papa .....   | 9  |
| Planta .....   | 9  |
| Raíz .....   | 9  |
| Tubérculos .....   | 9  |
| Hojas .....  | 10 |
| Inflorescencia, flor .....   | 10 |
| Fruto.....   | 10 |
| Semilla .....  | 10 |
| CAPITULO III.....  | 11 |
| HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....  | 11 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1 HIPÓTESIS .....                        | 11 |
| 3.2 OBJETIVOS .....                        | 11 |
| 3.2.1 OBJETIVO GENERAL .....               | 11 |
| 3.2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....             | 11 |
| CAPÍTULO IV .....                          | 12 |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....                  | 12 |
| 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....       | 12 |
| 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR .....       | 12 |
| 4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....            | 12 |
| 4.3.1. Material Experimental.....          | 12 |
| 4.3.2. Reactivos .....                     | 13 |
| 4.3.3. Materiales de oficina .....         | 13 |
| 4.4. FACTORES DE ESTUDIO.....              | 13 |
| 4.4.1. Producto (Extracto).....            | 13 |
| 4.4.2. Frecuencias de aplicación.....      | 13 |
| 4.4.3. Testigo .....                       | 13 |
| 4.5. TRATAMIENTOS .....                    | 13 |
| 4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....             | 14 |
| 4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....           | 15 |
| 4.7.1. PREPARACION DEL EXTRACTO .....      | 15 |
| 4.7.2. EXTRACCIÓN DE JUGLONA.....          | 16 |
| 4.7.3. ANÁLISIS DEL EXTRACTO.....          | 17 |
| 4.8.1. INICIO DE LA BROTACIÓN.....         | 18 |
| 4.8.2. PORCENTAJE DE BROTACION .....       | 19 |
| 4.8.3. LONGITUD DEL BROTE.....             | 19 |
| 4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN ..... | 19 |
| CAPITULO V RESULTADO Y DISCUSION.....      | 20 |
| 5.1. INICIO DE LA BROTACIÓN .....          | 20 |
| CAPITULO VI.....                           | 39 |
| CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....  | 39 |
| 6.1. CONCLUSIONES .....                    | 39 |
| 6.2. RECOMENDACIONES.....                  | 40 |
| 6.3. BIBLIOGRAFIA.....                     | 40 |
| VII ANEXOS.....                            | 43 |



|   |    |
|---|----|
| .....                                   | 51 |
| CAPÍTULO VII .....                      | 52 |
| PROPUESTA.....                          | 52 |
| 7.1. DATOS INFORMATIVOS .....           | 52 |
| 7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA ..... | 52 |
| 7.3. JUSTIFICACIÓN .....                | 53 |
| 7.4. OBJETIVOS .....                    | 53 |
| 7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....     | 53 |
| 7.6. FUNDAMENTACIÓN .....               | 54 |
| 7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO..... | 54 |
| 7.8. ADMINISTRACIÓN .....               | 54 |
| 7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....   | 55 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| TABLA 1. TRATAMIENTOS.....   | 14   |
| TABLA 2. RESULTADOS DE LA VARIABLE PORCENTAJE DE BROTAÇÃOY<br>LONGITUD DE BROTE A LOS 5, 10 Y 15 DÍAS..... | 21   |
| TABLA 3. RESULTADOS DE LA VARIABLE LONGITUD DE BROTE A LOS 5,<br>10 Y 15 DÍAS.....                         | 22   |
| TABLA 4. RESULTADOS DEL TAMIZAJE FOTOQUÍMICO.....  | 25   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Esquema del ensayo.....                          | 15   |
| Figura 2. Brotación de los tubérculos a los 5 días.....    | 22   |
| Figura 3. Brotación de los tubérculos a los 10 días.....   | 22   |
| Figura 4. Brotación de los tubérculos a los 15 días.....   | 23   |
| Figura 5. Longitud de brote a los 5 días.....              | 23   |
| Figura 6. Longitud de brote a los 10 días.....             | 24   |
| Figura 7. Longitud de brote a los 15 días.....             | 24   |
| Figura 9. Resultados del Análisis Cromatográfico.....      | 26   |
| Figura 10. Brote sin tratamiento 5 días.....               | 47   |
| Figura 11. Brote sin tratamiento a los 15 días.....        | 48   |
| Figura 12. Brote con tratamiento al 40% a los 5 días.....  | 48   |
| Figura 13. Brote con tratamiento al 40% a los 15 días..... | 49   |

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, misma que se encuentra Ubicado en el Cantón Cevallos provincia de Tungurahua, las coordenadas Geográficas son: latitud 1° 22' 20''S longitud 78°36' 22'', a una altitud de 2850msnm.

Los tratamientos fueron cuatro, se usó un diseño de bloques completamente al azar, se efectuaron los análisis de variancia y pruebas de significación de Tukey para los tratamientos que resultaron estadísticamente significativos.

Mediante el análisis Cromatográfico del extracto del nogal (*Juglans nigra*) se pudo determinar la presencia de Juglona, el cual se obtuvo del extracto clorofórmico de la especie, observándose a los 4 minutos el pico que corresponde a la masa de la Juglona (174.15 g/mol), lo que mostro la presencia de este metabolito secundario en el extracto preparado

Los tratamientos aplicados fueron cuatro a una concentración de 40%,60%,80% y el testigo.

Se elaboró el preformulado en varias concentraciones, y se produjo el mayor porcentaje de eficacia con el preformulado al 40% donde se reportó el mejor resultado al detectarse el menor porcentaje de brotación a los 5 días (3,34%), como a los 10 días (4,47%) y a los 15 días (4,88%) así mismo este tratamiento registro menor longitud de brote a lo largo de la duración del ensayo.

Descriptores: *Juglona -papa Yema de Huevo-análisis Cromatográfico- extracto-concentraciones.*

## SUMMARY

The research was carried out in the Chemistry Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences, which is located in the Cevallos Canton province of Tungurahua, the geographical coordinates are: latitude 1° 22'20"S longitude 78°36'22" , At an altitude of 2850msnm.

The treatments were four, a completely randomized block design was used, variance analyzes and Tukey significance tests were performed for treatments that were statistically significant.

By the Chromatographic analysis of the walnut extract (*Juglans nigra*), the presence of Juglona, which was obtained from the chloroform extract of the species, could be determined by observing at 4 minutes the peak corresponding to the Juglona mass (174.15 g / Mol), which showed the presence of this secondary metabolite in the prepared extract

The applied treatments were four at a concentration of 40%, 60%, 80% and the control.

The preformulation was elaborated in several concentrations, and the highest efficacy percentage was obtained with the preformulation at 40%, where the best result was obtained when the lowest percentage of sprouting was detected at 5 days (3.34%) and at 10 Days (4.47%) and at 15 days (4.88%). This treatment also recorded a shorter length of outbreak throughout the duration of the trial.

Descriptors: Juglona-papa Egg Yolk-Chromatographic analysis- extract-concentrations.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es un producto que se almacena completamente hidratada, característica que dificulta su transporte y la convierte en un producto altamente perecedero, las pérdidas anuales de estos tubérculos en poscosecha fluctúan entre el 10 y 15%, siendo la brotación prematura uno de los factores más limitantes. Los tubérculos de la papa, al momento de la cosecha y por un tiempo determinado, se encuentran en estado dormante, la dormancia se induce con el inicio de la tuberización y se define como un período en el cual no ocurre ningún crecimiento visible de los brotes, pero existen algunas variedades que no poseen esta característica de la dormancia. Durante un almacenamiento prolongado, los tubérculos pierden la dormancia y empiezan la brotación, cuando los tubérculos son almacenados a temperaturas inferiores a 3°C no brotan, independientemente del grado de avance fisiológico de la dormancia. La papa criolla (*Solanum tuberosum Grupo Phureja*) corresponde a los morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarillo (fenotipo yema de huevo). Aunque ocupa un lugar privilegiado por su aceptación y características organolépticas, la ausencia de un periodo de dormancia limita su uso a nivel doméstico e industrial, debido a la alta perecibilidad que resulta de una rápida brotación. A su vez, esto determina que la comercialización y el procesamiento se deban realizar en el menor tiempo posible (Rodríguez,2010).

La juglona es un componente principal del Nogal (*Juglans nigra*), su extracción ha sido estudiada ampliamente en diferentes tipos de plantas siendo, el nogal el de mayor importancia por su alto contenido. El proceso de extracción puede llegar a ser sencillo como es la maceración a 1 hora, o más complejo y tecnológico como es el ultrasonido o la cromatografía. En el nogal común, se encuentran compuestos fenólicos como son las naftoquinonas y flavonoides, entre las diversas naftoquinonas encontramos la juglona (5-hidroxi-1,4-naftoquinona) es de gran interés debido a su reactividad química y bioactividad. La Juglona se encuentra principalmente en hojas frescas del nogal, pero

también podemos encontrarla en cáscaras, corteza de raíz interna y también en la corteza del tallo. (Reza, 2006)

Se han realizado varios estudios en donde se ha podido comprobar que la juglona no es estable en solución metanólica (con una pérdida de alrededor del 20% después de 24 horas), mientras que el extracto con cloroformo no se puede conservar por un tiempo más largo, por lo tanto, una tarea crucial es la elección de una técnica de extracción eficiente, incluyendo solvente apropiado, en un ensayo realizado se determinó que el mejor solvente para la extracción de juglona fue el acetato de etilo. (Sharma, Ghosh, Sharma, S. Sood, Sinha, and Gulati. 2009)

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de plantas y generalmente están involucrados en la defensa contra la radiación ultravioleta o la agresión por patógenos. Se han asociado con diversas funciones, incluyendo absorción de nutrientes, síntesis de proteínas, actividad enzimática, fotosíntesis, componentes estructurales y alelopatía. En particular hay un flavonoide que es único para las nueces, la juglona (5-hidroxi-1,4-naftoquinona), es un compuesto químico liberado por los nogales, que pueden ser tóxicos en varios niveles a varias especies de plantas. La Juglona está presente en cantidades considerables en todas las partes verdes y crecientes del árbol y cascotes inmaduros de los frutos secos, mientras que el nivel del juglona en grano es bajo o ausente. Es importante tanto para su caracterización como para facilitar usos más eficientes de este importante recurso vegetal, por lo que existen varios métodos para la determinación de compuestos fenólicos ácidos y flavonoides en plantas y alimentos, estos incluyen cromatografía en capa fina (TLC), cromatografía de gases (GS), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) sola o acoplada con espectrometría de masas (MS). (Nour, Trandafir and Cosmulescu 2013)

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Sepulveda, Porta, & Rocha (2003) mencionan que “La participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas” han desarrollado diversas formas de defensa frente a condiciones adversas que se pueda presentar durante su desarrollo, una forma de defensa es la protección química con la producción de metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana en contra de herbívoros o con actividad antioxidante. Los metabolitos secundarios son compuestos de bajo peso molecular que participan en el proceso de adaptación de las plantas a su ambiente y también la planta los produce cuando se ve expuesta a condiciones adversas tales como ataque de microorganismos, la competencia por el espacio del suelo, la luz y los nutrientes entre las diferentes especies de plantas.

