

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

TESIS DE GRADO

EFFECTOS DE PROMOTORES NATURALES Y SINTÉTICOS
SOBRE LA BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SÚPER CHOLA

AUTOR

MEDINA RUBIO MARCO FABIÁN

DIRECTOR

Ing. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO M.Sc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2011

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

EFFECTOS DE PROMOTORES NATURALES Y SINTÉTICOS SOBRE LA
BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
VARIEDAD SÚPER CHOLA

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. Geovanny Suárez Fernández M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Javier Guevara Santana M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Plua Panta M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

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

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2011

CERTIFICACIÓN

Ing. José Francisco Espinosa Carrillo M.Sc., Director de tesis de grado titulada EFECTOS DE PROMOTORES NATURALES Y SINTÉTICOS SOBRE LA BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD SÚPER CHOLA, certifico que el señor egresado Medina Rubio Marco Fabián, ha cumplido bajo mi dirección con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. José Francisco Espinosa Carrillo M.Sc.

DECLARACIÓN

Yo, Medina Rubio Marco Fabián, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi 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 cedo 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.

Medina Rubio Marco Fabián

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres, Sr. Enrique Noé Medina y Sra. Anita Emma Rubio, a mi esposa Sra. Jaqueline Silva, a mis hijos Fabián Enrique y Julián Alejandro Medina Silva; que el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis haya cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

Medina Rubio Marco Fabián

AGRADECIMIENTO

El autor deja 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 recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Manuel Haz Álvarez +, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.

Al Ing. Roque Vivas Moreira M.Sc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Yela Burgos M.Sc., Director de la UED, por su gestión realizada para que el centro de apoyo Patate se haga una realidad.

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

A los compañeros del Centro de Apoyo Patate paralelo "A" por su amistad brindada durante los estudios.

ÍNDICE

	Página
GENERAL	<i>vii</i>
CUADROS	<i>x</i>
ANEXOS	<i>xii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Clasificación taxonómica de la papa variedad Súper chola.....	4
2.2. Características agronómicas de la papa variedad Súper chola.....	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. Hormonas.....	8
2.6.1. Ácido giberélico (GA3).....	9
2.6.2. Biol.....	11
2.6.2.1. Composición bioquímica del biol.....	11
2.7. Brotación.....	12
2.7.1. Uniformidad del cultivo.....	13
2.8. Dormancia.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Localización y duración del experimento.....	15
3.2. Condiciones meteorológicas.....	15
3.3. Materiales y equipos.....	16
3.4. Factores en estudio.....	16

3.4.1. Productos.....	16
3.4.2. Dosis.....	17
3.5. Tratamientos.....	17
3.6. Diseño experimental.....	18
3.7. Unidad experimental.....	18
3.8. Análisis estadístico.....	19
3.9. Variables evaluadas.....	19
3.9.1. Peso inicial (g).....	19
3.9.2. Días a brotación.....	20
3.9.3. Número de brotes.....	20
3.9.4. Longitud de brotes (cm).....	20
3.9.5. Peso final (g).....	20
3.10. Manejo del experimento.....	20
3.10.1. Lavado de tubérculos	20
3.10.2. Preparación de diluciones.....	21
3.10.3. Inmersión de los tubérculos en las diluciones.....	21
3.10.4. Secamiento bajo sombra.....	21
3.10.5. Conformación de las unidades experimentales.....	21
3.10.6. Almacenamiento en cámara oscura de germinación....	22
3.11. Análisis económico.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Peso inicial (g).....	23
4.2. Días a brotación	23
4.3. Número de brotes.....	25
4.4. Longitud de brotes (cm).....	27
4.5. Peso final (g).....	28
4.6. Costos (\$) de aplicación de cada tratamiento a 1 kg de tubérculos de papa variedad Súper chola.....	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. RESUMEN.....	33

VIII. SUMMARY.....	34
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	35
X. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Condiciones meteorológicas del lugar.....	15
2	Tratamientos.....	18
3	Análisis de varianza.....	18
4	Esquema de las unidades experimentales.....	19
5	Peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	23
6	Días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	25
7	Número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	27
8	Longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011)...	28
9	Peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	29
10	Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1 kg de tubérculos de papa en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Resultados de las variables analizadas en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	38
2	Análisis de varianza para la variable peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	39
3	Análisis de varianza para la variable días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	39
4	Análisis de varianza para la variable número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	39
5	Análisis de varianza para la variable longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	40
6	Análisis de varianza para la variable peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	40

Figura

1	Peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	40
2	Días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	41
3	Número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	41
4	Longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011)...	42
5	Peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	42
6	Lavado de tubérculos en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	43
7	Preparación de diluciones en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011)...	43
8	Inmersión de los tubérculos en las diluciones en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de	

	tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	44
9	Secamiento bajo sombra en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011)...	44
10	Conformación de las unidades experimentales en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	45
11	Almacenamiento en cámara oscura de germinación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper chola (2011).....	45

1. INTRODUCCIÓN

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 7000 años, fue llevada a Europa por los conquistadores españoles más como una curiosidad botánica que como una planta alimenticia.

La papa, (*Solanum tuberosum*), es una de las plantas más importantes como fuente alimenticia, superada apenas por el arroz, trigo y maíz. En algunas regiones del mundo es un alimento fundamental, formando parte de la dieta básica de la población, como ocurre en la región andina de América del Sur.

Se cree que la papa fue llevada desde el antiguo Perú a España en 1554 como una curiosidad. En 1573, las persistentes sequías y hambrunas consiguientes ocurridas entre 1571 y 1574 en Sevilla, empujaron al ecónomo de un centro benéfico de la ciudad a comprar "los nuevos tubérculos" que, debido a la escasa aceptación que tenían en el mercado, eran vendidos a precios irrisorios.

Si bien la papa se originó en América del Sur, esta región es la que menos produce papa en el mundo: menos de 16 millones de toneladas en 2007. En otros países, como Argentina, Brasil, Colombia y México, está aumentando la producción comercial a gran escala, siendo Brasil el primer productor de papa en Sudamérica con una producción record en el año 2007 de unos 3,4 millones de toneladas, con un consumo de 14 kilogramos per cápita.

