

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
CENTRO DE APOYO PATATE  
CARRERA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

**INHIBIDORES NATURALES Y DE SÍNTESIS SOBRE LA  
BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum*)  
VARIEDAD CECILIA**

**AUTORES**

**CARRILLO FREIRE GUIDO ALFREDO  
SORIA IDROVO NELSON FERNANDO**

**DIRECTOR**

**Ing. M.Sc. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2009**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
CENTRO DE APOYO PATATE  
CARRERA AGROPECUARIA**

**INHIBIDORES NATURALES Y DE SÍNTESIS SOBRE LA BROTAÇÃO DE  
TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CECILIA**

**TESIS DE GRADO**

**Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la  
Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del  
título de**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**Ing. M.Sc. Javier Guevara Santana  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**Ing. M.Sc. Mariana Reyes Bermeo  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**Ing. Ramón Macías Pettao  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

**Ing. M.Sc. Francisco Espinosa Carrillo  
DIRECTOR DE TESIS**

\_\_\_\_\_

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. M.Sc. Francisco Espinosa Carrillo, Director de la tesis de grado titulada INHIBIDORES NATURALES Y DE SÍNTESIS SOBRE LA BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CECILIA, certifico que los señores egresados Carrillo Freire Guido Alfredo y Soria Idrovo Nelson Fernando, han cumplido bajo mi dirección con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. M.Sc. Francisco Espinosa Carrillo**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Carrillo Freire Guido Alfredo y Soria Idrovo Nelson Fernando, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, el cual no ha sido presentado por ninguna institución dedicada a la investigación, ni grado o calificación profesional.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la ley de propiedad Intelectual, por su reglamento y la normatividad institucional vigente.

---

**Carrillo Freire Guido Alfredo**

---

**Soria Idrovo Nelson Fernando**

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A mis padres, Sr. Jaime Ernesto Carrillo Caicedo y Sra. Alisa Tránsito Freire Cárdenas, por su apoyo moral, comprensión, ayuda y sacrificio durante mis estudios y en todas las actividades por mí emprendidas.

A mi hermano Agr. Jaime Geovanny Carrillo Freire, por el apoyo y deseos de triunfo.

**Guido Alfredo Carrillo Freire**

A Dios.

A mis padres, +Agr. José Aurelio Soria Naranjo y +Sra. Felicia Filomena Idrovo Quinteros, que el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis haya cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

A mis hermanos, cuñados y sobrinos, por la ayuda brindada y deseos de superación hacia mi persona.

**Nelson Fernando Soria Idrovo**

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores dejan constancia de su agradecimiento.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través del Centro de Apoyo Patate, por recibirnos como estudiantes.

A las Autoridades de la Universidad

Dr. Manuel Haz Álvarez, Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria

Ing. Mg.Sc. Guadalupe Murillo de Luna, Directora de la UED, por su gestión realizada para que el centro de apoyo Patate se haga una realidad.

Al Ing. M.Sc. José Francisco Espinosa Carrillo, quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de esta tesis, para el logro y feliz culminación de nuestros estudios, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

Al Ing. M.Sc. Norman Soria Idrovo por su valiosa participación en la revisión del proyecto y tesis, así como por sus enseñanzas de verdadero maestro.

Al Ing. M.Sc. Freddy Guevara Santana presidente del tribunal examinador y a los distinguidos miembros: Ing. M.Sc. Mariana Reyes Bermeo y al Ing. Ramón Macías Pettao, por sus valiosos conocimientos impartidos para que este trabajo investigativo culmine con éxitos.

Al grupo excepcional de compañeros del Centro de Apoyo Patate paralelo "A" por su amistad brindada en nuestros estudios.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Clasificación taxonómica de la papa variedad Cecilia.....	4
2.2. Características agronómicas de la papa variedad Cecilia.....	4
2.3. Características morfológicas.....	5
2.4. Respiración y transpiración.....	5
2.4.1. Factores que influyen en la respiración y transpiración.....	6
2.5. Almacenamiento.....	6
2.6. Biorreguladores.....	9
2.6.1. Cloruro de clorocolina.....	10
2.6.2. Taninos.....	11
2.6.3. Terpenoides.....	11
2.7. Formación de los brotes.....	12
2.7.1. Factores que controlan el crecimiento de los brotes.....	12
2.8. Dormancia.....	13
2.8.1. Control químico de la brotación.....	14
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1. Localización y duración del experimento.....	15
3.2. Condiciones metereológicas.....	15

3.2.1. Condiciones meteorológicas del lugar.....	15
3.2.2. Condiciones inducidas al experimento.....	15
3.3. Materiales y equipos.....	16
3.4. Factores en estudio.....	17
3.4.1. Productos.....	17
3.4.2. Dosis.....	17
3.5. Tratamientos.....	18
3.6. Diseño experimental.....	18
3.7. Unidad experimental.....	19
3.8. Análisis estadístico.....	19
3.9. Variables evaluadas.....	20
3.9.1. Peso (g) inicial.....	20
3.9.2. Días a brotación.....	20
3.9.3. Número de brotes.....	20
3.9.4. Longitud (cm) de brotes .....	20
3.9.5. Peso (g) final.....	21
3.10. Manejo del experimento.....	21
3.10.1. Lavado de los tubérculos.....	21
3.10.2. Preparación de diluciones.....	21
3.10.3. Inmersión de los tubérculos.....	21
3.10.4. Secado bajo sombra.....	22
3.10.5. Almacenamiento en refrigeración.....	22
3.10.6. Toma de datos.....	22
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
4.1. Peso (g) inicial.....	23
4.2. Días a brotación.....	23
4.2.1. Brotación a los 20 días.....	23
4.2.2. Brotación a los 30 días.....	24
4.2.3. Brotación a los 40 días.....	25
4.3. Número de brotes a los 40 días.....	26
4.4. Longitud (cm) de brotes a los 40 días.....	27
4.5. Peso (g) final.....	28

4.6. Análisis de correlación.....	29
4.7. Análisis económico.....	31
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VII. RESUMEN.....</b>	<b>34</b>
<b>VIII. SUMMARY.....</b>	<b>35</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
ANEXOS.....	39

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
1	Condiciones meteorológicas del lugar.....	15
2	Condiciones inducidas al experimento. ....	16
3	Tratamientos. ....	18
4	Análisis de varianza. ....	19
5	Esquema de las unidades experimentales. ....	19
6	Peso inicial (g) en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	18 23
7	Brotación a los 20 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	24
8	Brotación a los 30 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	25
9	Brotación a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	26
10	Número de brotes a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	27

