

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



JORGE ADOLFO ZÚÑIGA MORENO

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“APLICACIÓN DE DOSIS DE BIOL PARA LA BROTAÇÃO DE
TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VAR. FRIPAPA”**

CEVALLOS - ECUADOR

2014

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN:

El suscrito Jorge Adolfo Zúñiga Moreno, portador de cédula de identidad número: 1804344479, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “APLICACIÓN DE DOSIS DE BIOL PARA LA BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Var. Fripapa” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

JORGE ADOLFO ZÚÑIGA MORENO

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

JORGE ADOLFO ZÚÑIGA MORENO

Fecha:

**“APLICACIÓN DE DOSIS DE BIOL PARA LA BROTAÇÃO DE
TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Var. Fripapa”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V.
TUTOR

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha:

Ing. Agr. Mg. Hernan Zurita V.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg. Segundo Curay Q.

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo de tesis agradezco a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida y hacer realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Técnica de Ambato y Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos que me han permitido formarme como profesional, también por sus consejos y más que todo por su amistad.

A mis padres y familiares, por darme siempre su apoyo incondicional para llegar a alcanzar el objetivo propuesto.

A mi Director de Tesis, Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V., por guiarme con sus conocimientos y experiencia para lograr llegar con éxito al final de este camino.

Para todos ellos: mis más sinceros agradecimientos y que Dios los bendiga.

2.2.4.2. Funciones	17
2.2.4.3. Ventajas del biol	18
2.2.4.4. Preparación artesanal del biol	19
	Pág.
2.3. HIPÓTESIS	19
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	19
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	21
3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	22
3.4. FACTOR EN ESTUDIO	23
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
3.6. TRATAMIENTOS	24
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	25
3.8. DATOS TOMADOS	26
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	27
CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	30
4.1.1. Días al inicio de la brotación	30
4.1.2. Porcentaje de tubérculos brotados	35
4.1.3. Número de brotes por tubérculo	39
4.1.4. Longitud del brote	47
4.1.5. Diámetro del brote	52
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS DE COSTOS Y DISCUSIÓN	58
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	60
CAPÍTULO V	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. CONCLUSIONES	61
5.2. RECOMENDACIONES	62

CAPÍTULO VI	64
PROPUESTA	64
6.1. TÍTULO	64
6.2. FUNDAMENTACIÓN	64
	Pág.
6.3. OBJETIVO	65
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	65
6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	65
BIBLIOGRAFÍA	68
APÉNDICE	72
ÍNDICE DE CUADROS	
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	26
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTA CIÓN	32
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTA CIÓN	33
CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTA CIÓN.....	34
CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE IN MERSIÓN EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTA CIÓN	35
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTA DOS	37
CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTA DOS	38
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTA DOS	39
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE IN-	

MERSIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTADOS	40
-------------------------------------------------------------------	----

	Pág.
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE NÚ- MERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS	42
CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TU- BÉRCULOS A LOS 48 Y 64 DÍAS	43
CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 48 Y 64 DÍAS	44
CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE IN- MERSIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 64 DÍAS	46
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS	49
CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 48 Y 64 DÍAS	50
CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 48 Y 64 DÍAS	51
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS	54
CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS	55
CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS	56

CUADRO 21.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE INMERSIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS	58
CUADRO 22.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)	61
		Pág.
CUADRO 23.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1.	Árbol de problemas	02
FIGURA 2.	Regresión lineal y cuadrática para dosis de biol versus días al inicio de la brotación	34
FIGURA 3.	Regresión lineal para tiempos de inmersión versus días al inicio de la brotación	36
FIGURA 4.	Regresión lineal para dosis de biol versus porcentaje de tubérculos brotados	39
FIGURA 5.	Regresión lineal para tiempos de inmersión versus porcentaje de tubérculos brotados	40
FIGURA 6.	Regresión lineal para dosis de biol versus número de brotes por tubérculo a los 48 días	44
FIGURA 7.	Regresión lineal para dosis de biol versus número de brotes por tubérculo a los 64 días	45
FIGURA 8.	Curva de crecimiento para número de brotes por tubérculo, con respecto a dosis de biol	46
FIGURA 9.	Regresión lineal para tiempos de inmersión versus número de brotes por tubérculo a los 64 días	47
FIGURA 10.	Curva de crecimiento para número de brotes por tubérculo, con respecto a tiempos de inmersión	48
FIGURA 11.	Regresión lineal para dosis de biol versus longitud del brote a los 48 días	51
FIGURA 12.	Regresión lineal para dosis de biol versus longitud del brote a los 64 días	52
FIGURA 13.	Curva de crecimiento para longitud del brote, con respecto a dosis de biol	53