Luego seguido por Perú que tiene una producción anual de 3 millones de toneladas y su consumo aproximado es de 80 kilogramos por persona al año, de allí tenemos como tercer productor a Argentina con 2 millones de toneladas y el consumo por persona al año es de unos 44 kilogramos al año.

En el 2009 el cultivo de papa ecuatoriana siendo un producto importante en el consumo de la canasta básica familiar enfrentó algunos aspectos negativos como la sequía, las heladas y la entrada clandestina de este tubérculo desde

las fronteras del país, Chimborazo, Tungurahua y Carchi son las tres principales provincias en importancia tanto por su volumen como por su extensión que se dedican al cultivo de la papa, le siguen Pichincha, Cotopaxi y Cañar.

En el año 2009, se estima que existen alrededor de 41.500 productores, lo que significa que cerca de 250.000 personas dependen de los ingresos de esta actividad, a las que se suman 100.000 personas involucradas en las actividades productivas y de comercialización.

El papicultor ecuatoriano, obtiene cultivos desuniformes con diferencia en el crecimiento fisiológico de la papa, esto conlleva a que al final de la cosecha unas están totalmente maduras y otras no han alcanzado la madures total y de allí el problema de los precios porque un gran porcentaje del tubérculo sale “pelonas”. Este trabajo investigativo, va encaminado a solucionar este gran problema.

Con investigación aportaremos a que el cultivo sea más uniforme desde su inicio hasta la cosecha, al lograr la germinación simultánea de los tubérculos de papa.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar el comportamiento fisiológico de los tubérculos de papa con la aplicación de promotores naturales y sintéticos de crecimiento.

1.1.2. Específicos

- Determinar el tiempo en la aparición de brotes meristemáticos en tubérculos de papa aplicando tres diluciones de biol; y, tres concentraciones de ácido giberélico.

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

1.2. Hipótesis

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

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación taxonómica de la papa variedad Súper chola

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: Súper chola Iniap (2002).

2.2. Características agronómicas de la papa variedad Súper chola

Las características agronómicas de la papa variedad Súper chola son:

Maduración: Tardía
Rendimiento: 25 T.ha⁻¹
Contenido de materia seca: 24%
Gravedad específica: 1,098 Iniap (2002).

Usos: consumo en fresco, bastante harinosa, apta para preparación de puré y sopas. No se decolora al cocinar Iniap (2002).

Enfermedades: Susceptible a la lancha (*Phytophthora infestans*), roya (*Puccinia pittieriana*), y al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) Iniap (2002).

2.3. Características morfológicas

Plantas: Erectas, con numerosos tallos verdes, ondulados; pubescentes, con prolongaciones aliformes rectas de nudos delgados y cortos internudos; vigor medio, follaje de color verde claro Iniap (2002).

Hojas: Color verde claro, anchas y cortas, con un ángulo de implantación agudo Iniap (2002).

Flores: Numerosas, normalmente dos floraciones, corolas de pétalos moradas, estigma verde oscuro, estilo largo verdoso, ovario verde claro, produce abundantes bayas de coloración verde con matiz púrpura cuando tiernas y amarillo-claro cuando maduras Iniap (2002).

Brotes: Coloración blanca en la parte basal, rosada en la parte media, de forma bulbosa alargada, pubescencias con pelos largos y erectos distribuidos en la parte media, abundante raicillas en la parte media Iniap (2002).

Tubérculos: Tamaño mediano, forma oval-elíptica, levemente aplanada en sus caras superior e inferior, piel rosada áspera, la misma que predomina en el tubérculo, áreas alrededor de los ojos amarillas o claras, ojos grandes y superficiales, con dominancia apical, pulpa amarilla pálida sin pigmentación Iniap (2002).

Período de reposo: 80 días Iniap (2002).

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 Carrillo y Soria (2009).

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 Carrillo y Soria (2009).

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 Carrillo y Soria (2009).

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 Carrillo y Soria (2009).

La papa fresca recién cosechada y almacenada a granel o en sacos sin suficiente ventilación crea una atmósfera empobrecida en O₂ y enriquecida en CO₂. Un nivel O₂ menor al 2% causa anaerobismo y fomenta procesos de fermentación y produce descomposición de tejidos Carrillo y Soria (2009).

2.5. Almacenamiento

La papa es anatómicamente un tallo subterráneo que contiene un 75-80% de agua. Las células de la parte media y el parénquima se han multiplicado e hipertrofiado para formar tejido de reserva rico en almidón, succulento que como todo ser vivo respira transformando los carbohidratos en calor agua y anhídrido

carbónico. Una vez cosechado el proceso de respiración y transpiración continúa, como también procesos bioquímicos que activan enzimas que conducen a la brotación. Durante el almacenaje tienden a deshidratarse y a brotar después de un período de latencia experimentando pérdidas en peso. Por otra parte su alto contenido de agua facilita el ataque de insectos y microorganismos produciéndose a menudo su destrucción. Por otra parte, la papa-semilla debe esperar época adecuada para ser plantada, por tanto también debe almacenarse Todopapa (2005).

El tubérculo semilla es el órgano responsable de dar origen a una nueva planta y de su calidad depende en gran parte el rendimiento final. La semilla es el insumo más importante en cualquier proceso de producción; la condición básica para obtener niveles de productividad elevados es lograr que los tubérculos semilla, alcancen el estado de brotamiento más adecuado al momento de la siembra, por lo tanto, las prácticas de manejo de postcosecha que se realicen con éstos, se deben concentrar en aquellos factores y condiciones que influyen en el desarrollo de brotes vigorosos, que luego dan origen a tallos fuertes y libres de enfermedades Scribd (2009).

El objetivo de almacenar papas que se utilizarán como semilla es conservar su vigor y la tendencia a producir brotes fuertes y sanos. Las técnicas de conservación tienen por objeto reducir al máximo la degradación cualitativa debido a la respiración, a la transpiración y al proceso de brotado, y además a la degradación cualitativa de las transformaciones bioquímicas internas Todopapa (2005).