11	Longitud (cm) de los brotes a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	28
12	Peso final (g) en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	29
13	Análisis de correlación entre tratamientos, repeticiones, peso inicial, días a brotación, número de brotes, longitud de los brotes y peso final en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	31
14	Costos de aplicación de los tratamientos a 1 ton de tubérculos de papa en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad Cecilia (2009).....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Pág.</b>
1	Resultados de las variables analizadas en la investigación.	40
2	Análisis de varianza para la variable peso (g) inicial.....	42
3	Análisis de varianza para la variable brotación a los 20 días.....	42
4	Análisis de varianza para la variable brotación a los 30 días.....	42
5	Análisis de varianza para la variable brotación a los 40 días.....	43
6	Análisis de varianza para la variable número de brotes a los 40 días.....	43
7	Análisis de varianza para la variable longitud (cm) de los brotes a los 40 días.....	43
8	Análisis de varianza para la variable peso (g) final.....	44
9	Costos materiales, equipos y mano de obra.....	44
10	Pérdida de peso (g) en almacenaje.....	44
11	Fotografía de lavado de los tubérculos.....	45
12	Fotografía de preparación de diluciones.....	45

13	Fotografía de inmersión de los tubérculos.....	45
14	Fotografía de secado bajo sombra.....	46
15	Fotografía de peso (g) inicial.....	46
16	Fotografía de almacenamiento en refrigeración.....	46
17	Fotografía de días a brotación.....	47
18	Fotografía de número de brotes.....	47
19	Fotografía de longitud (cm) de brotes.....	47
20	Fotografía de peso (g) final.....	48

## I. INTRODUCCIÓN

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una planta de la familia de las solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible.

Es originaria del altiplano andino en un área que coincide aproximadamente con el sur del Perú, donde ha sido cultivada y consumida al menos desde el VIII milenio adC.

Introducida en Europa por los conquistadores españoles, tardó en incorporarse a la dieta por contener sustancias tóxicas en sus partes verdes pero se ha convertido en uno de los principales cultivos del planeta.

El cultivo de la papa es considerado como el principal ingreso económico; así como también el primordial alimento de la región interandina. En el Ecuador se cultivan 52.329 hectáreas y se cosechan 338.965 T<sup>-1</sup> de las cuales se comercializan 278.087 T<sup>-1</sup>.

En el mercado de agroquímicos del país, encontramos un sinnúmero de inhibidores de crecimiento sintéticos como el cloruro de clorocolina; pero también hay opciones como los inhibidores naturales de crecimiento en algunas Juglandáceas, como el nogal, que aplicados en una manera tecnificada retrasan la brotación de meristemas de crecimiento del tubérculo de la papa.

Una de las formas de conservar el tubérculo de la papa es utilizando inhibidores de brotación, para interrumpir la aparición de brotes de crecimiento en la papa y poder conservar el producto para comercializarlo cuando el precio haya subido; sabiendo que en el mercado nacional el precio varía desde \$ 1 hasta \$ 35 por quintal.

El Ecuador no tiene tecnología para almacenar papa; no obstante existen dos métodos para evitar la brotación de tubérculos de papa durante el almacenaje:

almacenamiento a baja temperatura 2-5°C y uso de inhibidores de brotación Alonso, Méndez y Sánchez (2002).

En el mercado ecuatoriano se da un fenómeno de comercialización, provocado por la concentración de siembras en una sola época y cuando el papicultor lleva la producción al mercado, se encuentra con que el costo de la papa ha bajado a precios que no compensan ni siquiera la cosecha; por lo que este cultivo en ese momento se torna no rentable y causa pérdidas al productor.

Este trabajo investigativo, va encaminado a solucionar este gran problema que ha hecho que el papicultor ecuatoriano, varias veces ha sufrido quiebras económicas por la caída del precio de la papa; también de una u otra manera influirá para que el precio de la papa se estabilice en el mercado, haciendo más seguro el cultivo en lo referente a su rentabilidad económica. Al lograr inhibir la brotación de los tubérculos de papa, se podrá conservarlos por más tiempo y ofertar al consumidor durante todo el año, sin depender de las épocas de siembra favorables para este cultivo; y, generar ganancias al productor.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar el comportamiento fisiológico de los tubérculos de papa frente a la aplicación de inhibidores sintéticos y naturales de crecimiento.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar el tiempo de inhibición en la aparición de brotes meristemáticos en tubérculos de papa aplicando tres concentraciones de cloruro de clorocolina; y, tres diluciones de extracto de mesocarpio de frutos de nogal.

- Realizar el análisis económico de costos de aplicación de los tratamientos en estudio.

## **1.2. Hipótesis**

Los inhibidores naturales y/o sintéticos retardarán la brotación de las yemas en los tubérculos de papa en comparación con el testigo sin aplicación de inhibidores.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación taxonómica de la papa variedad Cecilia

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum*

Subespecie: *Vertifolium x Andigena*

Origen genético: Vertifolia x Jamonilla

Variedad: Cecilia INIAP (1998).

### 2.2. Características agronómicas de la papa variedad Cecilia

Maduración: Semitemprana

Características: Bastante harinosa, de color puro y sabor neutro.

Rendimiento: 25 T<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>

Contenido de materia seca: 20.34%

Gravedad específica: 1.078 kg

Usos: Consumo en fresco en platos caseros como sopas y tortillas, en la industria para papa frita.

Enfermedades: Altamente susceptible a la lanchara (*Phytophthora infestans*), roya (*Puccinia pittieriana*), virus y al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) INIAP (1998).

### **2.3. Características morfológicas**

Plantas: Semirrectas, tallos verdes, poco numerosos y gruesos; se extienden mucho.

Hojas: Tipo abierto, color verde claro con tres pares de folíolos primarios y folíolo terminal en forma de cúspide, de dos a tres pares de folíolos secundarios.

Flores: Blancas, escasas de tipo abierto, sueltan un aroma agradable, cáliz de color verde.

Brotes: Forma oval de color rojo-morado claro, poco pelosos; yema terminal grande, generalmente abierta, de color verde claro; yemas laterales desarrolladas y numerosas.

Tubérculos: Forma oval-elíptica alargada, piel amarilla clara lisa, ojos superficiales con ligera dominancia apical, cejas grandes, pulpa crema INIAP (1998).

### **2.4. Respiración y transpiración**

Posterior a su cosecha, la papa continúa viviendo hasta el envejecimiento y muerte de los tejidos, lo cual depende fundamentalmente de los procesos fisiológicos de respiración y transpiración.

La respiración va acompañada de la oxidación de sus propias reservas de almidón y azúcares. El ritmo de la respiración es un factor importante en la duración de la vida postcosecha del producto. Cuando el tubérculo empieza a calentarse por el incremento de la temperatura ambiental, se estimula más la respiración, lo cual disminuye su vida en almacenamiento.

La papa cosechada continúa perdiendo agua en forma de vapor por el proceso de transpiración. El tubérculo pierde agua por sus orificios naturales como lenticelas y tejido dañado Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

#### **2.4.1. Factores que influyen en la respiración y transpiración**

Los ritmos de respiración y transpiración determinan la duración de la vida postcosecha de productos fresco. La epidermis del tubérculo se impermeabiliza a través de la suberina, lo cual permite limitar la pérdida de agua por transpiración y proteger el tejido epitelial de daños mecánicos, insectos y patógenos. Para controlar la transpiración en papa, se requiere mantener los tubérculos en un ambiente con humedad relativa de 80%. Una humedad más alta causa la condensación de agua, lo cual favorece a problemas fitosanitarios Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

La papa fresca recién cosechada y almacenada a granel o en sacos sin suficiente ventilación crea una atmósfera empobrecida en O<sub>2</sub> y enriquecida en CO<sub>2</sub>. Un nivel O<sub>2</sub> menor al 2% causa anaerobismo y fomenta procesos de fermentación y produce descomposición de tejidos Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

### **2.5. Almacenamiento**

La papa es uno de los alimentos de origen vegetal más completo utilizado por el hombre, y como tal, presenta algunas dificultades para preservar sus componentes nutricionales como “semilla”, cuando se almacena por largos periodos de tiempo.