FIGURA 14.	Regresión lineal y cuadrática para dosis de biol versus diámetro del brote a los 64 días	56
FIGURA 15.	Curva de crecimiento para diámetro del brote, con respecto a dosis de biol	57
FIGURA 16.	Regresión lineal para tiempos de inmersión versus diámetro del brote a los 64 días	58
FIGURA 17.	Curva de crecimiento para diámetro del brote, con respecto a tiempos de inmersión	59

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en la propiedad de la Sra. Verónica Tirado, ubicada en la comunidad Puñachizac, cantón Quero, provincia Tungurahua. Las coordenadas geográficas son: al norte: 01°19'33" S y 78°35'34" W. Al sur: 01°2'30" S y 78°37'00" W. Al este: 01°21'11" S Y 78°35'17" W y al oeste: 01°19' 31" S y 78°38'30" W, con el propósito de: evaluar la influencia de tres dosis de Biol (1 l/10 l D1, 2 l/10 l D2 y 3 l/10 l D3) y tres tiempos de inmersión (1 hora T1, 2 horas T2 y 3 horas T3), en la brotación del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Friepapa; a más de, efectuar el análisis de costos de cada uno de los tratamientos.

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de $3 \times 3 + 1$, con tres repeticiones. El total de tratamientos fueron 10 (nueve que recibieron aplicación de biol y un testigo que no recibió aplicación). Se efectuó el análisis de variancia, de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacción. Polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para los factores dosis de biol y tiempo de inmersión. El análisis económico de los tratamientos, se efectuó mediante el análisis de costos de producción de cada tratamiento.

Con la aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), se alcanzaron los mejores resultados, consiguiéndose acortar los días al inicio de la brotación (18,11 días), los más altos porcentajes de tubérculos brotados (90,00%); mayor número de brotes por tubérculo a los 48 días (4,73 brotes) y a los 64 días (5,19 brotes), con mayor longitud del brote a los 48 días (9,02 cm) y a los 64 días (9,99 cm) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,45 cm).

El sumergir los tubérculos de papa semilla por el lapso de tiempo de tres horas (T3), fue el tratamiento que mejores resultados reportó, lográndose acortar los días al inicio de la brotación (20,00 días), se obtuvo mayor porcentaje de tubérculos brotados (82,22%), con mejor número de brotes por tubérculo a los 64 días (5,06 brotes) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,40 cm).

Del análisis de costos se concluye que, el mayor costo de producción correspondió al tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con \$ 7,19; causado básicamente por la mayor cantidad de biol utilizado y por el mayor tiempo de inmersión; mientras que el menor costo fue del tratamiento testigo con \$ 5,58, cuyo menor precio se debe a la ausencia de aplicación de biol.

SUMMARY

The research was conducted on the property of Mrs. Veronica Tirado, Puñachizac community located in the canton Quero, Tungurahua province. The geographical coordinates are: North: $01^{\circ} 19'33''$ S and $78^{\circ} 35'34''$ W. South: $01^{\circ} 2'30''$ S and $78^{\circ} 37'00''$ W. East: $01^{\circ} 21'11''$ S $78^{\circ} 35'17''$ W and west: $01^{\circ} 19'31''$ S and $78^{\circ} 38'30''$ W, in order to: assess the influence of three doses of Biol (1 l / 10 l D1 , 2 l / 10 l D2 and 3 l / 10 l D3) and three immersion times (1 hour T1 2 hours and 3 hours T2 T3), tuber sprouting in potato (*Solanum tuberosum* L.) variety Fripapa; over, effecting cost analysis of each of the treatments.