Durante el proceso de respiración, las papas convierten los carbohidratos en calor, agua y CO₂. El proceso depende del estado de madurez de los tubérculos y de la temperatura. Al comienzo del período de almacenamiento, la velocidad de respiración de los tubérculos inmaduros es considerablemente más alta que la de los tubérculos maduros y posteriormente llega a ser similar Todopapa (2005).

La intensidad respiratoria de una célula, en general, aumenta cuando la temperatura se eleva, pero en la papa se da el caso particular que de 2 a 3°C la intensidad respiratoria es mayor que de 5 a 8°C Todopapa (2005).

Inmediatamente después de la cosecha los tubérculos de papa se encuentran en un estado de receso en que son incapaces de emitir nuevos estados de desarrollo por estar bajo el efecto de promotores naturales. Esta latencia es de dos a tres meses y depende de numerosos factores tales como: variedad, condiciones bajo las cuales se desarrolló el cultivo, fecha de cosecha y condiciones ambientales de almacenaje Todopapa (2005).

La semilla de papa debe guardarse en lugares cubiertos, bien ventilados y secos para evitar el exceso de humedad o de calor, ya que le podría ocasionar pudriciones o bien la rápida salida de los brotes, favoreciendo el secado o deshidratado de las semillas Riie (2010).

Se recomienda la entrada de luz indirecta en el lugar donde se guarden las semillas. Esta práctica se conoce como almacenamiento bajo luz difusa. Resulta ventajoso realizarla, porque verdea la semilla produciendo brotes cortos, gruesos y vigorosos, lo cual garantiza una germinación muy uniforme Riie (2010).

Por otra parte, la semilla verdeada resiste mejor el ataque de plagas como la polilla guatemalteca, la palomilla y otras. Las semillas no deben ser expuestas directamente a la luz solar, ya que les puede ocasionar una mayor deshidratación, envejeciéndolas prematuramente Riie (2010).

2.6. Hormonas

Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, que incluye también a los neurotransmisores. A veces es difícil clasificar a un mensajero químico como hormona o neurotransmisor. Todos los organismos multicelulares producen hormonas, incluyendo las plantas (fitohormona). Las

hormonas más estudiadas en animales (y humanos) son las producidas por las glándulas endocrinas, pero también son producidas por casi todos los órganos humanos y animales Alaquairum (2008).

Las plantas segregan sustancias en muy baja concentración, con una función fisiológica concreta, y que se transportan muy fácilmente a través de los vasos conductores Croteau y Kutchan (2000).

Las hormonas vegetales son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que coordinan el crecimiento y desarrollo de las plantas Ciencia-ahora (2008).

Las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales descubiertas por Nicolás Andrés Cerón Hernández. Son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

2.6.1. Ácido giberélico (GA3)

Son hormonas que estimulan el crecimiento de la planta, actuando sinérgicamente con las auxinas. El ácido giberélico es la hormona más conocida de esta clase de compuestos Ciencia-ahora (2008).

Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). Inducen el

crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos Azcon-Bieto y Talon (1996).

Mediante la aplicación de 1.500 ppm de ácido giberélico en germinación de tubérculos de papa variedad Santa Rosa se logra estimular la germinación de semillas desde los 7 días Montero (2000).

Las hormonas se usan a veces en laboratorio y en invernáculo para acelerar la germinación de semillas que de otro modo permanecerían en dormancia Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002).

El ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación. Así como también estimula el crecimiento de tallos y raíces de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular Garcidueñas (2005).

El ácido giberélico es una muy potente hormona cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo. Sabiéndose de su poder regulatorio, las aplicaciones de muy bajas concentraciones pueden resultar en profundos efectos, mientras que muy altas pueden dar el efecto opuesto. Se lo usa generalmente en concentraciones de 0,01 a 10 mg/L Hidalgo y Valencia (2008).

Ácido giberélico AG3. Nombre Químico. Ácido (3S,3aS,4S,4aS,7S,9aR,9bR), hoja de seguridad para el transporte ácido giberélico (AG3) - SL (76 KB) Alaquairum (2008).

Ácido giberélico (AG3) SL es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas Alaquairum (2008).

El ácido giberélico es una hormona que estimula la brotación de los tejidos apicales Hartmann y Kester (1998).

El ácido giberélico promueve en mayor cantidad la brotación de los meristemas de los tubérculos de papa variedad Santa Rosa Montero (2000).

2.6.2. Biol

El biol es una fuente de fitorreguladores que se obtienen como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Durante la producción de biogás a partir de la fermentación metanogénica de los desechos orgánicos, en uno de los colectores laterales del digestor aparece un residuo líquido sobrenadante que constituye el biol (denominación aceptada por la Red Latinoamericana de Energías Alternas). También se lo puede obtener mediante la filtración o decantación del bioabono, separando la parte líquida de la sólida Buenasondas (2010).

Siendo el biol una fuente orgánica de fitorreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas Buenasondas (2010).

El biol es un excelente abono foliar, sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos como papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales Dexel (2010).

Es un abono orgánico que no contamina suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas, es de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea los recursos locales Dexel (2010).

2.6.2.1. Composición bioquímica del biol

Sólidos totales 5,6 - 9,9%

Materia orgánica 38,0 - 41,1%
Fibra 20,0 - 26,2%
Nitrógeno 1,6 - 2,7%
Fósforo 0,2 - 0,3%
Potasio 1,5 - 2,1%
Calcio 0,2 - 0,4%
Azufre 0,2 - 0,2%
Ácido indolacético 12,0 - 67,1 µg/g
Giberelinas 9,7 - 20,5 µg/g
Purinas 9,3 - 24,4 µg/g
Tiamina (B1) 187,5 - 302,6 µg/g
Riboflavina (B2) 83,3 - 210,1 µg/g
Piridoxina (B6) 33,1 - 110,7 µg/g
Ácido nicotínico 10,8 - 35,8 µg/g
Ácido fólico 14,2 - 45,6 µg/g
Cistina 92 - 27,4 µg/g
Triptofano 56,6 - 127,1 µg/g Leisa (2005).