El tubérculo es un agrandamiento de la porción subterránea del tallo. Entre sus componentes nutricionales más importantes se pueden mencionar los carbohidratos, los minerales, las vitaminas y las proteínas.

La papa es generosa en fibra, contiene hasta un 80% de agua, puede ser deshidratada durante un almacenamiento prolongado y reconstituida luego para servirse como alimento a través de una gran variedad de presentaciones Trevor y Voss (2002).

El tubérculo de la papa es una planta viviente. Durante el estado de dormancia, ocurren infinidad de cambios enzimáticos y respiratorios en su interior Alonso, Méndez y Sánchez (2002).

Durante el almacenamiento, la papa pierde calor, dióxido de carbono y agua a través de la respiración. En condiciones de baja humedad relativa, puede disminuir peso en forma acelerada, en razón a la pérdida de agua Trevor y Voss (2002).

La temperatura y la humedad relativa dentro del sitio de almacenamiento pueden influir en la relación azúcar/almidón, la actividad de varias enzimas, la pérdida de agua y en la diseminación de enfermedades Trevor y Voss (2002).

El principal objetivo del almacenamiento es conservar la mayor cantidad de agua dentro del tubérculo. Por esta razón, el sitio seleccionado debe ser oscuro y bien aireado Trevor y Voss (2002).

La oscuridad evita el verdeamiento y el desarrollo de sabores agrios, y la buena ventilación impide la actividad de hongos y bacterias en los tubérculos. Además, la humedad relativa debe ser alta con el fin de evitar la pérdida de agua, la presión de aplastamiento y el encogimiento del tubérculo. De todas maneras, el manejo que se le da a la papa durante su almacenamiento, dependerá del uso que se le vaya a dar posterior una vez que termine el proceso Álvarez y Rivera (1982).

Una papa madura puede estar constituida por 10 a 100 millones de células, cada una con un papel específico, como es el almacenaje de almidón, la remoción de fluidos y la restauración o protección de capas. Estas células están

unidas entre si. No obstante, los espacios de aire conducen los subproductos de la respiración a la superficie del tubérculo, de donde salen al exterior a través de miles de poros. Es muy común que como consecuencia de una cosecha realizada en condiciones húmedas, estos poros estén hinchados y contaminados con bacterias Álvarez y Rivera (1982).

Cada celda esta compuesta por carbohidratos (azúcares simples y almidones), aminoácidos, amidas, sales minerales y cientos de minúsculos elementos, como las enzimas y las vitaminas Álvarez y Rivera (1982).

Numerosas reacciones tienen lugar dentro de cada célula; muchas de estas incluyen el cambio reversible del almidón de azúcar, utilizando para ello a varios intermediarios Álvarez y Rivera (1982).

Una respiración excesiva puede ocasionar la pérdida de agua del tubérculo. El brotamiento, actividad que se produce después de la dormancia del tubérculo, acelera las pérdidas durante la respiración y le añade edad fisiológica a la semilla Álvarez y Rivera (1982).

Durante el tiempo que dura el almacenamiento, la papa atraviesa por una serie de etapas que hacen aun más complejo su manejo durante este proceso:

*Etapas de Exudación.* Ocurre entre la tercera y cuarta semana de almacenamiento. Durante este periodo, el tubérculo permanece en un estado de respiración rápida, como una consecuencia del manipuleo durante la cosecha y de su abrupta extracción del suelo. Es necesario tener un cuidado especial durante esta etapa para minimizar la pérdida de peso y asegurar la cicatrización de posibles heridas el tubérculo. Esta etapa es la más crítica del proceso de almacenamiento Álvarez y Rivera (1982); REDEPAPA (2000).

*Etapas de Descanso.* Se caracteriza por un bajo nivel de respiración y por presentar escasos cambios químicos. Es indispensable mantener uniforme las condiciones ambientales del sitio de almacenamiento con el fin de prolongar la

duración de esta etapa. Algunas variedades de maduración tardía, como “Chola”, “Uvilla” y “Bolona” presentan usualmente una etapa de descanso prolongada. Por el contrario, las variedades de maduración temprana, como: Cecilia, Margarita, “Yema de huevo”, Esperanza y María tienen un periodo de descanso corto y el brotamiento puede ocurrir apenas se inicia el almacenamiento Álvarez y Rivera (1982); REDEPAPA (2000).

*Etapa de Despertar.* Ocurre casi al final del almacenamiento. Durante esta fase la respiración del tubérculo se incrementa y este empieza a brotar, si no fue aplicado un inhibidor de la brotación. A raíz del incremento de la respiración del tubérculo, se acumula en el ambiente una mezcla de gases, humedad y calor, que es necesario remover del sitio de almacenamiento. El productor debe evitar el “envejecimiento fisiológico” de la semilla durante el tiempo que dure este proceso Álvarez y Rivera (1982); REDEPAPA (2000).

Comprender lo que ocurre durante las diferentes etapas de almacenamiento y entender la compleja naturaleza del tubérculo durante el proceso, son requisitos indispensables para llevar a cabo un programa exitoso de almacenamiento y asegurar la calidad del producto hasta su destino final REDEPAPA (2000).

## **2.6. Biorreguladores**

Las hormonas son sustancias que poseen los animales y los vegetales que regulan procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción y el funcionamiento de distintos órganos. En los animales, las hormonas son segregadas por glándulas endocrinas, carentes de conductos, directamente al torrente sanguíneo. Se mantiene un estado de equilibrio dinámico entre las diferentes hormonas que producen sus efectos encontrándose a concentraciones muy pequeñas. Su distribución por el torrente sanguíneo da lugar a una respuesta que, aunque es más lenta que la de una reacción nerviosa, suele mantenerse durante un periodo más prolongado.

La acción de los fitorreguladores se sobrepone de modo sinérgico o antagónico, de forma que un mismo proceso puede tener diferentes biorreguladores como limitantes en un mismo individuo Thimann citado por Garcidueña (1993).

### **2.6.1. Cloruro de clorocolina**

(2-Cloroetil)trimetilammonio cloruro. 2-Cloro-N,N,N-trimetiletanamonio cloruro. Clorocolina cloruro. CLORMEQUAT CLORURO Biológica del Mediterráneo (2003).

El Cloruro de Clorocolina o Clormequat, también se encuentra íntimamente relacionado con el ácido jasmónico. Es utilizado en fruticultura para el engrosamiento de frutos, sin embargo tiene efectos secundarios negativos como el adelanto de la senescencia Croteau y Kutchan (2000).

En dosis mayores reduce el crecimiento de partes vegetativas, pero logra un aumento del grosor por la movilización de los nutrientes Ramina et al. (1981) citado por Costa (1983).