Valle (2009) indica que las plantas utilizan los metabolitos secundarios como herbicidas que actúan sobre otras plantas y son liberados en el suelo para controlar el crecimiento de otras especies vegetales, realizando una función alelopática. Un claro ejemplo es del nogal (*Juglans nigra*), que posee una habilidad para prevenir el crecimiento de otras plantas a su alrededor. Esta planta produce metabolitos secundarios los mismos que se encuentran presentes en las hojas y raíces y son segregados hacia el suelo, donde es hidrolizado y oxidado a la Hidroxi-1,4- naftoquinona donde encontramos a la juglona la cual es un compuesto tóxico para distintas plantas y pocas son capaces de resistir a concentraciones de este metabolito presente en el suelo.

Según Hernández (2011) la obtención de los extractos vegetales y el estudio de sus compuestos activos propician su empleo contra diferentes fitopatógenos. Los extractos inhiben el crecimiento del patógeno, así como la esporulación y germinación de esporas, de modo que ayudan a controlar las enfermedades de frutos y hortalizas. El efecto



fungicida de los extractos vegetales varía en función de la metodología de preparación (solvente, seco, fresco, tiempo de almacenamiento, etc.), especie botánica, órgano de la planta (raíces, hojas, semillas, etc.), fecha de cosecha, etc. Sin embargo, la combinación de los extractos vegetales con algún otro compuesto natural puede potenciar su actividad fungicida. A la fecha son escasos los estudios básicos que incluyen el efecto de extractos vegetales en aspectos moleculares, bioquímicos y morfológicos del hospedero y del patógeno.

## **2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. Nogal (*Juglans nigra*)**

Reigosa and Pazos-Malvido (2007) indica que esta especie es originaria de América del Norte y es conocida como nogal negro, por el color oscuro de su madera. Es una especie forestal que aguanta muy bien el frío invernal, y hasta los 45°C. Para tener un buen crecimiento la especie precisa de suelos profundos, y destaca por su resistencia al encharcamiento temporal, presenta una marcada dominancia apical y la ramificación es abundante. En plantación tradicional, ciclo de vida se establece entre 40 y 50 años. Durante mucho tiempo ha sido apreciada como una especie de madera.

#### **2.2.1.1. Taxonomía**

Según Rivadeneira (2013), la clasificación taxonómica es la siguiente.

|          |                      |
|----------|----------------------|
| Reino    | Plantae              |
| División | Magnoliophyta        |
| Clase    | Magnoliopsida        |
| Orden    | Fagales              |
| Familia  | Juglandaceae         |
| Género   | <i>Juglans</i>       |
| Especie  | <i>Juglans nigra</i> |

### **2.2.1.2. Descripción Botánica**

#### **➤ Raíz**

Molina (n.d.), afirma que posee una raíz pivotante muy profunda, llegando a alcanzar hasta 3 metros de profundidad, ya que el suelo no es una barrera para el desarrollo de esta raíz además posee una amplia difusión de las raíces laterales que se establecen en la capa superficial del suelo.

#### **➤ Tallo**

Anónimo (2004), señala que el tallo del nogal negro es fuerte densamente gris-suave o marrón, profundamente dividido en surcos y crestas estrechas delgadas, la médula es de color marrón.

#### **➤ Hojas**

Infoagro (2016), señala a las hojas como alternas, imparipinnadas, con 13-23 pares de folíolos ovado-lanceolados, agudos, con márgenes aserrados, pubescente-glandulosos en los nervios

#### **➤ Fruto**

Según Infoagro (2016), su fruto es una nuez , drupáceo, con mesocarpio carnoso y endocarpio duro, arrugado en dos valvas, y el interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas; semilla con dos o cuatro lóbulos y muchos hoyos.

### **2.2.1.3.Potencial alelopático del nogal.**

#### **➤ Alelopatía**

El fenómeno de la alelopatía ha sido plasmado en documentos que datan de unos cuantos siglos A. C. Un documento tan antiguo como del año 300 A.C. relata que muchas plantas cosechadas (chicharo, cebada, fríjol forrajero) destruyeron malas hierbas e inhibieron el crecimiento de otras cosechas. (Blanco 2006)

Torres (2011), indica que lo antes mencionado ocurre cuando los organismos vegetales han sido expuestos a factores bióticos como abióticos, con los cuales han evolucionado,

provocando el desarrollo en los vegetales de numerosas rutas de biosíntesis a través de las cuales sintetizan y acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios; estos tienen un papel importante en las interacciones existentes entre organismos en los ecosistemas.

Blanco (2006) señala que encontramos compuestos producidos por plantas que provocan diversos efectos sobre otras plantas, que van desde la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas vecinas, hasta la inhibición de la germinación de semillas. Así, los productos naturales conforman una parte muy importante de los sistemas de defensa de las plantas, con la ventaja de ser biodegradables.

En estos compuestos producidos por las plantas tenemos a la Juglona la cual es un metabolito secundario presente en el Nogal el cuál se encuentra en la planta y actúa como un efecto de herbicida.

### **2.2.1.3. Juglona**

El efecto inhibitorio de la nuez negra (*Juglans nigra*) sobre las especies de plantas asociadas es uno de los ejemplos más antiguos de alelopatía. El producto químico responsable Alelopatico del nogal es la juglona (5-hidroxi-1,4 naftoquinona). La Juglona ha sido aislado de muchas plantas de la familia de la nuez (Juglandaceae) Incluyendo *J. nigra*, *J. regia* y los otros. La juglona es abundante, especialmente en las hojas, cascarones de frutas y raíces. La lluvia lava la juglona de las hojas y la lleva al suelo así las plantas vecinas del nogal se ven afectadas por la absorción de Juglona a través de sus raíces. (Ercisli, Esitken, Turkkal, and Orhan. 2005.)

### **2.2.2. TUBÉRCULO DE PAPA**

Durante el desarrollo fisiológico, el tubérculo pasa a través de los estados de reposo o dormancia, dominancia apical, brotación múltiple y senectud (vejez). El estado de brotación puede durar varios meses según la variedad, especialmente cuando los tubérculos son almacenados a bajas temperaturas y almacenados bajo luz difusa.

El brotamiento se mantiene con brotes cortos y fuertes, ideales para la siembra. Generalmente este es el estado óptimo para sembrar tubérculos semillas. Los tubérculos, en este estado, originan plantas con varios tallos. (Rodríguez 2010).

### **2.2.2.1. Poscosecha**

#### **➤ Almacenamiento de tubérculos de papas.**

Cuando ya se ha realizado la cosecha de los tubérculos, estas tienen que ser almacenadas, dicho almacenaje se lo realiza dependiendo el destino de los tubérculos, se los guarda en sacos ralos, bodegas limpias, libre de humedad y con una buena ventilación. Esta semilla almacenada debe tener buenas características para la posterior siembra, almacenar tubérculos- semilla secos, ya que se aumenta la probabilidad de pudrición es también muy importante mantener una ventilación adecuada ya que facilita el secado de los tubérculos y asegura que haya suficiente oxígeno, la ventilación evita que el calor, CO<sub>2</sub> y agua pl proceso fisiológico de la respiración llegue a niveles excesivamente altos (Redepapa, 2002).

### **2.2.2.2. Condiciones de almacenamiento**

#### **➤ Temperatura**

La temperatura de almacenaje ideal para los tubérculos es de 4 a 7 °C. Temperaturas más elevadas pueden producir germinación y la germinación excesiva reduce la calidad de los tubérculos. Asimismo, las condiciones cálidas y aumenta la transpiración y la respiración incrementando la pérdida de agua y favoreciendo el desarrollo de enfermedades creando el ambiente ideal para la presencia de organismos que podrían afectar el establecimiento y el rendimiento del cultivo, mientras que temperaturas demasiado bajas pueden cambiar el color a gris o negro, y reducir su calidad y vigor. (Rivadeneira 2013)

#### **➤ Humedad Relativa**

Una humedad adecuada es esencial para mantener el peso ideal de la semilla y la calidad de los tubérculos.

La pérdida de peso aumenta de manera importante cuando la humedad relativa es menor al 90%; por lo que es necesario asegurarse de mantener una humedad relativa alta (90-95%) para conservar la calidad y la firmeza de la papa. (Ramirez 2010).

### **2.2.3. . Papa Yema de Huevo (*Solanum tuberosum L. var. Phureja*)**

### **2.2.3.1.Generalidades**

La papa (*Solanum tuberosum L. var. Phureja*) es una planta fanerógama que se encuentra dentro de la familia de las solanáceas es cultivada y consumida en Sudamérica, pero con un más alto índice en Colombia, y es conocida como papa criolla.

Según Rivadeneira (2013), la papa es uno de los cultivos de mayor importancia económica y alimenticia en el país, ocupando el cuarto lugar en producción después de la caña de azúcar, banano y yuca, para este cultivo en el país le ha dedicado una gran extensión de terreno para su producción, utilizando el 5.5% de área total de cultivos de la sierra ecuatoriana, en zonas que van desde los 2.900-4.000 msnm., entre las principales provincias productoras se encuentran las provincias de Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cañar y Cotopaxi.

El IICA (2014) cita a Gómez, (2012) señalando que la papa criolla tiene características importantes desde el ámbito culinario y nutricional, al poseer un alto contenido de vitaminas, minerales, fibra y calidad de proteína. Además, Colombia es un centro de diversidad y origen de papas criollas, y esto representa un enorme potencial de recurso genético para el fitomejoramiento.

### **2.2.3.2 Origen**

Rivadeneira (2013) cita a CHAPMAN (2006) menciona que el lugar de origen de la papa es la cordillera de los Andes en América del Sur situado en el Perú Central - Ecuador y otro en el sur de Chile.