2.7. Brotación

La papa puede propagarse tanto a partir de semillas como de tubérculos. Las plántulas provenientes de semillas presentan las típicas estructuras que poseen las plántulas de cualquier especie dicotiledónea, vale decir, radícula o raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo. Al utilizar los tubérculos como medio de propagación, en cambio, el primer crecimiento de importancia corresponde a los brotes, éstos, que se desarrollan especialmente a partir de las yemas ubicadas en el extremo distal o apical de los tubérculos, emergerán sobre el suelo dando lugar a tallos muy vigorosos Alipso (2009).

La planta de papa está compuesta por una parte aérea conformada por tallos, hojas, flores y frutos, y otra que crece subterráneamente, constituida por el tubérculo semilla o papa madre, raíces, rizomas y tubérculos Alipso (2009).

Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal, que permita una adecuada formación de raíces y rizomas Alipso (2009).

2.7.1. Uniformidad del cultivo

La uniformidad de un cultivo es determinada por el desarrollo de la planta, un cultivo uniforme hace más fácil las labores culturales (aporque, riego, aplicación de agroquímicos y cosecha). La uniformidad del desarrollo de la planta es especialmente importante en la producción de tubérculos-semillas Cipotato (2010).

El estado de brotamiento múltiple es el mejor estado para la siembra, pues genera la emergencia de varios tallos fuertes. La edad fisiológica es afectada por las condiciones del almacenamiento. El almacenamiento bajo luz difusa es una buena manera de obtener tubérculos-semillas con numerosos brotes verdes y vigorosos, que emerjan rápida y uniformemente Cipotato (2010).

2.8. Dormancia

La dormancia es un estadio regulado por hormonas que impiden la brotación de los tubérculos, aún en condiciones favorables. La dormancia es deseable para la comercialización y el consumo de los tubérculos. En tanto, en la plantación de semilla el estadio de dormancia impide o atrasa la emergencia de las plantas, dando como resultado un cultivo desuniforme y de bajo potencial productivo Neiker (2010).

La dominancia apical es una etapa inmediatamente posterior a la de dormancia, en la que ocurre apenas la brotación de la yema apical. La plantación de los tubérculos en este estadio resulta en una baja densidad de

plantas y una producción de pocos tubérculos de tamaño grande Frechplaza (2009).

La ruptura de la dormancia es una práctica necesaria en regiones donde se siembran dos cultivos de papa en sucesión. La finalización de la dormancia de los tubérculos puede ser inducida mediante tratamientos químicos Neiker (2010).

La papa semilla presenta alta calidad fisiológica cuando los tubérculos están en plena brotación, siendo ese el momento en que los tubérculos-semilla deben ser plantados. Este estadio corresponde al período en que ocurre la emisión de un gran número de brotes en diferentes partes del tubérculo Frechplaza (2009).

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 en las coordenadas de GPS WGS84 (Datum) 0077746 Norte y 9855013 Este.

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 40 días.

3.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación se puede observar en el (cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del lugar.

Condición	Año 2010
Altitud (m.s.n.m.)	2119
Temperatura (°C)	16-21
Humedad relativa (%)	40-50
Heliofanía (horas/día)	7
Precipitación (mm)	600-700

Fuente: Estación meteorológica del Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo (2010).

3.3. Materiales y equipos

Los materiales utilizados en esta investigación fueron:

- 7 Bandejas de espumaflex
- 1 Cámara de germinación
- 112,5 g de ácido giberélico 10%
- 20 L de agua destilada
- 1 L de Biol
- 1 Mandil
- 10 Mascarillas
- 1 m Sarán 75%
- 65 Pares de guantes quirúrgicos
- 35 Platos de espumaflex
- 1 Pollo de papel higiénico
- 7 Tarrinas plásticas
- 105 Tubérculos de papa variedad Súper chola de 30 g aproximadamente
- 1 Útiles de oficina

Los equipos utilizados en esta investigación fueron:

- 1 Balanza digital
- 1 Calibrador pie de rey
- 1 Cámara fotográfica
- 1 Computador
- 1 Probeta 250 ml
- 1 Termohidrómetro ambiental

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Productos

Se estudiaron 2 promotores de brotación.

Simbología	Estimulador
P ₁	Ácido giberélico
P ₂	Biol
P ₀	Sin promotor

3.4.2. Dosis

Las dosis utilizadas en esta investigación fueron.

Producto	Simbología	Dosis
GA3 (Ácido giberélico)	G ₁	1.000 ppm
	G ₂	1.500 ppm
	G ₃	2.000 ppm
Biol	B ₁	1:1 en volumen
	B ₂	1:5 en volumen
	B ₃	1:10 en volumen
P ₀	Testigo	Sin promotor

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se establecieron utilizando concentraciones de 1.000, 1.500 y 2.000 ppm de GA3 (Ácido giberélico); y las diluciones 1:1, 1:5 y 1:10 de biol, la relación corresponde a 1 L de biol disuelto en 1 L de agua destilada, 1 L de biol disuelto 5 L de agua destilada y 1 L de biol disuelto en 10 L de agua destilada.

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

Cuadro 2. Tratamientos.

Tratamientos	Simbología	Descripción
T ₁	P ₁ G ₁	GA3 (Ácido giberélico) 1.000 ppm
T ₂	P ₁ G ₂	GA3 (Ácido giberélico) 1.500 ppm
T ₃	P ₁ G ₃	GA3 (Ácido giberélico) 2.000 ppm
T ₄	P ₂ B ₁	Biol en dilución 1:1 en volumen
T ₅	P ₂ B ₂	Biol en dilución 1:5 en volumen
T ₆	P ₂ B ₃	Biol en dilución 1:10 en volumen
T ₇	Testigo	(Sin promotor)

3.6. Diseño experimental

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

Cuadro 3. Análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
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 un plato de espumaflex con 3 tubérculos de 30 g aproximadamente de la variedad Súper chola, cosechados con 2 días de anterioridad.

Cuadro 4. Esquema de las unidades experimentales.