La aplicación de Cycocel consigue el 70% de la brotación de los tubérculos en un mayor número de días en relación al testigo con una diferencia de aproximadamente 35 días en variedades "Superchola" y "Fripapa" Hidalgo y Valencia (2008).

El inhibidor de crecimiento Cycocel aplicado en variedades "Superchola" y "Fripapa" lograron retardar la brotación en 77 y 86 días respectivamente a una temperatura de 16°C Hidalgo y Valencia (2008).

Hidalgo y Valencia (2008), manifiestan que el Cycocel a más de prolongar el inicio de la brotación también logra disminuir el número de brotes en las

variedades "Superchola", "Fripapa" y "Capiro"; existiendo predominancia de brotación apical.

### **2.6.2. Taninos**

Son compuestos polifenólicos, muy astringentes y de gusto amargo. Se dividen en hidrolizables y condensados Croteau y Kutchan (2000).

En el mundo vegetal tiene la capacidad de proteger las plantas contra las heridas y ataques exteriores, así como también inhiben la germinación de las semillas Croteau y Kutchan (2000).

CIPC aplicado en las variedades: Santa Catalina, "Chola" y León logró retardar la brotación hasta por 221 días a una temperatura de 5°C Álvarez y Rivera (1982).

### **2.6.3. Terpenoides**

Los terpenoides, algunas veces referidos como isoprenoides, son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos similares a los terpenos. El nombre proviene de que los primeros miembros de esta clase fueron derivados del aguarrás ("turpentine" en inglés, "terpentin" en alemán). Los terpenoides pueden verse conformados por unidades de 5-carbono isopreno (pero el precursor es el isopentenil difosfato), ensambladas y modificadas de muchas maneras diferentes, siempre basadas en el esqueleto del isopentano. La mayoría de los terpenoides tiene estructuras multicíclicas, las cuales difieren entre sí no sólo en grupo funcional sino también en su esqueleto básico de carbono. Los monómeros generalmente son referidos como "unidades de isopreno" porque la descomposición por calor de muchos terpenoides da por resultado ese producto; y porque en condiciones químicas adecuadas, se puede inducir al isopreno a polimerizarse en múltiplos de 5 carbonos, generando numerosos esqueletos de terpenoides. Por eso se relaciona a los terpenoides con el isopreno, si bien se sabe ya desde hace más de 100 años

que el isopreno no es el precursor biológico de esta familia de metabolitos Croteau y Kutchan (2000).

La formación de terpenoides en plantas, animales y microorganismos es hecha por enzimas muy similares, pero hay importantes diferencias en los procesos. En particular, las plantas producen una variedad muchísimo mayor que la que producen los animales o los microbios, y esta diferencia está reflejada en la compleja organización de la biosíntesis de los terpenoides de las plantas al nivel del tejido, celular, subcelular, y genético. La biosíntesis de los terpenoides está compartimentalizada, como también lo está la formación de su precursor el IPP. La producción de grandes cantidades de terpenoides así como su subsecuente acumulación, emisión o secreción es casi siempre asociada con la presencia de estructuras anatómicamente altamente especializadas. Estas estructuras especializadas secuestran a los metabolitos secundarios lejos de los procesos metabólicos sensibles y así previenen la autotoxicidad. Muchas estructuras de este tipo son no fotosintéticas y por lo tanto dependen de células adyacentes para suplirse del carbono y la energía necesarios para biosintetizar los terpenoides Croteau y Kutchan (2000).

## **2.7. Formación de los brotes**

Los brotes a partir de semillas o de yemas tienen un grupo de células en la punta que son meristemáticas como las del cambium vascular. Estas células son las responsables de la producción de nuevas células que hacen que el brote se alargue, a medida que las células apicales se dividen, aparecen pequeños bultos llamados primordios que se desarrollan formando el nuevo brote. El crecimiento del brote comienza a partir de una yema vegetativa o mixta, continuando durante un periodo de tiempo variable en función de la posición del brote en el tubérculo Jackson y Looney (2003).

### **2.7.1. Factores que controlan el crecimiento de los brotes**

Uno de los factores que controlan el crecimiento de los brotes se los denomina

sustancias químicas de crecimiento de las plantas, presente y activa a muy bajas concentraciones y que regula el crecimiento y desarrollo de los brotes. Estas sustancias químicas pueden ser producidas en un punto dado y ejercen su influencia en otra parte. Se han desarrollado varios compuestos artificiales similares a las hormonas naturales, aunque con alguna pequeña diferencia en su composición química. Se usa comúnmente el término de biorregulador para denominar a estas hormonas sintéticas Edwards (1987).

El contenido, distribución y equilibrio hormonal determinan el crecimiento de los brotes, mientras que el desarrollo del brote depende del agua, nutrientes minerales y productos de la fotosíntesis, el crecimiento general del brote está controlado por un equilibrio preciso de las hormonas procedentes de los distintos tejidos que forman partes de los brotes Edwards (1987).

## **2.8. Dormancia**

Es un estado en que las yemas viables no se desarrollan ni brotan, aunque las condiciones de humedad, temperatura y oxígeno sean adecuadas. La dominancia apical es una manifestación de dormancia en las yemas Jackson y Looney (2003).

La humedad, temperatura y luminosidad estimulan la brotación de los tubérculos, dependiendo de la especie y de la variedad, esto es equivalente al momento en el que en condiciones naturales la planta ha superado el periodo de riesgo y las yemas ya pueden brotar Edwards (1987).

La dormancia es un fenómeno complejo que con seguridad está controlado por hormonas naturales, el mismo se puede interrumpir aplicando giberelinas, mientras que el cloruro de clorocolina y terpenoides interrumpen la dormancia por dominancia apical Jackson y Looney (2003).

La brotación son procesos controlados principalmente por factores internos; se determinan aparentemente por los niveles, o el gradiente, de las sustancias de

crecimiento en los meristemas. Las condiciones externas no parecen tener efecto en la iniciación de los brotes, aunque tienen una fuerte influencia de su crecimiento posterior Bidwell (1979).

Con el curso de la ampliación de la dormancia de los brotes, la temperatura óptima para superar el reposo se cambia de 6 hasta 10°C (final del reposo). En general la temperatura óptima para romper el reposo es 6°C en adelante Erez (1987).

### **2.8.1. Control químico de la brotación**

Químicos que interfieren con la respiración aeróbica fueron encontrados por tener un fuerte efecto en la dormancia de las yemas. El efecto del ingrediente activo de estas sustancias es dependiente tanto del tiempo como de la dosis, mientras más alta la dosis y más duradero el tratamiento, un efecto más fuerte será obtenido. Como sea debería recordarse que paralelamente con el incremento en la magnitud de la respuesta, hay un incremento en el riesgo de fitotoxicidad Bidwell (1979).

El tiempo de tratamiento tiene una relación directa en la respuesta, en relación al desarrollo fisiológico de la yema dormante Bidwell (1979).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y duración del experimento

Esta investigación se realizó en el cantón Patate provincia del Tungurahua, en el laboratorio de la fábrica de licores “La Herrería” propiedad del Dr. Oswaldo Soria Idrovo. Está ubicada en el barrio Miraflores, calle Juan L. Mera y Amador Cuesta s/n.