Mientras IICA (2014) cita a Estada (1996) y señala que el origen de la papa Yema de huevo no está identificado con precisión, pero al parecer el centro de origen de esta especie se encuentra en el altiplano entre Perú y Bolivia, alrededor del lago Titicaca, porque en esta zona se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestre y variedades cultivadas de papa. La papa criolla se encuentra distribuida geográficamente desde el norte de Bolivia hasta el sur occidente venezolano, con un centro de diversidad ubicado al sur de Colombia y en el norte de Ecuador, la papa es una especie originaria de los Andes de Sudamérica; la domesticación y cultivo de la papa se lo realizó hace miles de años en países sudamericanos cuando las culturas andinas pasaron a ser sedentarias y desde ahí se fueron extendiendo los cultivos hasta llegar a México.

### ➤ **Clasificación botánica**

INIAP (2006) citado por Rivadeneira (2013) clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

Reino: Vegetal  
Clase: Angiosperma  
Subclase: Dicotiledónea  
Orden: Tubiflorae  
Familia: Solanácea  
Género: *Solanum*  
Especie: *Tuberosum*  
Subespecie: *Solanum phureja* (yema de huevo)

### 2.2.1.3. Morfología de la papa

#### ➤ **Planta**

Con respecto a la morfología, Pantoja (2013), mencionan que la papa es una planta anual, tipo herbácea arbustiva y alcanza una altura entre 40 y 60 cm.

#### ➤ **Raíz**

Pantoja (2013) indica que posee raíces adventicias, las cuales son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas, con débil poder de penetración. Además, la mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 centímetros del suelo.

#### ➤ **Tubérculos**

Ramirez, (2010) expresa que morfológicamente el tubérculo es un tallo subterráneo, acortado engrosado y provisto de yemas u ojos en las axilas de sus hojas escamosas. En cada ojo, existen normalmente 3 yemas, aunque en ocasiones pueden ser más. Una yema es, en consecuencia, una rama lateral del tallo subterráneo con entrenudos no

desarrollados y todo el tubérculo un sistema morfológico ramificado y no una simple rama.

➤ **Hojas**

Moya, (2016) señala que las hojas son con 7 a 9 foliolos (imparipinnadas) de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos son bifaciales y presentan pelos o tricomas en su superficie.

➤ **Inflorescencia, flor**

Ramirez, (2010) describe que las flores son numerosas, pentagonales, moradas con intensidad intermedia, con el acumen blanco en el envés.

➤ **Fruto**

Ramirez, (2010) menciona que en estado maduro el fruto es una baya (tzímbalo, papa lulo) de forma redonda, alargada, ovaladas o cónicas. Este puede contener semillas desde ninguna a 300 o 400 amarillas o castaño-amarillentas, pequeñas, ovals y uniformes. De éstas se pueden generar nuevas variedades vía selección.

➤ **Semilla**

Moya (2016), menciona que se llaman semilla al tubérculo cosechado seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa, pero la verdadera semilla es una baya de forma redonda, ovoide o cónica de 1 a 3 cm, color verde.

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1 HIPÓTESIS

- El extracto de nogal (*Juglans nigra*) controlará la brotación de los tubérculos de papa variedad yema de huevo. (*Solanum tuberosum L. var Phureja*)

#### 3.2 OBJETIVOS

##### 3.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar los componentes presentes en el extracto de Nogal y su potencial efecto en el control de la brotación en los tubérculos de la papa variedad Yema de Huevo (*Solanum tuberosum L. var Phureja*) aplicando extracto de nogal (Juglona).

##### 3.2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar los componentes del macerado mediante cromatografía de gas acoplado a espectrometría de masa (GC-EM).
- Aplicar el pre-formulado de Nogal en diferentes concentraciones (40%,60%,80%) para el control de la brotación de la papa.



## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Química, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, que se encuentra ubicado en el cantón Cevallos sector Querochaca localizado en la provincia de Tungurahua.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Agropecuarias se encuentra Ubicado en el Cantón Cevallos provincia de Tungurahua. Las coordenadas Geográficas son: latitud 1° 22' 20''S longitud 78°36' 22'', a una altitud de 2850msnm. La temperatura promedio de este laboratorio es de 14°C Y con una humedad relativa de 70%.

#### 4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.3.1. Material Experimental

El material experimental constituyeron los tubérculos de papa variedad Yema de Huevo (*Solanum tuberosum* var. *phureja*) y las hojas tiernas de nogal (*Juglans Nigra*),

#### **4.3.2. Reactivos**

Alcohol etílico, vaso de precipitación, probeta, frascos ámbar de 500 ml, balanza, cuchillo.

#### **4.3.3. Materiales de oficina**

Libreta, computadora, impresora, cámara fotográfica, papel bond, esferográficos, lápiz, borrador.

### **4.4. FACTORES DE ESTUDIO**

#### **4.4.1. Producto (Extracto)**

Extracto de nogal (*Juglans nigra*) en concentraciones de 40%,60% y 80%.

#### **4.4.2. Frecuencias de aplicación**

5,10 y 15 días

#### **4.4.3. Testigo**

El tratamiento testigo fue únicamente agua.

### **4.5. TRATAMIENTOS**

Se utilizaran cuatro tratamientos con cinco repeticiones. Como se detalla en la tabla 1.

#### 4.6.DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey.

La unidad experimental del ensayo consistió en 25 tubérculos de papa variedad yema de huevo en bandejas plásticas donde se aplicó el extracto de nogal (*Juglans nigra*) de acuerdo a los tratamientos con las concentraciones establecidas.

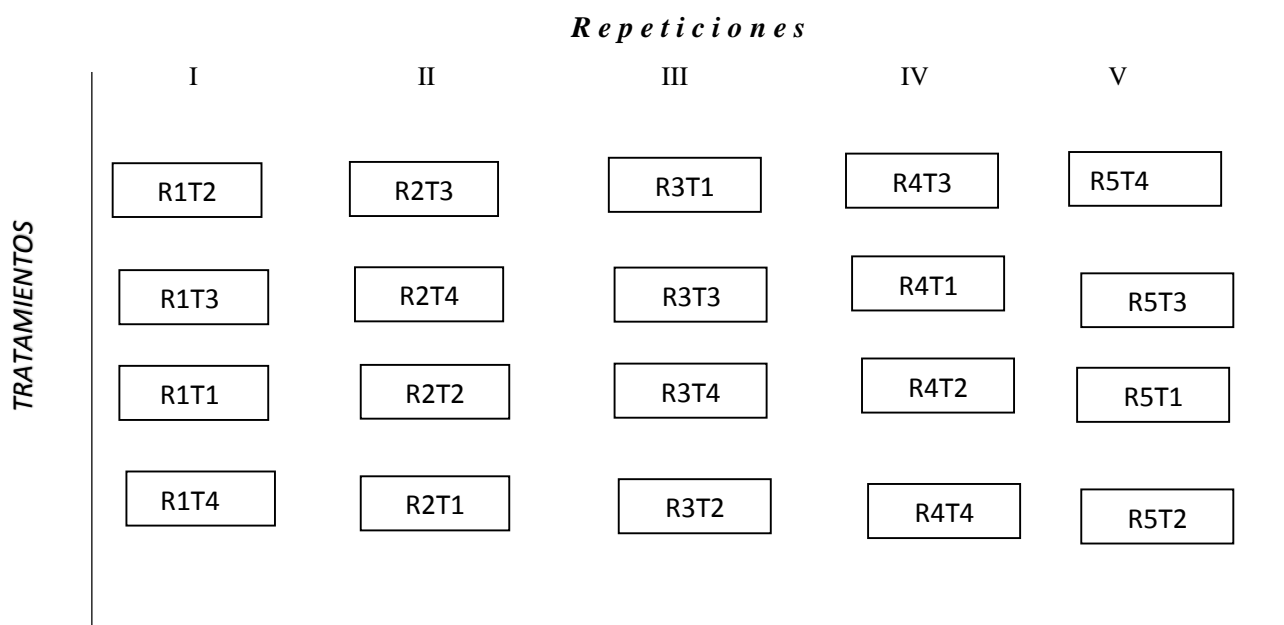
La variable evaluada fue la inhibición de la brotación de los tubérculos de papa, medido en porcentaje de acuerdo a los cambios físicos de los tubérculos, los cuales fueron observados día tras día.

**TABLA 1. TRATAMIENTOS**

| No. | Símbolo | EXTRACTO (%) |
|-----|---------|--------------|
| 1   | T1      | 40           |
| 2   | T2      | 60           |
| 3   | T3      | 80           |
| 4   | T4      | TESTIGO      |

#### **Esquema de la disposición del ensayo**

El esquema de la disposición del ensayo en el campo se presenta en la figura 1.



T1= 40%, T2= 60%, T3= 80%, T4= Testigo agua

**FIGURA 1. Esquema del ensayo en el campo**

## 4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 4.7.1. PREPARACION DEL EXTRACTO

Una de las formas de aprovechar los metabolitos presentes en las plantas, es mediante la preparación de sus tejidos en extractos vegetales, o infusiones, utilizando diferentes solventes como agua, alcohol etílico, aceites, cetonas, benceno y cloroformo.

Con este propósito se recolectó el material vegetal principalmente hojas tiernas de nogal, en cantidad de 1000 g de material vivo. Se lavó con agua destilada las partes vegetativas recolectadas, eliminando impurezas con agua fluida. Se cortó y trituró las partes vegetativas; el corte se realizó con un cuchillo para obtener trozos de aproximadamente 5mm, siguiendo la metodología de Peredo, Palou and López (2009), quienes señalan que los tejidos vegetales a analizar y procesar deben estar limpios y libres de sustancias extrañas como partículas de polvo y residuos de aplicaciones foliares para que no infieran en los resultados finales.

## 4.7.2. EXTRACCIÓN DE JUGLONA

El método para la separación del metabolito “juglona ”se realizó por maceración fría, la misma que consistió en sumergir el producto a macerar en un recipiente con la cantidad suficiente de solvente que fue el alcohol etílico cubriendo totalmente los 1000 gramos de hoja de nogal a macerar, esto se lleva a cabo por un lapso de tiempo de 72 horas (3 días) como lo recomiendan Lafont, Páez and Portacio (2011), agitando una vez por día luego de este tiempo se filtró (Peredo et al. 2009)

### 4.7.2.1. Preformulado

Para el preformulado se utilizó alcohol etílico como disolvente, ya que no se puede utilizar agua debido a la incompatibilidad de la juglona con ésta.