Tratamientos	Unidad Experimental # tubérculos	Repetición	Total tubérculos
T ₁	3	5	15
T ₂	3	5	15
T ₃	3	5	15
T ₄	3	5	15
T ₅	3	5	15
T ₆	3	5	15
T ₇	3	5	15
TOTAL			105

3.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados 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.

Se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento a 1 kg de tubérculos de papa variedad Súper chola.

3.9. Variables evaluadas

En la presente investigación se evaluó las siguientes variables.

3.9.1. Peso inicial (g)

Con la ayuda de una balanza digital se procedió a pesar 3 tubérculos de papa ubicados en un plato de espumaflex 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 durante los 40 días de investigación, 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 brotaron de los tubérculos en cada unidad experimental.

3.9.4. Longitud de brotes (cm)

Cumplido los 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 final (g)

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

3.10. Manejo del experimento

3.10.1. Lavado de tubérculos

Se realizó una preselección aproximada de unos 150 tubérculos de papa de la variedad Súper chola, a los que se les lavó con abundante agua destilada; y, posteriormente se seleccionó la cantidad de 105 tubérculos sanos y homogéneos, los que conformaron las 35 unidades experimentales.

3.10.2. Preparación de diluciones

Mediante la ayuda del instrumental de laboratorio se midió la cantidad de 250 ml de agua destilada en un recipiente plástico para cada tratamiento, posteriormente con la ayuda de una balanza digital se pesó el promotor de crecimiento GA3 (Ácido giberélico 10%) en las dosificaciones establecidas para los tratamientos T₁ (GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm), T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm) y T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm). De igual manera apoyados con una probeta se añadió el promotor de crecimiento Biol en las diluciones establecidas para los tratamientos T₄ (Biol en dilución 1:1 en volumen), T₅ (Biol en dilución 1:5 en volumen) y T₆ (Biol en dilución 1:10 en volumen); y, el T₇ (Testigo sin promotor) sólo se utilizó agua destilada.

3.10.3. Inmersión de los tubérculos en las diluciones

Los 105 tubérculos lavados se sumergieron en los diferentes tratamientos preparados para esta investigación (15 tubérculos por tratamiento) durante 6 horas.

3.10.4. Secamiento bajo sombra

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

3.10.5. Conformación de las unidades experimentales

Se colocó 3 tubérculos en un plato de espumaflex que componía cada unidad experimental, marcándole el número de tratamiento y repetición respectiva del diseño experimental utilizado.

3.10.6. Almacenamiento en cámara oscura de germinación

Las unidades experimentales se introdujeron en la cámara de germinación a temperatura ambiente 16-21°C, con 40-50% de humedad relativa y 75% de oscuridad mediante la utilización de sarán.

3.11. Análisis económico

Se calculó los costos de aplicación, sumando los valores de insumos, mano de obra, materiales y equipos utilizados en cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso inicial (g)

Una vez realizado el ANOVA en la variable peso inicial (g) no registró diferencia estadística entre tratamientos que obtuvo una probabilidad de 0,8167; de igual manera no se presentó diferencia estadística para las repeticiones con una probabilidad de 0,0955 (Anexo 2).

En la comparación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 5), presenta una sola categoría con valores que varían desde 29,52 hasta 29,98 en peso inicial (g); lo cual implica que todos los tratamientos partieron en igualdad de condiciones en la presente investigación.

Cuadro 5. Peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Tratamiento		Peso inicial
T ₁	GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm	29,52 a
T ₂	GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm	29,70 a
T ₃	GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm	29,84 a
T ₄	Biol en dilución 1:1 en volumen	29,72 a
T ₅	Biol en dilución 1:5 en volumen	29,98 a
T ₆	Biol en dilución 1:10 en volumen	29,78 a
T ₇	Testigo (Sin promotor)	29,72 a
CV %		1,53

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.2. Días a brotación

Existe una diferencia estadística altamente significativa en la variable días a brotación entre tratamientos que alcanzó una probabilidad de 0,0000** y una diferencia estadística no significativa para las repeticiones que obtuvo 0,7478 de probabilidad (Anexo 3).

El (Cuadro 6) nos indica la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos; una primera categoría de un valor de 23,00 y 22,80 para los tratamientos T₇ (Testigo sin promotor) y T₆ (Biol en dilución 1:10 en volumen) respectivamente. Una segunda categoría con un valor de 18,00 para el tratamiento T₅ (Biol en dilución 1:5 en volumen). Una tercera categoría con un valor de 14,20 para el tratamiento T₄ (Biol en dilución 1:1 en volumen). Una cuarta categoría con un valor de 12,40 para el tratamiento T₁ (GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm). Una quinta categoría con un valor de 8,40 para el tratamiento T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm). Una última y sexta categoría con un valor de 5,40 para el tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) en días a brotación.

Resultados que nos indican que el último tratamiento citado T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) no es el peor, sino es el que más pronto germinó, lo que concuerda con Montero (2000), quien obtiene resultados parecidos mediante la aplicación de 1.500 ppm de ácido giberélico en germinación de tubérculos de papa variedad Santa Rosa, logrando estimular la germinación de semillas desde los 7 días; concordando a lo capitulado por Garcidueñas (2005) el ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación.

Resultados que coinciden con Neiker (2010), quien expresa que la ruptura de la dormancia es una práctica necesaria en regiones donde se siembran dos cultivos de papa en sucesión. La finalización de la dormancia de los tubérculos puede ser inducida mediante tratamientos químicos.

Estos resultados también concuerdan con Naranjo, Mastrocola y Pumisacho (2002), que afirman que las hormonas se usan a veces en laboratorio y en invernáculo para acelerar la germinación de semillas que de otro modo permanecerían en dormancia.

Estos resultados obtenidos igualmente coinciden con Scribd (2009) quien enuncia, la condición básica para obtener niveles de productividad elevados es

lograr que los tubérculos semilla, alcancen el estado de brotamiento más adecuado al momento de la siembra.

Analizando profundamente los resultados de igual forma convenimos con Buenasondas (2010), quien asevera que el biol activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas.