The experimental design of randomized complete block (RCBD) in factorial $3 \times 3 + 1$, with three replications was used. The total number of treatments was 10 (nine receiving biol application and a control that received no application). Analysis of variance, according to the experimental design was carried raised. Tukey tests of significance of 5%, to differentiate between treatments, and interaction factors under study. Orthogonal polynomials correlation and regression calculations for dose factors biol and immersion time. Economic analysis of treatments was performed by analyzing production cost of each treatment.

With the application of biol at a dose of 3 l / 10 l of water (D3), the best results were achieved, obtaining shorten the days to the start of sprouting (18.11 days), the highest percentage of sprouted tubers (90.00%); highest number of sprouts per tuber at 48 days (4.73 shoots) and 64 days (5.19 shoots), shoot length greater than 48 days (9.02 cm) and 64 days (9.99 cm) and best bud diameter at 64 days (0.45 cm).

Dipping seed potato tubers by the span of three hours (T3), was treatment reported better results, achieving shorten the days to the start of sprouting (20.00 days), higher

percentage of sprouted tubers was obtained (82.22%), good number of sprouts per tuber at 64 days (5.06 shoots) and best bud diameter at 64 days (0.40 cm).

Cost analysis concludes that the higher cost of production occurred D3T3 treatment (3 l / 10 l of water, 3 hours), with \$ 7.19; mainly caused by the higher amount of biol used and the longer immersion; while the lower cost of the control treatment was \$ 5.58, the lowest price is due to the lack of implementation of biol.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La latencia del tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.), es un estado en el cual este no brota a pesar de que existan condiciones favorables para el desarrollo inicial y crecimiento de los brotes; cuando se siembra la semilla sin romper totalmente la latencia, la emergencia de las plantas es lenta y no uniforme.

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, así como constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina. El Ecuador, en la región de la Sierra, se estima que cultiva en un total de 90 cantones a nivel nacional. En promedio la superficie cosechada fluctúa alrededor de 49 000 hectáreas, la que origina una producción total promedio de 307 mil toneladas métricas anuales. Las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, aportaron el 79,5% de la producción, las mayores extensiones de cultivo de papa correspondieron en su orden a Chimborazo (20,2%), Carchi (17,0%), Cotopaxi (13,87%), Tungurahua (13,14%) y Pichincha (10,14%) (Magap/Sigagro, 2011).

Debido a la importancia económica y alimenticia presentada por este cultivo nos vemos en la necesidad de buscar una alternativa para mejorar la calidad de la semilla para que dicho cultivo se aprovechado a su mejor nivel.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

Cuando se elige la variedad de papa para obtener tubérculo semilla de papa se debe tener en cuenta el tiempo de latencia que tiene cada variedad, al sembrar los tubérculos sin romper totalmente la latencia, la emergencia de las plantas es lenta y no uniforme por lo que el agricultor debe esperar la brotación total de las

yemas de los tubérculos para poder sembrar en las épocas adecuadas. Esto afecta el normal desarrollo del cultivo, disminuye en la productividad y ofertando el producto en épocas inoportunas produciendo grandes pérdidas económicas al agricultor.

Con la aplicación de dosis de biol en los tubérculos de papa se busca lograr acelerar el tiempo de brotación y una brotación uniforme de las yemas para obtener mayor productividad y mejores rendimientos económicos, debido a que la papa es una fuente importante de empleo e ingresos en las zonas rurales, con la aplicación de este método se pretende beneficiar al agricultor con la aceleración en el tiempo de brotación de la semilla y no estar en dependencia de los expendedores comerciales de las mismas.