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 40 días de trabajo de laboratorio, comprendida entre los meses de febrero y marzo del 2009.

#### 3.2. Condiciones meteorológicas

##### 3.2.1. Condiciones meteorológicas del lugar

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó este experimento fueron:

**Cuadro 1.** Condiciones meteorológicas del lugar.

<b>Condición</b>	<b>Año 2008</b>
Altitud (m.s.n.m.)	2200
Temperatura (°C)	16-21
Humedad relativa (%)	40-50
Heliofanía (horas/día)	7

Fuente: Estación meteorológica del Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo (2008).

##### 3.2.2. Condiciones inducidas al experimento

Las condiciones inducidas donde se realizó el experimento fueron:

**Cuadro 2.** Condiciones inducidas al experimento.

<b>Condición</b>	<b>Valor</b>
Temperatura (°C)	5
Humedad relativa (%)	60-70
Luz (oscuridad total)	0

### **3.3. Materiales y equipos**

Los materiales utilizados para esta investigación fueron:

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Agua destilada (L)	20
Bandejas de espumaflex	7
Bandejas plásticas	35
Cloruro de clorocolina (ml)	6
Extracto de nogal (mesocarpio) (L)	1
Gaveta plástica 40 x 60 (cm)	1
Guante quirúrgico (pares)	65
Mandil	2
Mascarillas	10
Papel higiénico (rollo)	1
Tarrina plástica 1000 (ml)	7
Tubérculo de papa 26gr. aprox.	105
Útiles de oficina	1

Los equipos utilizados para esta investigación fueron:

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Balanza digital	1
Calibrador pie de rey	1
Cámara fotográfica	1

Congelador	1
Pipeta 1 (ml)	1
Probeta 10 (ml)	1
Probeta 250 (ml)	1
Termohidrómetro ambiental	1

### 3.4. Factores en estudio

#### 3.4.1. Productos

Se estudiaron 2 biorreguladores con 3 dosis de aplicación.

Simbología	Biorregulador
P <sub>1</sub>	C.C.C. (Cloruro de clorocolina)
P <sub>2</sub>	Extracto de frutos de nogal
P <sub>0</sub>	Sin biorregulador

#### 3.4.2. Dosis

Las dosis utilizadas en esta investigación fueron:

Producto	Simbología	Dosis
C.C.C. (Cloruro de clorocolina)	D <sub>1</sub>	1.500 p.p.m.
	D <sub>2</sub>	2.000 p.p.m.
	D <sub>3</sub>	2.500 p.p.m.
Extracto de frutos de nogal	D <sub>1</sub>	1:1
	D <sub>2</sub>	1:5
	D <sub>3</sub>	1:10
P <sub>0</sub>	D <sub>0</sub>	0

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos se establecieron utilizando concentraciones de 1.500 p.p.m., 2.000 p.p.m. y 2.500 p.p.m. de cloruro de clorocolina; y las diluciones 1:1, 1:5 y 1:10 de extracto de mesocarpio de frutos de nogal, la relación corresponde a 1kg de mesocarpio de frutos de nogal disuelto en 1 L de agua destilada, 1kg de mesocarpio de frutos de nogal disuelto en 5 L de agua destilada y 1kg de mesocarpio de frutos de nogal disuelto en 10 L de agua destilada respectivamente.

De la interacción de los factores en estudio tenemos los siguientes tratamientos:

**Cuadro 3.** Tratamientos.

Tratamientos	Simbología	Descripción
T <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m.
T <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m.
T <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m.
T <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	Extracto de nogal en dilución 1:1 en volumen
T <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	Extracto de nogal en dilución 1:5 en volumen
T <sub>6</sub>	P <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	Extracto de nogal en dilución 1:10 en volumen
T <sub>7</sub>	P <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	Testigo (Sin biorregulador)

### 3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es un D.B.C.A. (Diseño de Bloques Completos al Azar) con 7 tratamientos y 5 repeticiones.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza.

<b>F.V.</b>		<b>G.L.</b>
Tratamientos	t-1	6
Repeticiones	r-1	4
Error	(t-1)(r-1)	24
Total	t.r-1	34

### 3.7. Unidad experimental

Se utilizó como unidad experimental una bandeja con 3 tubérculos de 26 g aproximadamente de la variedad Cecilia, cosechados con 2 a 3 días de anterioridad.

**Cuadro 5.** Esquema de las unidades experimentales.

<b>Tratamientos</b>	<b>Unidad experimental bandeja # tubérculos</b>	<b>Repetición</b>	<b>Total tubérculos</b>
T <sub>1</sub>	3	5	15
T <sub>2</sub>	3	5	15
T <sub>3</sub>	3	5	15
T <sub>4</sub>	3	5	15
T <sub>5</sub>	3	5	15
T <sub>6</sub>	3	5	15
T <sub>7</sub>	3	5	15
<b>TOTAL</b>			<b>105</b>

### 3.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos se utilizó el Statistical Analysis System (SAS). Se empleó el procedimiento ANOVA para el análisis de

varianza. Prueba de Tukey (0.05) para comparación de medias. CORR. para correlaciones entre variables en estudio.

Se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento a 1 T<sup>-1</sup> de tubérculos de papa.

### **3.9. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron:

#### **3.9.1. Peso (g) inicial**

En una balanza digital se procedió a pesar 3 tubérculos de papa ubicados en un recipiente plástico que constituyó la unidad experimental; y, se expresó en gramos.

#### **3.9.2. Días a brotación**

Se tomó los datos de días a brotación de los 3 tubérculos ubicados en cada una de las unidades experimentales cada 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 días, mediante conteo visual para su tabulación.

#### **3.9.3. Número de brotes**

Transcurridos 40 días, se contó el número de brotes de forma visual que emergieron de los tubérculos en cada unidad experimental.

#### **3.9.4. Longitud (cm) de brotes**

Cumplido 40 días, con la ayuda de un calibrador pie de rey, se midió la longitud que alcanzaron los brotes de los tubérculos en cada unidad experimental y se expresó en centímetros.

### **3.9.5. Peso (g) final**

Después de transcurridos 40 días, con la ayuda de una balanza digital se pesó los tubérculos en cada unidad experimental y se expresó en gramos.

## **3.10. Manejo del experimento**

### **3.10.1. Lavado de los tubérculos**

Luego de una preselección aproximada de unos 180 tubérculos de papa de la variedad Cecilia, se procedió a lavar con abundante agua destilada; y, posteriormente se seleccionó la cantidad exacta de 105 tubérculos sanos y homogéneos, que consecutivamente conformaron las 35 unidades experimentales.

### **3.10.2. Preparación de diluciones**

Mediante la ayuda de una probeta se midió la cantidad de 500 ml de agua destilada en un recipiente plástico para cada tratamiento, posteriormente con la asistencia de una pipeta medimos el biorregulador cloruro de clorocolina en las dosificaciones establecidas para los tratamientos T1 (Cloruro de clorocolina 1.500 p.p.m.), T2 (Cloruro de clorocolina 2.000 p.p.m.) y T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.). De igual manera apoyados con una probeta añadimos el biorregulador extracto de frutos de nogal en las diluciones establecidas para los tratamientos T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1), T5 (Extracto de frutos de nogal 1:5) y T6 (Extracto de frutos de nogal 1:10); y, el T7 (Testigo sin biorregulador) sólo se utilizó agua destilada.