El preformulado fue preparado en diferentes concentraciones (40%,60%,80%) y almacenado en frascos ámbar utilizando la fórmula propuesta según Nour, Trandafir and Cosmulescu (2016).

$$\% \text{ soluto} = \frac{\text{volumen de soluto}}{\text{volumen solucion}} \times 100\%$$

Despejando volumen de soluto

$$\text{Volumen de soluto} = \frac{\text{volumen de soluto} \times \% \text{ soluto}}{100\%}$$

Este extracto obtenido fue sometido a dos análisis: el primero para determinar el tipo de metabolitos presentes en las hojas del nogal y el segundo para determinar la presencia de Juglona en el extracto, las muestras para determinar la presencia de juglona se enviaron al Centro de Cromatografía y Análisis Instrumental de la Universidad San Francisco de Quito y para el Screening Fitoquímico las muestras se enviaron al Laboratorio de la Casa del Químico.

### **4.7.3. ANÁLISIS DEL EXTRACTO**

El Screening Fitoquímico sirvió para la identificación cualitativa del extracto, y un análisis mediante cromatografía de gas acoplado a espectrometría de masa (GC-EM), el mismo que permitió la identificación propiamente de la Juglona en el extracto.

Para la realización de los análisis cualitativos se utilizó la siguiente metodología.

#### **➤ SCREENING**

El estudio fotoquímico tiene como finalidad aislar e identificar los diferentes tipo de compuestos que biosintetiza la planta.

En este caso se utilizó la extracción sucesiva con solventes de polaridad creciente. La planta fresca, seca o el residuo de una extracción; es sometida a una extracción sucesiva, al extracto se le mide el volumen obtenido y se le calcula su concentración, esto es, gramos de sustancias extraídas por mL de extracto.

La metodología utilizada es por medio de extracciones sucesivas se pesa 30 - 50 g material vegetal y se extrae con 90 -150 ml de éter etílico por maceración durante 48 horas a temperatura ambiente, filtrar extracto etéreo medir el volumen y calcular concentración residuo sólido secar y pesar, extraer con 3 veces el peso del residuo en volumen con etanol por maceración durante 48 horas. Filtrar extracto alcohólico medir volumen y calcular concentración el residuo sólido secar y pesar extraer con 3 veces el peso del residuo en volumen con agua destilada por maceración durante 48 horas. Filtrar el extracto acuoso medir volumen y calcular concentración residuo sólido secar, pesar y desechar. (Lafont et al. 2011)

Las hojas de nogal fueron deshidratadas previamente por 5 días en una cámara de secado caliente a 41 °C siendo esta la temperatura adecuada para que las hojas se deshidraten en menor tiempo y no pierdan su composición química las hojas secas tuvieron un peso de 1058g , luego se procedió a moler las hojas en un molino eléctrico.

Este análisis nos indicó la presencia de varios metabolitos siendo los de mayor significancia Antraquinonas dentro de las cuales se encuentra la Juglona.

### ➤ **METODO CROMATOGRÁFICO**

La Cromatografía es un método a la vez cuantitativo y cualitativo, esta técnica, acoplado con Espectrometría de masas (GC-MS), permitió obtener el espectro de masas de la juglona, con el cual se obtiene el peso molecular e información estructural. (Palomino, 2001).

Al realizar el Análisis Cromatográfico se obtuvo como resultado q la presencia de Juglona en el extracto.

Sistema de inyección de muestra, con una microjeringa se inyectó la muestra la cual fue macerada por tres días en cloroformo, a través de un tapón de goma en una cámara de vaporización situado en la cabeza de la columna, a temperatura de cámara de 50 grados centígrados el volumen de muestra fue de 5 microlitros, en el horno termostático situado en la columna Cromatográfica se produjo la separación del analito.

### ➤ **APLICACIÓN DEL PREFORMULADO**

Se aplicó 20 ml de preformulado en cada bandeja con la ayuda de un aspersor mojando completamente todas las papas.

## **4.8. VARIABLES RESPUESTA**

### **4.8.1. INICIO DE LA BROTAJÓN**

Se observó cada 5 días, durante 15 días cambios físicos, de color, de forma y pudriciones en los tubérculos y se pudo apreciar que no presentaron ningún cambio físico ni en su color, forma ni consistencia.

#### **4.8.2. PORCENTAJE DE BROTACION**

Las lecturas se efectuaron a los 5, 10 y 15 días después de la primera aplicación del extracto, se contabilizó el número de brotes por tubérculo y se expresa en porcentaje.

#### **4.8.3. LONGITUD DEL BROTE**

Se midió la longitud de los brotes emitidos cada 5 días en 10 papas tomadas al azar utilizando una regla.

#### **4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los datos tomados en el campo, se procesaron, utilizando el programa estadístico Infostat (versión libre), con el cual se realizaron obtuvo los análisis de varianza y las pruebas de rangos múltiples para aquellos tratamientos que presentaron valores estadísticamente significativos.



## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 5.1. INICIO DE LA BROTAÇÃO

La brotación de los tubérculos de papas se desarrolló de una manera uniforme a los 5 días.

#### 5.2. Porcentaje de Brotación a los 5, 10 y 15 días

Los resultados obtenidos en los análisis de variancia al evaluar el porcentaje de brotación a los 5, 10 y 15 días, permitieron observar (Anexo 1, 2,3) que, existieron diferencias estadísticas entre tratamientos en las tres lecturas; indicando que el porcentaje de brotación en las papas fue diferente entre los tratamientos sometidos a tres diferentes concentraciones (40%,60% y 80%) en tres frecuencias de aplicación, lo cual se puede evidenciar en la Tabla 2 y figura, 2, 3 y 4.

**TABLA 2.** Prueba de rangos múltiples para la variable porcentaje de brotación a los 5, 10 y 15 días

| TRATAMIENTOS | BROTACIÓN A<br>LOS 5 DÍAS | BROTACIÓN A<br>LOS 10 DÍAS | BROTACIÓN A LOS 15<br>DÍAS |
|--------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| T1           | 3,34 <sup>a</sup>         | 4,47 <sup>b</sup>          | 4,88 <sup>b</sup>          |
| T2           | 4,41 <sup>b</sup>         | 5,07 <sup>a</sup>          | 5,27 <sup>a</sup>          |
| T3           | 4,59 <sup>b</sup>         | 5,38 <sup>ab</sup>         | 5,54 <sup>a</sup>          |
| T4           | 5,09 <sup>b</sup>         | 6,22 <sup>b</sup>          | 7,14 <sup>b</sup>          |
| EE           | 0,17                      | 0,24                       | 0,31                       |
| Valor de P   | 0,0001                    | 0,0022                     | 0,0012                     |
| CV           | 8,57                      | 10,3                       | 12,1                       |

<sup>a-c</sup> Medias en la columna seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>AB: Tratamientos. <sup>2</sup>CV: Coeficiente de variación.

### 5.3. Longitud de brote a los 5, 10 y 15 días

Los resultados obtenidos en los análisis de variancia al evaluar la longitud del brote a los 5, 10 y 15 días, permitieron observar que, existieron diferencias estadísticas entre tratamientos en las tres lecturas (Anexo 4,5,6); indicando que la longitud de los brotes en las papas fue diferente entre los tratamientos sometidos a tres diferentes concentraciones (40%,60% y 80%) en tres frecuencias de aplicación, siendo la menor longitud en el tratamiento con la concentración al 40% lo cual se puede evidenciar en la tabla 3 y figura, 5,6 y7.

**TABLA 3.** Prueba de rango múltiple para la variable longitud de brote a los 5, 10 y 15 días

| TRATAMIENTOS | LONGITUD DEL BROTE<br>A LOS 5 DÍAS | LONGITUD DE BROTE<br>A LOS 10 DÍAS | LONGITUD DE BROTE<br>A LOS 15 DÍAS |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| T1           | 0,89 <sup>bc</sup>                 | 1,09 <sup>a</sup>                  | 1,51 <sup>a</sup>                  |
| T2           | 0,53 <sup>a</sup>                  | 0,81 <sup>a</sup>                  | 1,21 <sup>a</sup>                  |
| T3           | 0,82 <sup>b</sup>                  | 1,10 <sup>ab</sup>                 | 1,57 <sup>b</sup>                  |
| T4           | 1,10 <sup>ab</sup>                 | 1,52 <sup>b</sup>                  | 2,01 <sup>b</sup>                  |
| EE           | 0,5                                | 0,1                                | 0,12                               |
| Valor de P   | 0,0001                             | 0,0034                             | 0,0036                             |
| CV           | 14,06                              | 20,48                              | 16,72                              |

<sup>a-c</sup> Medias en la columna seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>AB: Tratamientos. <sup>2</sup>CV: Coeficiente de variación

Los resultados obtenidos en los análisis de variancia, al evaluar el porcentaje de brotación a los 5 días, permitieron observar que; existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, observándose que el porcentaje de brotación en los tubérculos de papa fue diferente para la brotación a los 5 días a la concentración de juglona del 40%, mientras que los T1, T2, T3 no son significativamente diferentes, como se puede apreciar en la figura 2.

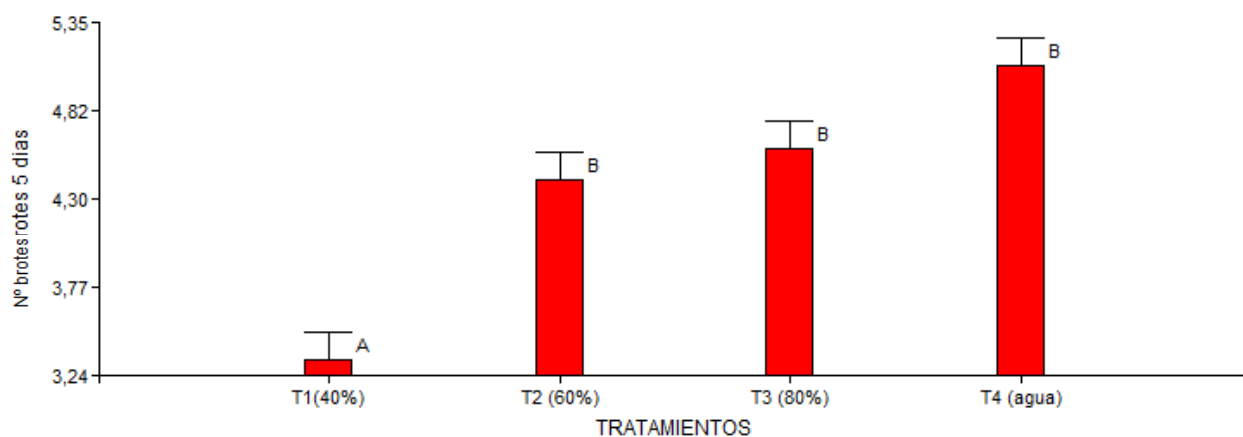


Figura 2: Brotación de los tubérculos a los 5 días.