Con todos estos resultados y antecedentes se acepta la hipótesis “Los promotores naturales y/o sintéticos estimularán la brotación de las yemas en los tubérculos de papa en comparación con el testigo sin aplicación de promotores”.

Cuadro 6. Días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Tratamiento		Días a brotación
T ₁	GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm	12,40 d
T ₂	GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm	8,40 e
T ₃	GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm	5,40 f
T ₄	Biol en dilución 1:1 en volumen	14,20 c
T ₅	Biol en dilución 1:5 en volumen	18,00 b
T ₆	Biol en dilución 1:10 en volumen	22,80 a
T ₇	Testigo (Sin promotor)	23,00 a
CV %		4,00

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.3. Número de brotes

En la variable número de brotes existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos que alcanzó una probabilidad de 0,0000**. Y para las repeticiones obtuvo una probabilidad estadística no significativa de valor 0,7199 (Anexo 4).

En la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 7); se puede observar una primera categoría con un valor de 15,60 para el tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm). Una segunda categoría con un valor de 10,80 para el tratamiento T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm). Una tercera categoría para los tratamientos T₁ (GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm) y T₄ (Biol en dilución 1:1 en volumen) con valores de 7,80 y 7,40 respectivamente. Una cuarta categoría intermedia para los tratamientos T₅ (Biol en dilución 1:5 en volumen) y T₆ (Biol en dilución 1:10 en volumen) con valores de 7,00 y 6,40 respectivamente. Una quinta y última categoría para el tratamiento T₇ (Testigo sin promotor) con un valor de 5,60 brotes.

Los resultados obtenidos concuerdan con Montero (2000), el ácido giberélico promueve en mayor cantidad la brotación de los meristemas de los tubérculos de papa variedad Santa Rosa, concordando con dicha capitulación puesto que en esta investigación el tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) obtuvo mayor cantidad de número de brotes por tubérculo.

Los resultados obtenidos de igual manera se ajustan con lo expuesto por Hartmann y Kester (1998), el ácido giberélico es una hormona que estimula la brotación de los tejidos apicales. Más aún si los tratamientos que alcanzaron mayor número de brotes son los que germinaron primero, por lo tanto tuvieron más tiempo de desarrollo fisiológico.

Cuadro 7. Número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Tratamiento	Número de brotes
-------------	------------------

T ₁	GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm	7,80 c
T ₂	GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm	10,80 b
T ₃	GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm	15,60 a
T ₄	Biol en dilución 1:1 en volumen	7,40 c
T ₅	Biol en dilución 1:5 en volumen	7,00 cd
T ₆	Biol en dilución 1:10 en volumen	6,40 cd
T ₇	Testigo (Sin promotor)	5,60 d
CV %		9,16

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.4. Longitud de brotes (cm)

Para los tratamientos en longitud de brotes (cm) existe diferencia estadística altamente significativa con un valor de 0,0000** de probabilidad. Mientras que para las repeticiones obtuvieron una diferencia no significativa con valor de 0,6157 (Anexo 5).

El (Cuadro 8) demuestra en la separación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos, una primera categoría con un valor de 2,02 cm para el tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm). Una segunda categoría con un valor de 1,22 para el tratamiento T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm). Una tercera categoría para los tratamientos T₁ (GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm) y T₄ (Biol en dilución 1:1 en volumen) con valores de 0,84 y 0,83 respectivamente. Una cuarta categoría intermedia con un valor de 0,75 para el tratamiento T₅ (Biol en dilución 1:5 en volumen). Una quinta categoría intermedia con un valor de 0,65 para el tratamiento T₇ (Testigo sin promotor). Una sexta y última categoría para el tratamiento T₆ (Biol en dilución 1:10 en volumen) con un valor de 0,63 cm de longitud del brote.

Estos resultados se equiparan a lo descrito por Azcon-Bieto y Talon (1996), las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular (incrementa el número de células y la longitud de las mismas). Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos.

De igual manera concuerdan con lo expuesto por Garcidueñas (2005), el ácido giberélico estimula el crecimiento de tallos y raíces de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular, por dicho efecto fisiológico los resultados obtenidos en esta investigación el tratamiento que alcanzó mayor longitud fue el T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm).

Cuadro 8. Longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Tratamiento		Longitud de brotes (cm)
T ₁	GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm	0,84 c
T ₂	GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm	1,22 b
T ₃	GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm	2,02 a
T ₄	Biol en dilución 1:1 en volumen	0,83 c
T ₅	Biol en dilución 1:5 en volumen	0,75 cd
T ₆	Biol en dilución 1:10 en volumen	0,63 e
T ₇	Testigo (Sin promotor)	0,65 de
CV %		5,29

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.5. Peso final (g)

En la variable peso final (g) registró diferencia estadística no significativa entre tratamientos que obtuvo una probabilidad de 0,9452; y, diferencia estadística no significativa para las repeticiones con una probabilidad de 0,1271 (Anexo 6).

En la comparación de medias por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 9), después de haber transcurrido 40 días la variable peso final (g) presentó una sola categoría con valores que oscilan desde 26,68 y 26,90 en peso final (g), deduciendo que mantuvieron una uniformidad de peso durante la investigación

y finalizaron en igualdad de condiciones en lo concerniente a su peso en cada unidad experimental.

Comparando el peso inicial y peso final, se tiene 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 Todopapa (2005) quien manifiesta que durante el almacenaje tienden a deshidratarse y a brotar después de un período de latencia experimentando pérdidas en peso.