### **3.10.3. Inmersión de los tubérculos**

Los tubérculos lavados se sumergieron en las diferentes concentraciones y diluciones preparadas (15 tubérculos por tratamiento) durante 6 horas.

#### **3.10.4. Secado bajo sombra**

Luego de escurrido los tubérculos fueron ubicados en las bandejas plásticas por una hora aproximadamente, para que se sequen bajo sombra y a temperatura ambiente.

#### **3.10.5. Almacenamiento en refrigeración**

Las unidades experimentales se introdujeron en un equipo de refrigeración calibrado a 5°C, con 60-70% de humedad relativa y 0 luminosidad.

#### **3.10.6. Toma de datos**

Se registró la información de cada unidad experimental de las diferentes variables en estudio como son: días a brotación, número de brotes, longitud de los brotes y peso final de los tubérculos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Peso (g) inicial

En la variable peso inicial no presentó diferencias estadística significativas en la comparación de medias (Cuadro 6). Los valores de las medias varían desde 77,94 hasta 78,00 g; lo cual implica que todos los tratamientos partieron en igualdad de condiciones en el presente experimento.

**Cuadro 6.** Peso inicial (g) en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Peso inicial
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	77,96 a
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	77,98 a
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	77,94 a
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	78,00 a
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	77,96 a
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	77,94 a
T7	Testigo (Sin biorregulador)	78,00 a
CV %		0,15

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).

### 4.2. Días a brotación

#### 4.2.1. Brotación a los 20 días

La variable brotación a los 20 días registró diferencia estadística altamente significativa, en la comparación de medias (Cuadro 7) sobresalen los tratamientos T1 (Cloruro de clorocolina 1.500 p.p.m.) y T5 (Extracto de frutos de nogal 1:5) que iniciaron la brotación a los 18,8 días; y, T2 (Cloruro de clorocolina 2.000 p.p.m.), T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.) y T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1) con 0 brotes en papa variedad Cecilia en

refrigeración calibrado a 5°C, con 60-70% de humedad relativa y 0 luminosidad. Estos resultados concuerdan con Hidalgo y Valencia (2008) que manifiesta que con la aplicación del producto Cycocel se consigue el 70% de la brotación de los tubérculos en un mayor número de días en relación al testigo con una diferencia de aproximadamente 35 días en variedades “Superchola” y “Fripapa”, mientras que con el Cycocel y Extracto de frutos de nogal la diferencia con el testigo fue de 7 días aproximadamente en la variedad Cecilia.

**Cuadro 7.** Brotación a los 20 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Días a brotación (20)
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	18,8 a
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	0,0 c
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	0,0 c
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	0,0 c
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	18,8 a
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	12,8 b
T7	Testigo (Sin biorregulador)	12,4 b
CV%		9,35

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey p=0.05).

#### 4.2.2. Brotación a los 30 días

El (Cuadro 8) nos indica una diferencia altamente significativa para los tratamientos, a los 30 días la comparación de medias encuentra diferencias significativas en la variable días a brotación. El T2 (Cloruro de clorocolina 2.000 p.p.m.) con los 22,4 días y para el T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.) y T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1) presentó valor 0 número de brotes en los tubérculos, lo que pone en controversia con Álvarez y Rivera (1982) que usando CIPC en las variedades: Santa Catalina, “Chola” y León logró retardar la brotación hasta por 221 días a una temperatura de 5°C. Esto demuestra que

el CIPC no inhibe de igual forma que el Cycocel y el Extracto de frutos de nogal.

**Cuadro 8.** Brotación a los 30 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Días a brotación (30)
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	18,8 b
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	22,4 a
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	0,0 d
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	0,0 d
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	18,8 b
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	12,8 c
T7	Testigo (Sin biorregulador)	12,4 c
CV %		7,24

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).*

#### 4.2.3. Brotación a los 40 días

Existen diferencias significativas (Cuadro 9); se puede ver que ya todos los tratamientos brotaron, dándole el primer lugar al T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.) que inició la brotación a los 38,8 días; y T7 (Testigo sin biorregulador) que iniciaron la brotación a los 12,4 en conservación de papa variedad Cecilia en refrigeración calibrado a 5°C, con 60-70% de humedad relativa y 0 luminosidad.

Comparando con Hidalgo y Valencia (2008), ellos aplicando Cycocel en variedades “Superchola” y “Fripapa” lograron retardar la brotación en 77 y 86 días respectivamente a una temperatura de 16°C; mientras que en esta investigación se logró inhibir la brotación hasta 40 días aplicando Cycocel en la variedad Cecilia a una temperatura de 5°C. Resultado que hace suponer que

temperaturas más bajas no inciden en el efecto de los inhibidores, no así la acción retardante con respecto a las variedades aplicadas.

**Cuadro 9.** Brotación a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Días a brotación (40)
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	18,8 d
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	22,4 c
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	38,8 a
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	32,8 b
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	18,8 d
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	12,8 e
T7	Testigo (Sin biorregulador)	12,4 e
CV%		5,48

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).*

#### 4.3. Número de brotes a los 40 días

El (Cuadro 10) indica una diferencia altamente significativa para los tratamientos, a los 40 días, Pues en los tratamientos que más pronto iniciaron la brotación, se puede observar un mayor número de brotes por tubérculo en el T7 (Testigo sin biorregulador) alcanza con un valor de 17,4 brotes; y T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.) con un valor de 3,2 brotes en conservación de papa variedad Cecilia en refrigeración calibrado a 5°C, con 60-70% de humedad relativa y 0 luminosidad.

El Cycocel logró reducir el número de brotes en los tratamientos aplicados a la variedad Cecilia, lo que concuerda con Hidalgo y Valencia (2008) quienes manifiestan que el Cycocel a más de prolongar el inicio de la brotación también logra disminuir el número de brotes en las variedades “Superchola”, “Fripapa” y “Capiro”. Se acepta la hipótesis planteada “Los inhibidores naturales y/o

sintéticos retardarán la brotación de las yemas en los tubérculos de papa en comparación con el testigo sin aplicación de inhibidores”.

**Cuadro 10.** Número de brotes a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Número de brotes
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	9,2 d
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	7,4 e
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	3,2 g
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	4,6 f
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	11,4 c
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	15,6 b
T7	Testigo (Sin biorregulador)	17,4 a
CV%		4,46

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).*

#### 4.4. Longitud (cm) de brotes a los 40 días

En la variable longitud de los brotes, al realizar la comparación de medias se observa diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 11); expresa que mientras transcurría el tiempo hasta completar los 40 días en que brotó el T3 (Cloruro de clorocolina 2.500 p.p.m.) que fue el último con 0,238 cm de longitud de los brotes y el T7 (Testigo sin biorregulador) alcanza un valor de 1,368 cm de longitud en conservación de papa variedad Cecilia en refrigeración calibrado a 5°C, con 60-70% de humedad relativa y 0 luminosidad. En los tratamientos aplicados con Cycocel predominó la brotación apical, lo que concuerda con Hidalgo y Valencia (2008) que también manifiestan que obtuvieron los mismos resultados en su investigación.