Para la variable Brotación a los 10 días, con  $P = 0,0022$  se reporta el mayor valor para el tratamiento testigo 4 (T4 agua) con 6,01 % este presenta mayor porcentaje de brotación, seguido del tratamiento 3 (T3 80% de concentración de juglona) con 4,57 %, en comparación con el tratamiento 1 (T1 40% de concentración), que presento el menor porcentaje (4,37%) de brotación, como se puede apreciar en la figura 3.

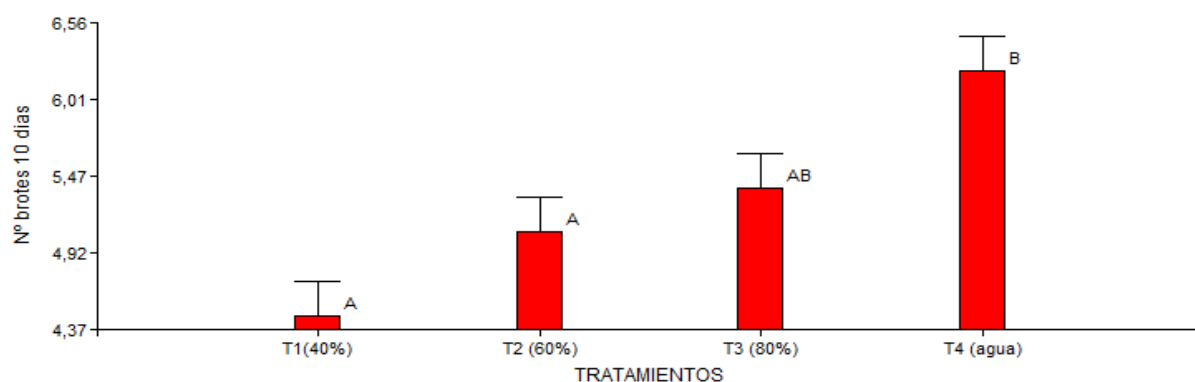


Figura 3: Brotación de los tubérculos a los 10 días.

En cuanto a los resultados obtenidos para la variable brotación a los 15 días, con  $P = 0,0012$  los valores mayores alcanzaron el tratamiento 3 (T3 80%) con 6,16% comparado con el tratamiento 2 (T2 60%) con que tiene 5,46 % no tiene mucha diferencia siendo el tratamiento 1 (T1 40%) con más bajo porcentaje de brotación alcanzando un valor de 4,75%.

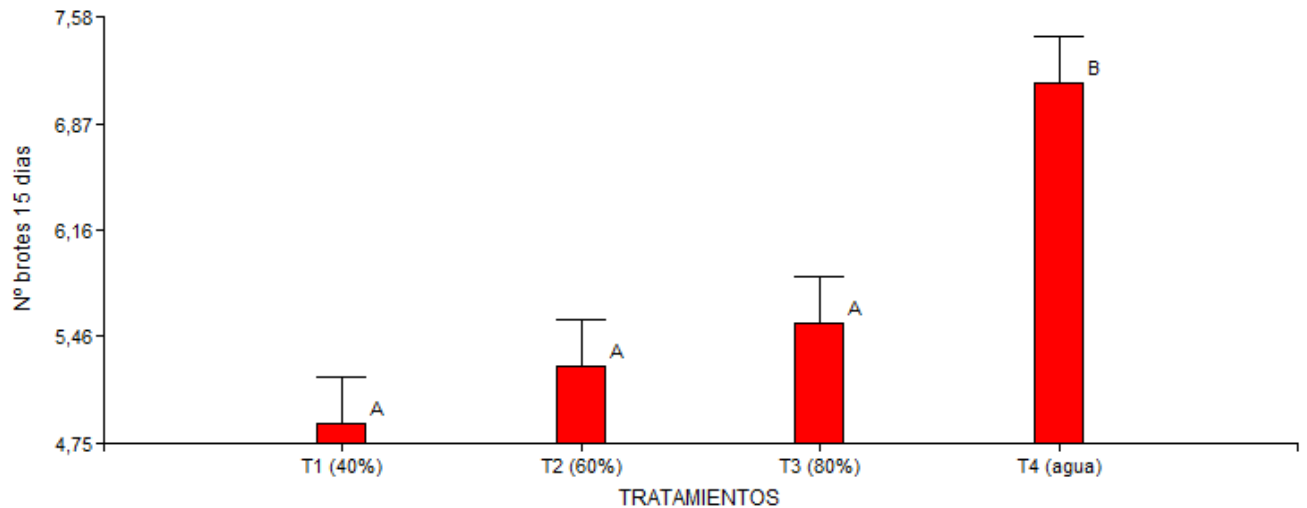


Figura 4: Brotación de los tubérculos a los 15 días.

Con respecto a la variable longitud de brote a los 5 días, con  $P=0,0001$ , entre los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento 4, (T4 agua) con un promedio de 1,02%; este rango comparte con la mayoría de tratamientos utilizados en la investigación, a excepción del tratamiento 2 (T2 60%), que obtuvo un valor de 0,67%, como se puede apreciar en la figura 5.

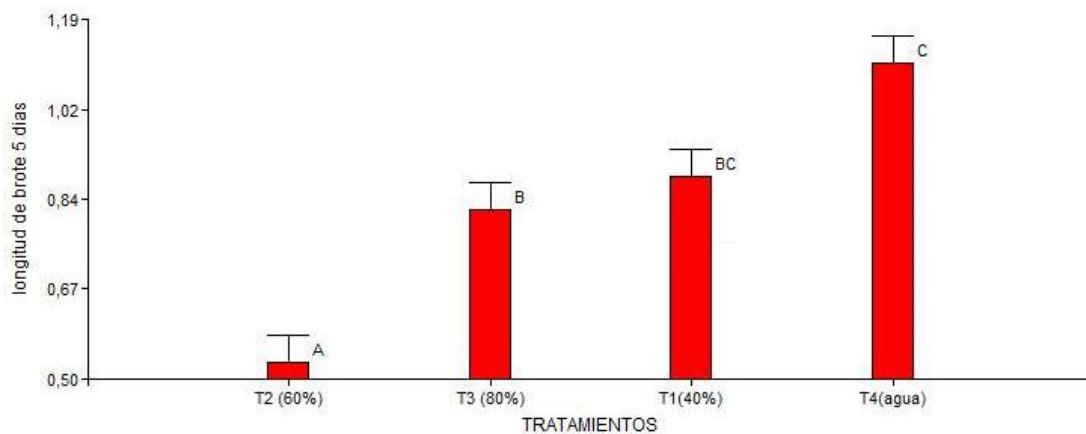


Figura 5: Longitud de brote 5 días.

Respecto a los resultados de la variable longitud de brote a los 10 días, con  $P=0,0034$  el valor más alto se encuentra el tratamiento 4 (T4 agua) con 1,44 el cual nos indica que los brotes tuvieron un crecimiento mayor en este tratamiento mientras que en el tratamiento 2 (T2 60%) la longitud del brote no incremento su tamaño significativamente con 0,77

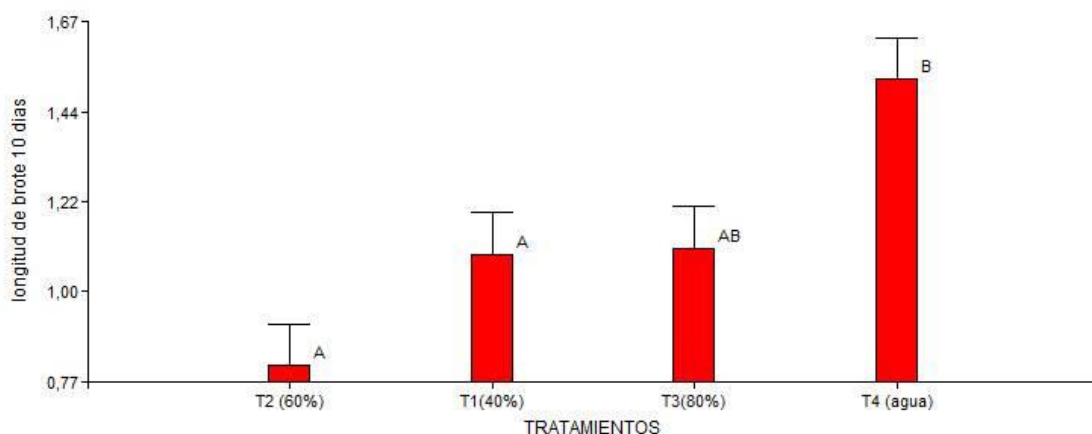


Figura 6: Longitud de brote 10 días.

Los resultados respecto a longitud de brote a los 15 días (tabla 1 y figura 7), con  $P=0,0036$ , refieren que los tratamientos al 80 y 40 % alcanzaron valores que no son significativamente diferentes con valores de 1,42 y 1,67.

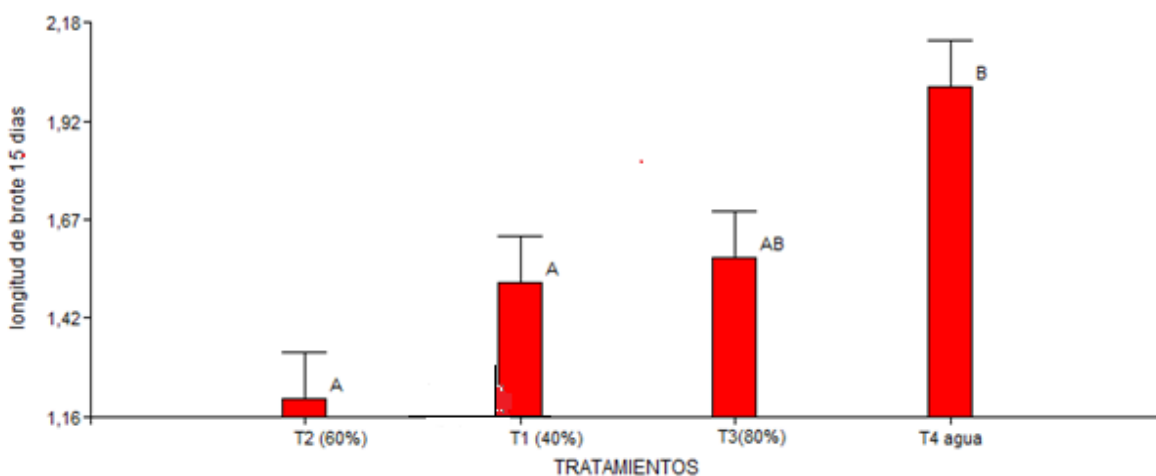


Figura 7: Longitud de brote 15 días.