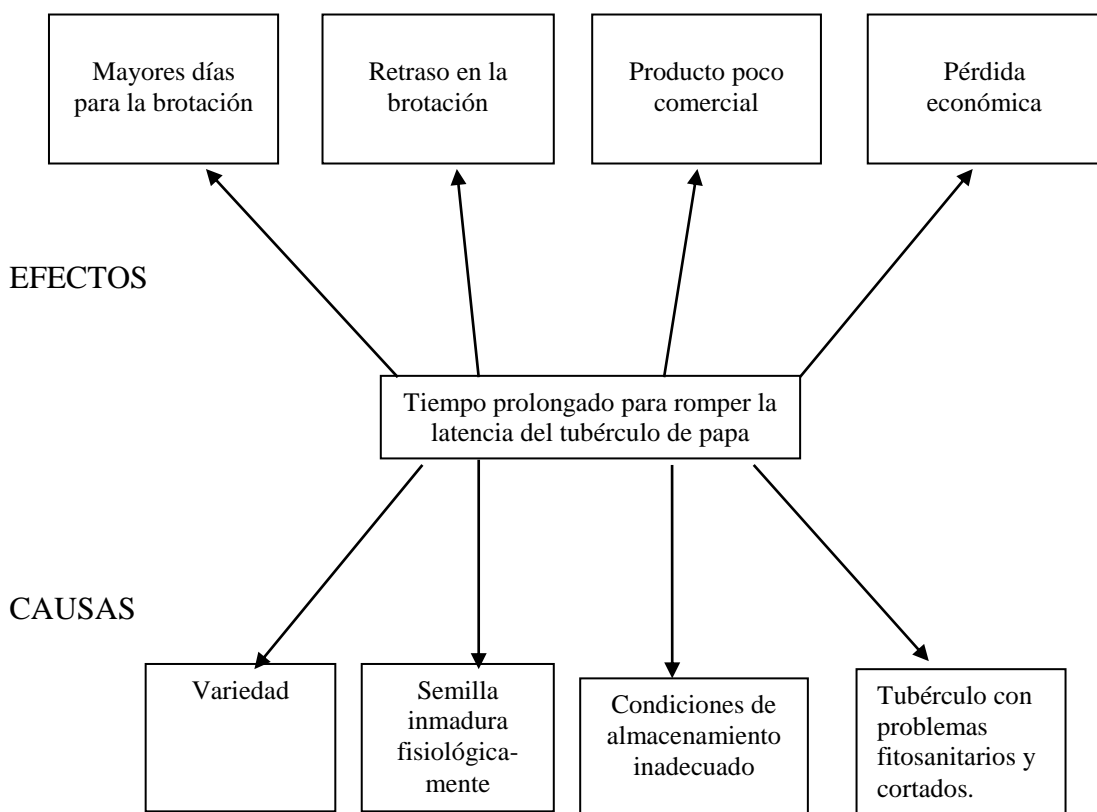


Figura 1. Árbol de problemas

Fuente: Jorge Zúñiga, 2014.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L. Var. Fripapa), tanto en el país como en el mundo, es un cultivo de gran relevancia agronómica, comercial y nutricional. Su uso como alimento es importante por el contenido de hidratos de carbono y valor energético. Asimismo, este rubro tiene múltiples usos y aplicaciones industriales. Los tubérculos de papa, una vez cosechados y después del período de receso, continúan con sus procesos metabólicos tales como la respiración y el consumo de energía almacenada en sus tejidos en forma de carbohidratos. Estos procesos ocasionan la pérdida de materia seca y de peso, aumento de la temperatura y aparición de brotes desde los tejidos meristemáticos del tubérculo. Este conjunto de factores se manifiestan como una pérdida de la calidad organoléptica del producto final. Por las razones antes descritas, el proceso de almacenaje cumple un rol importantísimo en la disminución de la pérdida de calidad de los tubérculos. Además, debe contribuir a controlar las variables ambientales y metabólicas que interfieren en la disminución de la calidad. En muchos casos, los productores o la agroindustria requieren almacenar tubérculos por períodos prolongados. En estas circunstancias las buenas técnicas de almacenaje así como el uso de inhibidores de brotación, facilitan este proceso. Estas prácticas permiten mantener la calidad durante largos períodos, obteniéndose papas sin brotes, baja pérdida de peso, mínimas tasas de respiración y bajo contenido de azúcares reductores. Además de la situación descrita anteriormente, el uso de inhibidores de brotación permite que papa destinada para consumo no sea utilizada como semilla. Por lo tanto, se evita que tubérculos de dudosa calidad fitosanitaria se planten, evitando de este modo la diseminación de enfermedades y plagas (Rodríguez, 2001).