**Cuadro 11.** Longitud (cm) de los brotes a los 40 días en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

Tratamiento		Longitud de los brotes
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	0,850 d
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	0,748 e
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	0,238 g
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	0,454 f
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	0,972 c
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	1,040 b
T7	Testigo (Sin biorregulador)	1,368 a
CV%		1,94

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).*

#### 4.5. Peso (g) final

La variable peso final no presentó diferencia estadística significativa para los tratamientos (Cuadro 12), después de haber transcurrido 40 días la comparación de medias para la variable peso final, presentó rango de 74,84 y 74,68 respectivamente. Deduciendo que mantuvieron uniformidad de peso durante el experimento y finalizaron en igualdad de condiciones en lo concerniente a su peso en cada unidad experimental

Comparando peso inicial y peso final indican que los tubérculos han disminuido en su peso, esto se debe a la pérdida de agua en forma de vapor por el proceso de transpiración, esta pérdida depende de la humedad relativa en el silo de almacenaje, lo que concuerda con Trevor y Voss (2002). Durante el almacenamiento, la papa pierde calor, dióxido de carbono y agua a través de la respiración. En condiciones de baja humedad relativa, puede disminuir peso en forma acelerada, en razón a la pérdida de agua. La papa es generosa en fibra, contiene hasta un 80% de agua, puede ser deshidratada durante un

almacenamiento prolongado y reconstituida luego para servirse como alimento a través de una gran variedad de presentaciones.

**Cuadro 12.** Peso final (g) en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad cecilia (2009).

<b>Tratamiento</b>		<b>Peso final</b>
T1	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 1.500 p.p.m	74,76 a
T2	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.000 p.p.m	74,70 a
T3	C.C.C. (Cloruro de clorocolina) 2.500 p.p.m	74,68 a
T4	Extracto de frutos de nogal 1:1	74,84 a
T5	Extracto de frutos de nogal 1:5	74,84 a
T6	Extracto de frutos de nogal 1:10	74,76 a
T7	Testigo (Sin biorregulador)	74,82 a
CV%		0,32

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey  $p=0.05$ ).*

#### 4.6. Análisis de correlación

Para el análisis de correlación se empleó CORR, y se realizó entre todas las variables en estudio.

En la variable días a brotación (40 días) se encontró una correlación positiva altamente significativa con los tratamientos de 0,44904 (Cuadro 13), resultado que reconfirma el hecho que a mayor concentración de los inhibidores naturales y de síntesis, demostraron mejorar la inhibición de la brotación de los tubérculos de papa (Cuadro 9).

Positiva y altamente significativa es la correlación entre número de brotes a los (40 días) con tratamientos de 0,70856 (Cuadro 13), entonces se reafirma que a mayor concentración de los inhibidores naturales y de síntesis menor es la cantidad de brotes que emergieron de los tubérculos de papa (Cuadro 10).

En el (Cuadro 13) expresa una correlación positiva altamente significativa entre longitud de los brotes a los (40 días) con respecto a los tratamientos de 0,58825; también se observa en el (Cuadro 11) que la longitud de los brotes esta directamente relacionada con la concentración de los inhibidores de crecimiento.

Una correlación negativa y altamente significativa de -0,92435 (Cuadro 13) se dio entre número de brotes a los (40 días) y días a brotación (40 días), esto se traduce y se confirma que el número de brotes va a depender del tiempo que transcurra expresado en días a brotación (Cuadros 9 y 10).

Longitud de los brotes a los (40 días) se correlacionó negativamente y altamente significativa de -0,95143 (Cuadro 13) con días a brotación (40 días), este hecho se ratifica en los (Cuadros 9 y 11), que la longitud de los brotes obedece al tiempo que transcurra a partir de la brotación.

Existió una correlación positiva de 0,95461 (Cuadro 13) entre longitud de los brotes a los (40 días) y número de brotes a los (40 días), este suceso fisiológico se puede comprobar (Cuadros 10 y 11) que la longitud de los brotes esta íntimamente ligado al número de brotes, es decir a mayor número de brotes menor es la longitud de los mismos y viceversa.

**Cuadro 13.** Análisis de correlación entre tratamientos, repeticiones, peso inicial, días a brotación, número de brotes, longitud de los brotes y peso final en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

<b>Variables correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Significancia</b>
DBR40 / Tratamientos	0,44904	**
NBR40 / Tratamientos	0,70856	**
LBR40 / Tratamientos	0,58825	**
NBR40 / DBR40	-0,92435	**
LBR40 / DBR40	-0,95143	**
LBR40 / NBR40	0,95461	**

DBR40 = Días a brotación (40 días); NBR40 = Número de brotes a los (40 días); LBR40 = Longitud de los brotes a los (40 días); \*\* Altamente significativo.

#### 4.7. Análisis económico

En el (Cuadro 14) podemos apreciar que el tratamiento más costoso es el T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1) con valor de \$ 59,10 en conservación de papa variedad Cecilia en cuanto al uso de inhibidores y el T1 (Cloruro de clorocolina 1.500 p.p.m.) presentó el menor costo con 19,66 dólares.

**Cuadro 14.** Costos de aplicación de los tratamientos a 1 T<sup>-1</sup> de tubérculos de papa en inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia (2009).

<b>Costos</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>
C.C.C.	3,26	4,36	5,44	0	0	0	0
Extracto de nogal	0	0	0	42,7	8,54	4,27	0
Mano de obra	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Agua	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Silo	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Tanque	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Total</b>	<b>19,66</b>	<b>20,76</b>	<b>21,84</b>	<b>59,10</b>	<b>24,94</b>	<b>20,67</b>	<b>16,40</b>

C.C.C. = Cloruro de clorocolina.

## V. CONCLUSIONES

- Las hormonas inhibidoras Cloruro de clorocolina (síntesis) y extracto de frutos de nogal (natural) si actúan retardando la brotación de los tubérculos de papa variedad Cecilia.
- Las hormonas inhibidoras Cloruro de clorocolina (síntesis) y extracto de frutos de nogal (natural) no inciden en la cantidad de números de brotes de los tubérculos de papa variedad Cecilia.
- La longitud de los brotes es directamente proporcional a los días a brotación; puesto que mientras más rápido brotan los tubérculos mayor longitud alcanzan los brotes en variedad Cecilia.
- La concentración de las hormonas inhibidoras Cloruro de clorocolina (síntesis) y extracto de frutos de nogal (natural) determinan la longitud de los brotes; a más alta concentración, los brotes crecen más lentamente con relación de lo normal.
- El mejor tratamiento para inhibir la brotación de tubérculos de papa variedad Cecilia es el T3 (Cloruro de clorocolina en dosis de 2.500 p.p.m.).
- El tratamiento T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1) es el que presentó el mayor costo en conservación de papa variedad Cecilia en cuanto al uso de inhibidores y el T1 (Cloruro de clorocolina en dosis de 1.500 p.p.m) presentó el menor costo.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para almacenar papas de la variedad Cecilia, se recomienda aplicar (Cloruro de clorocolina en dosis de 2.500 p.p.m.) porque logra inhibir la brotación de los tubérculos.
- Realizar nuevos experimentos utilizando diferentes concentraciones de hormonas inhibidoras naturales y de síntesis.
- Ejecutar experimentos con otras variedades de papa.
- Efectuar experimentaciones aplicando otras temperaturas en el almacenaje.