#### 5.4. COMPONENTES DEL MACERADO

Los componentes identificados en el macerado fueron, el metabolito secundario Juglona el cual se identificó mediante el análisis Cromatográfico y por medio del tamizaje Fotoquímico se identificó varios compuestos como son alcaloides, Saponinas,

Glicósidos, Taninos, Lactonas, Flavonoides, Antraquinonas, Cumarinas y Antocianinas los mismos que se presentan en la tabla 4 y Anexo 8.

**TABLA 4. RESULTADOS DEL TAMIZAJE FOTOQUÍMICO**

| <b>RESULTADOS ANALISIS<br/>FITOQUÍMICO<br/>METABOLITOS SECUNDARIOS</b> | <b>INTERPRETACIÓN</b>       |
|--|-----------------------------|
| Alcaloides   | Moderadamente significativo |
| Saponinas  | Poco significativo          |
| Glicósidos   | Poco significativo          |
| Taninos  | Poco significativo          |
| Lactonas   | Poco significativo          |
| Flavonoides  | Altamente significativo     |
| Antraquinonas  | Altamente significativo     |
| Cumarinas  | Moderadamente significativo |
| Antocianinas   | Poco significativo          |

Fuente. Laboratorio Químico Integral - Servicio profesional- Casa del Químico 2.

Según estos resultados obtenidos en el Laboratorio, la presencia de los metabolitos secundarios en las hojas de nogal afirmando lo dicho por Valle (2009) quien señala que el nogal produce metabolitos secundarios los mismos que se encuentran presentes en las hojas y raíces.

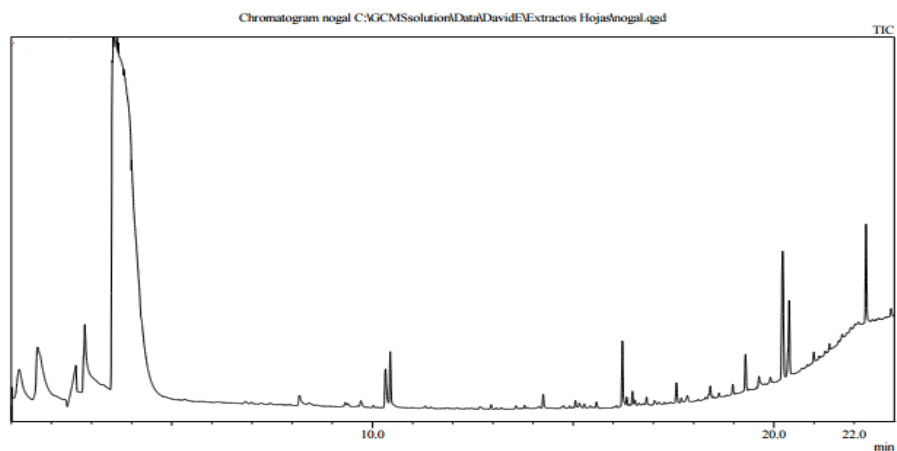


Figura 9. Resultados análisis Cromatográfico

Para el análisis Cromatográfico se pudo confirmar la presencia de juglona en el macerado observando a los 4 minutos el pico más alto correspondiente a la masa de la juglona (174,15 g/mol) tal como se puede observar en la figura 9, Anexo 9.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Análisis del extracto de nogal por CG-EM (método cromatográfico) y su potencial uso en el control de la brotación de tubérculos de papa variedad yema de huevo ((*Solanum tuberosum l. var.phureja*).”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

En el extracto de nogal, obtenido por maceración, se pudo identificar varios componentes a través del tamizaje Fitoquímico se identificó la presencia de alcaloides, Flavonoides, Antraquinonas y Cumarinas, dentro de las Antraquinonas se encuentra inmersa la Juglona.

Mediante el análisis Cromatográfico del extracto del nogal (*Juglans nigra*) se pudo determinar la presencia de Juglona, el cual se obtuvo del extracto clorofórmico de la especie, observándose a los 4 minutos el pico que corresponde a la masa de la Juglona (174.15 g/mol), podemos concluir entonces que existe la presencia de este metabolito secundario en el extracto preparado.

De la misma manera se elaboró el preformulado en varias concentraciones, y se produjo el mayor porcentaje de eficacia con el preformulado al 40% donde se reportó el mejor resultado al detectarse el menor porcentaje de brotación a los 5 días (3,34%), como a los 10 días (4,47%) y a los 15 días (4,88%) así mismo este tratamiento registro menor longitud de brote a lo largo de la duración del ensayo.



## 6.2. RECOMENDACIONES

Para inhibir la brotación de la papa Yema de Huevo (*Solanum tuberosum L var.phureja*) es recomendable aplicar el extracto de nogal a una concentración del 40% ya que a esta concentración la Juglona actúa con mayor eficacia se debe realizar aplicaciones cada 5 días de esta manera se puede retrasar e inhibir la brotación de los tubérculos como se señala en la propuesta adjunta.

## 6.3. BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 2004. "I. Introduction Origin and History Black walnut (Juglans." In *Quality*. p. 5.

Blanco, Y. 2006. "La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas." *Cultivos Tropicales* 27(3):5–16.

Ercisli, S., A. Esitken, C. Turkkal, and E. Orhan. 2005. "The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions of strawberry cv. Fern." *Plant, Soil and Environment* 51(6):283–287.

Hernandez Ana. 2011. "metabolitos parte esencial de las plantas." *metabolitos parte esencial de las plantas* 1:87.

IICA. 2014. "Identificación, validación y difusión de cultivares de papa (*Solanumtuberosum L.*) para la mejora de la producción de la agricultura familiar y la disponibilidad de alimentos Introducción." :23.

Infoagro. 2016. "El Cultivo de Nogal." :5.

Lafont, J.J., nuel S. Páez, and A.A. Portacio. 2011. "Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale L.*)" *Información tecnológica* 22(1):51–58. Available at: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642011000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=en) [Accessed February 1, 2017].

Malagamba, P., and P. Accatino. 1967. "Conservación de papa con inhibidores de brotación y sus efectos en la composición interna del tubérculo." 28:9.

- Molina F. (sf) “Guía de silvicultura Producción de madera de alto valor El nogal.” *Asociación forestal de Galicia*. Available at: [http://www.selvicultor.net/redfor/wp-content/uploads/nuevos\\_docs/guia\\_Nogal.pdf](http://www.selvicultor.net/redfor/wp-content/uploads/nuevos_docs/guia_Nogal.pdf).
- Moya, P. 2016. *Recolecta y caracterización agronómica de tres variedades de papas nativas (Solanum tuberosum) en las condiciones agroecológicas de la comunidad el Galpón del Cantón Salcedo*. Universidad Técnica de Ambato.
- Nour, V., I. Trandafir, and S. Cosmulescu. 2013. “HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and juglone in walnut leaves.” *Journal of chromatographic science* 51(9):883–90. Available at: <https://academic.oup.com/chromsci/article-lookup/doi/10.1093/chromsci/bms180>.
- Nour, V., I. Trandafir, and S. Cosmulescu. 2016. “Optimization of ultrasound-assisted hydroalcoholic extraction of phenolic compounds from walnut leaves using response surface methodology.” *Pharmaceutical biology* 54(10):2176–87. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/13880209.2016.1150303>.
- Pantoja, M. 2013. *Caracterización y reinscripción de diez accesiones de papa nativa (Solanum tuberosum) colectadas en Tulcán, Montufar y Huaca de la Provincia de Carchi*. Universidad Técnica del Norte.
- Peredo, H., E. Palou, and López A. 2009. “Aceites esenciales: métodos de extracción.” :9.
- Ramírez, D. 2010. *Caracterización física, química y nutricional de la papa chaucha (Solanum phureja) cultivado en dos suelos edafoclimáticos del Ecuador, como base de estudio para la elaboración de una Norma Técnica (Papa chaucha fresca requisitos 2010) por parte del INEN*. Universidad Técnica Equinoccial.
- Redepapa. 1995. “El almacenamiento de la papa.” 75(1):128–131.
- Reigosa, M.J., and E. Pazos-Malvido. 2007. “Phytotoxic effects of 21 plant secondary metabolites on *Arabidopsis thaliana* germination and root growth.” *Journal of Chemical Ecology* 33(7):1456–1466. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s10886-007-9318-x> [Accessed January 29, 2017].
- Reza, M. 2006. “in *Pterocarya fraxinifolia* by RP-HPLC.” *Iranian journal of chemistry*

*and chemical engineering* 25(4):73–76.

Rivadeneira, A. 2013. *Comportamiento Agrónomico de la papa Yema de huevo (Solanum tuberosum L. Var. Phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el cantón Salcedo*. Universidad Estatal de Quevedo.

Rodríguez, L.E. 2010. “Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión.” *Agronomía Colombiana* 28(2):189–197. Available at: [http](http://).

Sepulveda, G., H. Porta, and M. Rocha. 2003. “La Participación de los Metabolitos Secundarios en la defensa de las Plantas.” XXI:10.

Sharma, N., P. Ghosh, U.K. Sharma, S. Sood, A.K. Sinha, and A. Gulati. 2009. “Microwave-Assisted Efficient Extraction and Stability of Juglone in Different Solvents from *Juglans regia* : Quantification of Six Phenolic Constituents by Validated RP-HPLC and Evaluation of Antimicrobial Activity.” *Analytical Letters* 42(16):2592–2609. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00032710903202055>.

Torres, Z. 2011. *Efecto alelopático de sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) y canavalia (Canavalia ensiformis L) sobre la germinación del marabú (Dichrostachys cinerea (L) Wight & Arn)*. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

Valle, 2009. “Plantas medicinales y derivados en dermatología ( III ): Centella.” *Plantas medicinales* 1(Iii):21.