Cuadro 9. Peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Tratamiento		Peso final
T ₁	GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm	26,76 a
T ₂	GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm	26,68 a
T ₃	GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm	26,82 a
T ₄	Biol en dilución 1:1 en volumen	26,70 a
T ₅	Biol en dilución 1:5 en volumen	26,90 a
T ₆	Biol en dilución 1:10 en volumen	26,78 a
T ₇	Testigo (Sin promotor)	26,70 a
CV %		1,26

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

4.6. Costos (\$) de aplicación de cada tratamiento a 1 kg de tubérculos de papa variedad Súper chola

En el análisis de costos (Cuadro 10) de los tratamientos aplicados en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011), demuestra que el tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) es el de mayor costo con valor de \$7,41; en un segundo lugar tenemos el tratamiento T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm) con un costo de \$6,72; en tercer lugar el tratamiento T₄ (Biol en

dilución 1:1 en volumen) con un costo de \$6,48; en cuarto lugar el tratamiento T₁ (GA3 Ácido giberélico 1.000 ppm) con un costo de \$6,03; en quinto lugar el tratamiento T₅ (Biol en dilución 1:5 en volumen) con un costo de \$5,23; en sexto lugar el tratamiento T₆ (Biol en dilución 1:10 en volumen) con un costo de \$4,97; en séptimo lugar el tratamiento T₇ (Testigo sin promotor) con \$4,63 de costo.

Cuadro 10. Costos (\$) de aplicación de los tratamientos a 1 kg de tubérculos de papa en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Costos	Tratamientos						
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Ácido giberélico	1,40	2,09	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00
Biol	0,00	0,00	0,00	2,22	0,73	0,40	0,00
Mano de obra	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Agua destilada	0,73	0,73	0,73	0,36	0,60	0,67	0,73
Ensilaje en cámara oscura	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Sarán	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Tarrina de inmersión	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
TOTAL \$	6,03	6,72	7,41	6,48	5,23	4,97	4,63

V. CONCLUSIONES

- Las hormonas ácido giberélico y biol si aceleran la brotación de los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola.

- La hormona ácido giberélico si influye en la cantidad de números de brotes que emergen en los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola.
- El número de brotes y la longitud de brotes está ligada a la acción estimuladora del ácido giberélico; mientras más pronto brotan los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola, el número y la longitud de brotes tienen un mejor desarrollo.
- La concentración de las hormonas ácido giberélico y biol determinan el número y longitud de brotes; a más alta concentración, el número y longitud de brotes aumentan más con relación al testigo.
- El mejor tratamiento en brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola es el T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm).
- El tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) es el que presentó el mayor costo; y, el tratamiento T₇ (Testigo sin promotor) demostró el menor valor en cuanto se refiere a brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola.

VI. RECOMENDACIONES

- Para obtener una rápida brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola, se recomienda aplicar GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm, porque logra promover la brotación de los tubérculos.
- Como alternativa por costos y resultados en promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola, se recomienda el tratamiento T₂ (GA3 Ácido giberélico 1.500 ppm).
- Ejecutar investigaciones con otras variedades de papa.

VII. RESUMEN

La presente investigación tuvo por objeto determinar los efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola. Las hormonas utilizadas fueron biol en diluciones de 1:1, 1:5 y 1:10; y, ácido giberélico en dosis de 1.000 ppm, 1.500 ppm y 2.000 ppm.

El trabajo investigativo se realizó en el cantón Patate, parroquia matriz, provincia de Tungurahua, en la fábrica de licores “La Herrería”.

Los trabajos de laboratorio se realizaron bajo condiciones de temperatura ambiente 16-21°C, 40-50% de humedad relativa y 75% de oscuridad. 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 y prueba de Tukey (0,05).

También se realizó un análisis económico de costos de aplicación de cada tratamiento.

De los resultados se establece que el mejor tratamiento es la aplicación de GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm, porque promueve la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola desde los 5,4 días. El tratamiento T₃ (GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm) es el que presentó el mayor costo en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola con un costo de \$7,41 y el tratamiento T₇ (Testigo sin promotor) presentó el menor costo con un valor de \$4,63.

Para promover la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola, se recomienda aplicar GA3 Ácido giberélico 2.000 ppm.

VIII. SUMMARY

This research was aimed at determining the effects of natural and synthetic promoters on the sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum*) variety Super chola. Biol hormones were used at dilutions of 1:1, 1:5 and 1:10, and gibberellic acid in doses of 1.000 ppm, 1.500 ppm and 2.000 ppm.

The research work was conducted in the canton Patate, parent parish, province of Tungurahua, in the liquor factory "The Blacksmith".

Laboratory works were conducted under ambient temperature 16-21°C, 40-50% relative humidity and 75% dark. The experimental design used was a D.B.C.A. with 7 treatments and 5 replicates, data collection was performed for 40 days, which was performed statistical analysis using Statistical Analysis System (SAS). ANOVA procedure was used for the analysis of variance and Tukey test (0,05).

We conducted an economic analysis of costs of implementing each treatment.

From the results it provides the best treatment is the application of 2.000 ppm gibberellic acid GA3, because it promotes sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum*) variety Super chola from 5,4 days. T₃ treatment (2.000 ppm gibberellic acid GA3) was that with the increased cost effects of natural and synthetic promoters on the sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum*) variety Super chola at a cost of \$ 7,41 and T₇ treatment (Witness without promoter) had the lowest cost with a value of \$ 4,63.

To promote the sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum*) variety Super chola, apply 2.000 ppm gibberellic acid GA3.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alaquairum. 2008. Hormonas vegetales. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en: http://alaquairum.net/hormonas_vegetales
- Alipso. 2009. Etapa de germinación de tubérculos de papa. Consultado el 21 de julio del 2010. Disponible en http://alipso.com/monografias/la_papa
- Azcon-Bieto, J; Talon M. 1996. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Segunda Edición. Interamericana Mc Gram-Hill. Madrid, España. Pp. 240-243.
- Buenasondas. 2010. El biol. Consultado el 21 de julio del 2010. Disponible en http://buenasondas.org/n_biol
- Carrillo, G; Soria, N. 2009. Inhibidores naturales y de síntesis sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Cecilia. Tesis ingeniero agropecuario. Quevedo, EC. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Pp. 5-6
- Ciencia-ahora. 2008. Estructuras de hormonas vegetales. Chile. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en http://cienciaahora.cl/revista21/07/estructuras_hormonas_vegetales
- Cipotato. 2010. Producción de tubérculos- semillas de papa. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en <http://cipotato.org/csd>
- Croteau, R; Kutchan, T. 2000. "Natural Products (Secondary Metabolites)". En: Buchanan, Grissem, Jones (editores). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, Maryland, Estados Unidos. Capítulo 24. Pp. 395-641.
- Dexel. 2010. ¿qué es el biol? el biol es un excelente abono foliar. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en <Http://dexel.org/pdf/biol>