## VII. RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia. Los bioerreguladores utilizados fueron extracto de mesocarpio de nogal en diluciones de 1:1, 1:5 y 1:10; y, Cloruro de clorocolina en dosis de 1.500 p.p.m., 2.000 p.p.m. y 2.500 p.p.m.

El trabajo investigativo se realizó en el cantón Patate, parroquia matriz, provincia de Tungurahua, en la fábrica de licores “La Herrería”. Los análisis de laboratorio se realizaron bajo condiciones inducidas en un congelador calibrado a 5°C, 60–70 % de humedad relativa y 0 luminosidad. El diseño experimental empleado fue un D.B.C.A. con 7 tratamientos y 5 repeticiones, la toma de datos se efectuó durante 40 días, a los cuales se les realizó el análisis estadístico mediante Statistical Analysis System (SAS). Se empleó el procedimiento ANOVA para el análisis de varianza. Prueba de Tukey (0,05) para comparación de medias CORR, para correlaciones entre variables en estudio. También se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento a 1 ton de tubérculos de papa.

De los resultados se establece que el mejor tratamiento es la aplicación de cloruro de clorocolina a 2.500 p.p.m. porque retarda la brotación de los tubérculos de papa variedad Cecilia en 38,8 días, el tratamiento T4 (Extracto de frutos de nogal 1:1) es el que presentó el mayor costo en conservación de papa variedad Cecilia en cuanto al uso de inhibidores y el T1 C.C.C. (Cloruro de clorocolina 1.500 p.p.m.) presentó el menor costo.

Para almacenar tubérculos de papa variedad Cecilia se recomienda utilizar cloruro de clorocolina en dosis de 2.500 p.p.m. a una temperatura de 5°C, 60-70 % de humedad relativa y 0 luminosidad.

## VIII. SUMMARY

The present research had by objective to determine the influence of natural inhibitors and synthesis about budding of potato tubers (*Solanum tuberosum*) Cecilia variety. The used bioregulators were mesocarpio walnut extract in dilutions of 1:1, 1:5 and 1:10; and, clorocolina chloride in dose of 1.500 p.p.m., 2.000 p.p.m. and 2.500 p.p.m.

The researched work was carried out in Patate canton, main parish, Tungurahua province, in liquors factory "Blacksmithing". The laboratory analyses were carried out under induced conditions in a gauged freezer to 5°C, 60-70% of relative humidity and 0 luminosity. The experimental employed design was a D.B.C.A. with 7 treatments and 5 repetitions, the data taking was made during 40 days, which were carried out the statistical analysis by means of Statistical Analysis System (SAS). The procedure ANOVA was used for the variance analysis. Tukey test (0.05) for comparison of measures CORR, for correlations among study variables. It was also carried out an economic analysis of application costs from each treatment to 1 ton of potato tubers.

From the results it provides the best treatment is the application of chlorocholine chloride to 2.500 p.p.m. it slows the sprouting of potato tubers variety Cecilia in 38,8 days, treatment T4 (walnut fruit extract 1:1) is that presented the biggest cost in conservation Cecilia potato variety in the use of inhibitors and T1 C.C.C. (chlorocholine chloride 1,500 p.p.m.) had the lowest cost.

To store potato tubers Cecilia variety it is recommended to use clorocolina chloride in dose of 2.500 p.p.m. in a temperature of 5°C, 60-70% of relative humidity and 0 luminosity.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, G; Méndez, R; Sánchez, N. 2002. Inhibición de brotación en papas (en línea). Boletín de la Papa vol 4 n° 12. Chile. Departamento Técnico UAP, CL. Consultado 19 de agosto 2007. Disponible en: <http://www.redepapa.org/boletinsesentaseis.html>
- Álvarez, F; Rivera, R. 1982. Efecto de la temperatura y lavado sobre el periodo útil de almacenaje de tres variedades de papas *Solanum tuberosum* cultivadas en el Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato. Pp. 6-32.
- Bidwell, R. 1979. Fisiología Vegetal. Primera Edición. AGT editor. México D.F. México. Pp. 46-477.
- Biológica del Mediterráneo, IT. 2003. Trattamenti con fitoregolatori, cloruro di clorocolina (en línea). Bologna, IT. Consultado 17 oct. 2007. Disponible en <http://biologicadelmediterraneo.it/pr03.html-16k>
- Croteau, R; Kutchan, T. 2000 "Natural Products (Secondary Metabolites)". En: Buchanan, Gruissem, Jones (editores). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, Estados Unidos. Capítulo 24. Pp. 395-641.
- Costa, G. 1983. Possibilités d'utilisation des Substances de Croissance pour l'amélioration qualitative et quantitative de la Production des arbres fruitières. FFTC book series N° 41. Paris, Francia. Pp. 196-203.
- Edwards, G. 1987. Producing Temperate-zone Fruti at Low Latitudes: Avoiding Rest and the Chilling Requirements. *Acta Horticulturae* 199. Australia. Pp. 1236-1239.

- Erez, A. 1987. Chemical Control of Budbreak. HortScience # 22. Israel. Pp. 1240-1241.
- Garcidueñas, M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. 4 ed, Interamericana McGraw Hill, México DF, México. Pp. 376-381.
- Hidalgo, M; Valencia, A. 2008. Evaluación del efecto de dos inhibidores de crecimiento sobre la vida postcosecha, almacenamiento y características de fritura en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Ingeniero Agropecuario. Sangolquí, EC. Escuela Politécnica del Ejército. Pp. 5-21.
- Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo. 2008. Estación Meteorológica Quinta La Delicia. Patate, EC.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1998. Estación Experimental Santa Catalina. Variedades de papa cultivadas en el Ecuador. Quito, EC. Informe Técnico Anual – INIAP. Pp. 24- 29
- Jackson, D; Looney, N. 2003. Producción de Frutas de Climas Templados y Subtropicales. Segunda Edición. Zaragoza. España. Pp. 44-191.
- Naranjo, H; Mastrocola, N; Pumisacho, M. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador: Poscosecha. Quito, EC. Revista. INIAP-CIP. Pp. 46-73.
- REDEPAPA (Red Electrónica de la Papa). 2000 Boletín de la papa. Vol.2, No 20 (en línea). Consultado 30 dic. 2008. Disponible en <http://redepapa.org/boletinveintiseis.html-17k>
- SAS (Statistical Analysis System, EU). 1985. Guide for personal computers. Version 6. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Trevor, V; Voss, R. 2002. Papa: (Cultivo temprano inmaduro):  
Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha (en línea).  
Consultado el 14 de agosto 2007. Disponible en:  
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/papas.html>