## VII ANEXOS

### ANEXO 1: ANALISIS DE VARIANZA NUMERO DE BROTES A LOS 5 DIAS

#### N° Brotes 5 días

| Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| N° brotes 5 días | 20 | 0,87           | 0,79              | 8,57 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo.      | 11,12 | 7  | 1,59 | 11,40 | 0,0002  |
| BLOQUES      | 2,95  | 4  | 0,74 | 5,29  | 0,0109  |
| TRATAMIENTOS | 8,17  | 3  | 2,72 | 19,55 | 0,0001  |
| Error        | 1,67  | 12 | 0,14 |       |         |
| Total        | 12,79 | 19 |      |       |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70100

Error: 0,1394 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.   |
|--------------|--------|---|--------|
| T1           | 3,34   | 5 | 0,17 A |
| T2           | 4,41   | 5 | 0,17 B |
| T3           | 4,59   | 5 | 0,17 B |
| T4           | 5,09   | 5 | 0,17 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANEXO 2: ANALISIS DE VARIANZA NUMERO DE BROTES A LOS 10 DIAS

#### N° Brotes 10 días

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| N° brotes 10 días | 20 | 0,70           | 0,53              | 10,30 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 8,50  | 7  | 1,21 | 4,09 | 0,0160  |
| BLOQUES      | 0,58  | 4  | 0,15 | 0,49 | 0,7415  |
| TRATAMIENTOS | 7,91  | 3  | 2,64 | 8,89 | 0,0022  |
| Error        | 3,56  | 12 | 0,30 |      |         |
| Total        | 12,06 | 19 |      |      |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,02266

Error: 0,2966 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.     |
|--------------|--------|---|----------|
| T1           | 4,47   | 5 | 0,24 A   |
| T2           | 5,07   | 5 | 0,24 A   |
| T3           | 5,38   | 5 | 0,24 A B |
| T4           | 6,22   | 5 | 0,24 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANEXO 3: ANALISIS DE VARIANZA NUMERO DE BROTES A LOS 15 DIAS

#### N° brotes 15 días

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| N° brotes 15 días | 20 | 0,72           | 0,56              | 12,10 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo.      | 15,07 | 7  | 2,15 | 4,51  | 0,0111  |
| BLOQUES      | 0,33  | 4  | 0,08 | 0,17  | 0,9475  |
| TRATAMIENTOS | 14,74 | 3  | 4,91 | 10,29 | 0,0012  |
| Error        | 5,73  | 12 | 0,48 |       |         |
| Total        | 20,80 | 19 |      |       |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,29725

Error: 0,4773 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| T1           | 4,88   | 5 | 0,31 | A |
| T2           | 5,27   | 5 | 0,31 | A |
| T3           | 5,54   | 5 | 0,31 | A |
| T4           | 7,14   | 5 | 0,31 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANEXO 4: ANALISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES A LOS 5 DIAS

#### Longitud de brote 5 días

| Variable                 | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| longitud de brote 5 dias | 20 | 0,86           | 0,77              | 14,06 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo.      | 0,98 | 7  | 0,14 | 10,15 | 0,0003  |
| BLOQUES      | 0,15 | 4  | 0,04 | 2,68  | 0,0832  |
| TRATAMIENTOS | 0,84 | 3  | 0,28 | 20,12 | 0,0001  |
| Error        | 0,17 | 12 | 0,01 |       |         |
| Total        | 1,15 | 19 |      |       |         |

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22090

Error: 0,0138 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |     |
|--------------|--------|---|------|-----|
| T2           | 0,53   | 5 | 0,05 | A   |
| T3           | 0,82   | 5 | 0,05 | B   |
| T1           | 0,89   | 5 | 0,05 | B C |
| T4           | 1,10   | 5 | 0,05 | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### ANEXO 5: ANALISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES A LOS 10 DIAS

#### Longitud de brote 10 días

| Variable                  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| longitud de brote 10 dias | 20 | 0,73           | 0,57              | 20,48 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 1,75 | 7  | 0,25 | 4,66 | 0,0098  |
| BLOQUES      | 0,46 | 4  | 0,11 | 2,13 | 0,1396  |
| TRATAMIENTOS | 1,29 | 3  | 0,43 | 8,03 | 0,0034  |
| Error        | 0,64 | 12 | 0,05 |      |         |
| Total        | 2,40 | 19 |      |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43522**

Error: 0,0537 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.     |
|--------------|--------|---|----------|
| T2           | 0,81   | 5 | 0,10 A   |
| T1           | 1,09   | 5 | 0,10 A   |
| T3           | 1,10   | 5 | 0,10 A B |
| T4           | 1,52   | 5 | 0,10 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO 6: ANALISIS DE VARIANZA LONGITUD DE BROTES A LOS 15 DIAS

### Longitud de brote 15 días

| Variable                  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| longitud de brote 15 dias | 20 | 0,70           | 0,52              | 16,72 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 1,92 | 7  | 0,27 | 3,94 | 0,0183  |
| BLOQUES      | 0,27 | 4  | 0,07 | 0,98 | 0,4550  |
| TRATAMIENTOS | 1,64 | 3  | 0,55 | 7,90 | 0,0036  |
| Error        | 0,83 | 12 | 0,07 |      |         |
| Total        | 2,75 | 19 |      |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49461**

Error: 0,0694 gl: 12

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E.     |
|--------------|--------|---|----------|
| T2           | 1,21   | 5 | 0,12 A   |
| T1           | 1,51   | 5 | 0,12 A   |
| T3           | 1,57   | 5 | 0,12 A B |
| T4           | 2,01   | 5 | 0,12 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO 7: BASE DE DATOS

Nº BROTES 5

DIAS

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |      |      |      |      |
|--------------|--------------|------|------|------|------|
|              | I            | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 4            | 4,24 | 3,08 | 2,8  | 2,56 |
| T2 (60%)     | 4,88         | 4,8  | 4,76 | 3,72 | 3,88 |
| T3 80%)      | 4,96         | 4,44 | 4,52 | 5    | 4,04 |
| T4( H2O)     | 5,48         | 5,16 | 5,32 | 4,92 | 4,56 |

Nº BROTES 10

DIAS

| REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| TRATAMIENTOS | I    | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 4,68 | 5,36 | 3,6  | 4,36 | 4,36 |
| T2 (60%)     | 5,64 | 5,48 | 5,48 | 4,2  | 4,56 |
| T3 80%)      | 5,44 | 4,96 | 5,28 | 5,96 | 5,28 |
| T4( H2O)     | 6,32 | 6,04 | 6,32 | 5,84 | 6,56 |

Nº BROTES 15

DIAS

| REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| TRATAMIENTOS | I    | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 5    | 5,71 | 3,84 | 5,3  | 4,56 |
| T2 (60%)     | 5,64 | 5,54 | 5,72 | 4,88 | 4,56 |
| T3 80%)      | 5,48 | 5,08 | 5,28 | 6,12 | 5,76 |
| T4( H2O)     | 7    | 6,61 | 7    | 6,64 | 8,44 |

LONGITUD DE BROTE 5 DIAS

| REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| TRATAMIENTOS | I    | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 0,94 | 0,98 | 0,86 | 0,94 | 0,72 |
| T2 (60%)     | 0,58 | 0,5  | 0,5  | 0,58 | 0,5  |
| T3 80%)      | 0,88 | 0,86 | 0,64 | 0,92 | 0,82 |
| T4( H2O)     | 1    | 1    | 1    | 1,52 | 1    |

LONGITUD DE BROTE 10

DIAS

| REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| TRATAMIENTOS | I    | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 1,4  | 1,1  | 0,86 | 1,08 | 1    |
| T2 (60%)     | 0,7  | 0,5  | 0,96 | 1,04 | 0,86 |
| T3 80%)      | 0,96 | 0,96 | 1    | 1,08 | 1,52 |
| T4( H2O)     | 1,44 | 1    | 1,5  | 1,68 | 2    |


LONGITUD DE BROTE 15

DIAS

| REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| TRATAMIENTOS | I    | II   | III  | IV   | V    |
| T1 (40%)     | 1,74 | 1,44 | 1,18 | 1,68 | 1,5  |
| T2 (60%)     | 1    | 1,33 | 1,26 | 1,46 | 1    |
| T3 80%)      | 1,6  | 1,4  | 1,56 | 1,68 | 1,62 |
| T4( H2O)     | 1,74 | 1,86 | 1,7  | 2,04 | 2,72 |



## ANEXO 8. Resultados del análisis Fitoquímico




**LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL - SERVICIO PROFESIONAL**  
AGUAS – ALIMENTOS – COSMÉTICOS – SUELOS.

---

INFORME DE RESULTADOS Ambato, Agosto 15 del 2016

|     | A                              | B                                   | C                   | D | E |
|-----|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---|---|
| 150 | <b>ANÁLISIS FITOQUÍMICO</b>    |                                     |                     |   |   |
| 151 |                                |                                     |                     |   |   |
| 152 | <b>Informe de Laboratorio</b>  | No. AQP- 720                        |                     |   |   |
| 153 |                                |                                     |                     |   |   |
| 154 | <b>Identificación</b>          |                                     |                     |   |   |
| 155 |                                |                                     |                     |   |   |
| 156 | Presentación:                  | Finda de polietileno                |                     |   |   |
| 157 | Contenido:                     | Hojas secas de Nogal                |                     |   |   |
| 158 | Procedencia:                   | Ambato-Tungurahua                   |                     |   |   |
| 159 | Responsable:                   | Srta. Diana Carolina Tapia Landetta |                     |   |   |
| 160 | Análisis solicitado:           | Screening Fitoquímico               |                     |   |   |
| 161 | Fecha de ingreso:              | 30-01-17                            |                     |   |   |
| 162 | Fecha de informe:              | 15-02-17                            |                     |   |   |
| 163 |                                |                                     |                     |   |   |
| 164 | <b>Muestras recibidas</b>      |                                     |                     |   |   |
| 165 |                                |                                     |                     |   |   |
| 166 | Peso de muestra recibido:      | 1058 g.                             |                     |   |   |
| 167 |                                |                                     |                     |   |   |
| 168 | <b>Resultados</b>              |                                     |                     |   |   |
| 169 |                                |                                     |                     |   |   |
| 170 | <b>Metabolitos Secundarios</b> | <b>Extracto Alcohólico</b>          | <b>Método</b>       |   |   |
| 171 |                                |                                     |                     |   |   |
| 172 | Alcaloides                     | ++                                  | Dragendorff- Wagner |   |   |
| 173 | Saponinas                      | +                                   | Test espuma         |   |   |
| 174 | Terpenos y Esteroides          | --                                  | Leiberman- Burchard |   |   |
| 175 | Glicósidos                     | +                                   | O.Lock              |   |   |
| 176 | Taninos - Polifenoles          | +                                   | Fect3- Gelatina-Sal |   |   |
| 177 | Ácidos- Grasas                 | --                                  | O. Lock             |   |   |
| 178 | Lactonas                       | +                                   | Bajet               |   |   |
| 179 | Flavonoides                    | +++                                 | Shinoda             |   |   |
| 180 | Antraquinonas                  | +++                                 | Bomtrager           |   |   |
| 181 | Cumarinas                      | ++                                  | Bajet               |   |   |
| 182 | Antocianinas                   | +                                   | Rosenheim           |   |   |
| 183 |                                |                                     |                     |   |   |
| 184 | <b>Interpretación</b>          |                                     |                     |   |   |
| 185 |                                |                                     |                     |   |   |
| 186 | Altamente significativo        | ++++                                |                     |   |   |
| 187 | Mediamente significativo       | +++                                 |                     |   |   |
| 188 | Moderadamente significativo    | ++                                  |                     |   |   |
| 189 | Poco significativo             | +                                   |                     |   |   |
| 190 | No significativo               | --                                  |                     |   |   |
| 191 |                                |                                     |                     |   |   |
| 192 |                                |                                     |                     |   |   |
| 193 | Dr. Enrique Vayas López M.Sc.  |                                     |                     |   |   |