- Frechplaza. 2009. Manejo del envejecimiento fisiológico de los tubérculos de papa. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en http://frechplaza.es/news_detail.asp?id=17632
- Garcidueñas, M. 2005. Fisiología Vegetal Aplicada. 5 ed, Interamericana McGraw Hill, México DF, México. Pp. 331-386.
- Hartmann, H; Kester, D. 1998. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. 6 ed. Editorial Continental S.A. México. Pp. 141-145.
- 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 Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap). 2002. Estación Experimental Santa Catalina. Variedades de papa cultivadas en el Ecuador. Quito, E C. Informe técnico anual. Pp. 22-27.
- Instituto Técnico Superior Benjamín Araujo. 2010. Estación Meteorológica Quinta La Delicia. Patate, EC.
- Leisa. 2005. Composición del biol. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en http://leisa.info/index.php?url=getblod.ph&o_id...a
- Montero, P. 2000. Aplicación de ácido giberélico en germinación de tubérculos de papa variedad Santa Rosa. Tesis Técnico Superior en Flori-fruticultura. Patate, EC. ITSABA. Pp. 29-38.
- Naranjo, H; Mastrocola, N; Pumisacho, M. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador: Poscosecha. Quito, EC. Revista. INIAP-CIP. Pp. 46-73.

Neiker. 2010. Métodos para acelerar el brotamiento de los tubérculos semillas. Consultado el 22 de julio del 2010. Disponible en <http://neiker.net.../patata/.../metodos%20para%20acelerar%20de%20brotamiento%20de%20los520tub>

Riie. 2010. Manejo y almacenamiento de la semilla de papa como escoger su propia semilla. Consultado el 17 de septiembre del 2010. Disponible en <http://riie.com.ve/?a=31697-20k>

Scribd. 2009. Fisiología y manejo de tubérculos semilla de papa Colombia. Consultado el 21 de julio del 2010. Disponible en <http://scribd.com> (Research)s

Todopapa. 2005. Almacenamiento de tubérculos de papa. Argentina. Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en <http://todopapa.com.ar/?opcion ID=almacenamiento>

X. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las variables analizadas en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Obs.	Tratamiento	Repetición	Peso Inicial (g)	Días a brotación	Número de brotes	Longitud de brotes (cm)	Peso final (g)
1	1	1	29,3	12	7	0,86	26,6
2	1	2	30,0	12	9	0,79	27,0
3	1	3	30,0	13	7	0,81	27,3
4	1	4	29,0	12	8	0,83	26,3
5	1	5	29,3	13	8	0,91	26,6
6	2	1	29,0	8	12	1,17	26,3
7	2	2	29,6	8	11	1,25	26,6
8	2	3	30,3	9	10	1,31	27,3
9	2	4	30,0	9	11	1,14	26,6
10	2	5	29,6	8	10	1,23	26,6
11	3	1	30,0	6	16	2,02	26,6
12	3	2	29,0	6	14	2,08	26,3
13	3	3	30,6	5	17	1,93	27,6
14	3	4	30,0	5	15	2,10	26,6
15	3	5	29,6	5	16	1,97	27,0
16	4	1	30,0	15	8	0,78	26,6
17	4	2	30,0	14	7	0,82	27,0
18	4	3	30,3	14	8	0,80	27,0
19	4	4	29,3	14	7	0,89	26,6
20	4	5	29,0	14	7	0,85	26,3
21	5	1	30,0	19	8	0,72	27,0
22	5	2	29,6	18	6	0,79	26,6
23	5	3	30,0	18	7	0,76	26,6
24	5	4	30,3	17	7	0,73	27,3
25	5	5	30,0	18	7	0,77	27,0
26	6	1	29,3	22	6	0,62	26,6
27	6	2	29,0	23	7	0,59	26,3
28	6	3	30,3	23	6	0,68	27,0
29	6	4	30,3	23	6	0,67	27,0
30	6	5	30,0	23	7	0,61	27,0
31	7	1	29,0	22	6	0,58	26,3
32	7	2	30,0	23	6	0,62	27,0
33	7	3	29,6	24	5	0,70	26,6
34	7	4	30,0	23	5	0,68	27,0
35	7	5	30,0	23	6	0,66	26,6

Obs. = Observaciones.

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	6	0,60	0,099	0,48	0,8167
Repeticiones	4	1,85	0,462	2,23	0,0955
Error	24	4,96	0,207		
Total	34	7,41			

Coefficiente de variación 1,53%

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	6	1384,34	230,724	650,36	0,0000**
Repeticiones	4	0,69	0,171	0,48	0,7478
Error	24	8,51	0,355		
Total	34	1393,54			

Coefficiente de variación 4,00%

** = Altamente significativo.

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	6	361,49	60,248	95,85	0,0000**
Repeticiones	4	1,31	0,329	0,52	0,7199
Error	24	15,09	0,629		
Total	34	377,89			

Coefficiente de variación 9,16%

** = Altamente significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	6	7,31	1,218	441,97	0,0000**
Repeticiones	4	0,01	0,002	0,68	0,6157
Error	24	0,07	0,003		
Total	34	7,38			

Coeficiente de variación 5,29%

** = Altamente significativo.

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	6	0,19	0,031	0,27	0,9452
Repeticiones	4	0,91	0,228	2,00	0,1271
Error	24	2,74	0,114		
Total	34	3,84			

Coeficiente de variación 1,26%



Figura 1. Peso inicial (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 2. Días a brotación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 3. Número de brotes en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 4. Longitud de brotes (cm) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 5. Peso final (g) en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 6. Lavado de tubérculos en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 7. Preparación de diluciones en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 8. Inmersión de los tubérculos en las diluciones en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 9. Secamiento bajo sombra en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 10. Conformación de las unidades experimentales en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).



Figura 11. Almacenamiento en cámara oscura de germinación en efectos de promotores naturales y sintéticos sobre la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper chola (2011).