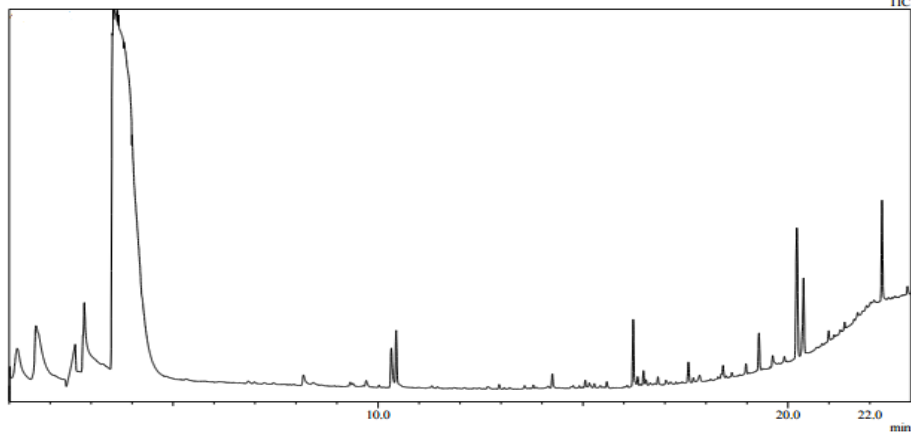


Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

**ANÁLISIS: FÍSICO – QUÍMICO – MICROBIOLÓGICO – ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**CONSULTORÍA – TRATAMIENTO DE AGUAS – MATERIAS PRIMAS – REACTIVOS QUÍMICOS**  
 Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado \* Telf: 032422366 – 0984069372  
 E-mail: [envalo50@hotmail.es](mailto:envalo50@hotmail.es) \* AMBATO – ECUADOR

## ANEXO 9. Resultados del análisis Cromatográfico

Chromatogram nogal C:\GCMSsolution\Data\DavidE\Extractos Hojas\nogal.qgd



| Peak# | R.Time | Area      | Area%  | Height   | Peak Report TIC |      |
|-------|--------|-----------|--------|----------|-----------------|------|
|       |        |           |        |          | Height%         | A/H  |
| 1     | 1.021  | 8261941   | 3.91   | 3902881  | 4.65            | 2.12 |
| 2     | 2.835  | 33591846  | 15.88  | 7766214  | 9.26            | 4.33 |
| 3     | 10.324 | 14400249  | 6.81   | 4808890  | 5.73            | 2.99 |
| 4     | 10.442 | 14512001  | 6.86   | 6792282  | 8.10            | 2.14 |
| 5     | 14.253 | 3267210   | 1.54   | 1664429  | 1.98            | 1.96 |
| 6     | 16.226 | 16232021  | 7.67   | 8284118  | 9.88            | 1.96 |
| 7     | 16.475 | 3330470   | 1.57   | 1740255  | 2.07            | 1.91 |
| 8     | 17.572 | 5760978   | 2.72   | 2548037  | 3.04            | 2.26 |
| 9     | 18.416 | 2335484   | 1.10   | 1276977  | 1.52            | 1.83 |
| 10    | 18.976 | 2063293   | 0.98   | 1206813  | 1.44            | 1.71 |
| 11    | 19.293 | 9658284   | 4.57   | 4640835  | 5.53            | 2.08 |
| 12    | 20.218 | 48038381  | 22.71  | 16129478 | 19.23           | 2.98 |
| 13    | 20.381 | 23701822  | 11.21  | 9463543  | 11.28           | 2.50 |
| 14    | 20.995 | 2249012   | 1.06   | 1280165  | 1.53            | 1.76 |
| 15    | 22.295 | 24095799  | 11.39  | 12384830 | 14.76           | 1.95 |
|       |        | 211498791 | 100.00 | 83889747 | 100.00          |      |

Spectrum



Brotes sin  
tratamiento 5 días

**FIGURA 11**



Brotes sin  
tratamiento 15 días

**FIGURA 12**



Brote con tratamiento  
al 40% a los 10 días

**FIGURA 13**



Brote con tratamiento  
al 40% a los 15 días

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA**

#### **TEMA:**

APLICACIÓN DEL EXTRACTO DE NOGAL PARA LA INHIBICIÓN DE LA BROTACIÓN DE LA PAPA YEMA DE HUEVO (*solanum tuberosum l. var.phureja*).

#### **7.1. DATOS INFORMATIVOS**

Esta propuesta está dirigida y evaluada por parte de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato la misma que ha participado de una manera directa para el desarrollo de nuevas alternativas para el campo Agropecuario.

#### **7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

En la región Sierra la producción de papa es alta entre las variedades comerciales tenemos a la variedad Yema de Huevo la cual es muy apetecida en el campo de la culinaria, lamentablemente el problema de esta variedad es su rápida brotación la cual impide al agricultor mantener largos periodos en poscosecha, siendo necesario buscar una alternativa que nos permita detener este proceso de brotación.

En base a los resultados obtenidos, en cuanto al estudio de la inhibición de la brotación de los tubérculos de papas de la variedad Yema de Huevo provocada por el efecto de la Juglona presente en el extracto de Nogal se propone, Utilizar esta planta especialmente de sus hojas por su potencial efecto de inhibición en los tubérculos ya que la presencia de Juglona ayuda a detener este proceso de brotación ayudando así al agricultor a mantener esta papa más tiempo en poscosecha y poder potencializar su comercialización a nivel de mercados.

### **7.3. JUSTIFICACIÓN**

La papa (*Solanum tuberosum L. var. Phureja*) es una planta muy cultivada y consumida en el Ecuador la cual tiene características importantes desde el ámbito culinario y nutricional, los tubérculos de papa presentan naturalmente el fenómeno de latencia o de dormancia el cual consiste en el letargo del tubérculo después de realizada la cosecha, de acuerdo a esto hay casos en el cual la brotación dura de 1 a 6 meses después de cosechado el tubérculo esto va a depender de la variedad, en este caso la variedad Yema de huevo es una papa la cual carece de un periodo de dormancia la cual limita su uso a nivel doméstico e industrial, debido a su rápida brotación ya que esta papa incluso son capaces de empezar a brotar antes de la cosecha.

En vista de lo antes expuesto cualquier tipo de investigación que se haga con el objetivo de inhibir la brotación de esta variedad de papa representara un gran avance tecnológico.

### **7.4. OBJETIVOS**

- Aplicar extracto de Nogal al 40% para inhibir la brotación en los tubérculos de la papa variedad Yema de Huevo (*Solanum tuberosum L. var Phureja*).

### **7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Esta propuesta es factible efectuarla, valorando todos los aspectos técnicos que deben conocerse para llevar adelante la preparación del extracto, considerando que la materia prima es de fácil adquisición, barata y de fácil manipuleo, con lo que se conseguirá inhibir la brotación de los tubérculos de papa variedad Yema de Huevo ya que esta papa es considerada de gran valor comercial.

## **7.6. FUNDAMENTACIÓN**

El grupo de papas de la variedad Yema de Huevo son aquellas que muestran ausencia o mínima dormancia y por lo general, presentan tubérculos brotados al momento de la cosecha (Zuñiga 2014).

Estas papas son apreciadas por el agricultor y por el consumidor de la ciudad. Se consumen especialmente en sopas y puré. Una de sus limitantes es su aparente baja productividad, en relación con las variedades mejoradas. Asimismo, es altamente perecible y pierde rápidamente su aptitud para el consumo, debido que los tubérculos brotan en pocos días y no se pueden almacenar como las otras papas. (Pantoja 2013).

## **7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

Recolectar 100 gramos de hojas tiernas de nogal lavarlas con agua destilada y realizar cortes de aproximadamente 5 mm

Para la extracción del metabolito juglona se deberán seguir los siguientes pasos empezando primero por la realización de la maceración utilizando 1000 gramos de hojas tiernas de nogal, las mismas que deben ser sumergidas en un litro de alcohol etílico.

Dejar macerar por 72 horas agitando una vez por día, pasado este tiempo filtrar.

Para preparar el Preformulado para obtener 500 ml de extracto al 40% se utilizará 200 ml del extracto puro y 300 ml de alcohol etílico.

Aplicar 20 ml de este Preformulado utilizando un aspersor en las bandejas con las papas, mojar completamente, repetir este paso cada 5 días.

## **7.8. ADMINISTRACIÓN**

Esta propuesta se llevará a cabo mediante la participación de asociaciones y agricultores dedicados al manejo de cultivo de papa variedad Yema de Huevo (*Solanum tuberosum* L. var *Phureja*).

## **7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Para llevar a cabo la propuesta se debe seguir con todos los puntos planteados anteriormente, como es la preparación y aplicación del macerado en los tubérculos de papa y en el lapso de seis meses se realizará una visita a los productores de las asociaciones participantes para observar cual ha sido el impacto de esta nueva práctica para inhibir la brotación de la papa yema de huevo (*Solanum tuberosum L. var Phureja*).