Esta especie 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. 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 (uc.cl/sw_educ/cultivos/papa/germinac, 2014).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Establecer un método para acelerar el tiempo de brotación de yemas del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Friepapa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de tres dosis de Biol en la brotación de las yemas en el tubérculo de papa variedad Friepapa.
- Determinar el tiempo adecuado de inmersión del tubérculo de papa en la solución de Biol, para acelerar la brotación.
- Efectuar el análisis de costos de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Saquina (2012), en su tesis “Producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría pre básica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón Mejía, provincia de Pichincha”, menciona que la aplicación de biol 60% de K (P2), produjo los mejores resultados con mayor crecimiento en altura de planta (143,60 cm), mayor número de tubérculos por planta (7,91), consecuentemente se obtuvo el mejor rendimiento (7,82 kg/tratamiento), siendo tubérculos en su mayoría de segunda categoría (37,03%) y de tercera categoría (47,99%), acortando los días a la primera cosecha (179,81). La aplicación de biol en la dosis de 4 l/20 l de agua (20%) (D2), produjo la mayor altura de planta (142,66 cm), como mayor número de tubérculos por planta (8,07) y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (49,38%). La aplicación de los bioles a los 60 días del trasplante (F1), produjo mayor crecimiento en altura de planta (142,63 cm) y el mayor número de tubérculos por planta (8,03). Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P2D2F2 (Biol 60% de K, 4 l/20 l, a los 90 días del trasplante), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,87 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,87 veces lo invertido.

Veliz (2013), en su tesis “Evaluación a la aplicación de giberelina (new gibb 10%), para inducir a la brotación en tubérculos de la papa (*solanum tuberosum*)” , cita que, los análisis estadísticos registran como el mejor tratamiento al D3T3 (8 g – 15 minutos), ya que con respecto a; los días a la brotación, este tratamiento estimuló a los tubérculos de la papa brotar a los tres días, resultados excelentes ya que se quería lograr acortar el número de días para el proceso de la brotación. El porcentaje de la brotación, este tratamiento alcanzó el 100% del proceso brotativo de los tubérculos de la papa de cada tratamiento y repetición estipulado. El número de brotes por tubérculo, este tratamiento logró un

promedio de 4 brotes por tubérculo, los cuales tuvieron excelente cualidades físicas. La longitud de brotes por tubérculo, en este tratamiento a los 7 días registró 0,96 cm y a los 14 días el mismo brote alcanzó 2,99 cm.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Cultivo de papa

2.2.1.1. Origen

Andrade et al. (2002), manifiestan que el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (PNRT-Papa) seleccionó INIAP-Fripapa 99, a partir del material mejorado del CIP. Se inició su selección en 1991 con la identificación del clon C-399 en la Estación Experimental Santa Catalina y desde 1992 en campos de productores.

2.2.1.2. Generalidades

El INIAP (2011), menciona que la variedad: INIAP Fri papa. Se da en localidades con clima templado frío con altitudes a partir de 2 800 msnm, en las provincias de la región Sierra norte y centro del Ecuador. Los tubérculos son oblongos, de color rosado intenso, pulpa amarilla ojos superficiales, plantas de tamaño medio, tallos en número de cuatro, color morado, con pigmentación verde, presencia de alas dentadas. Las hojas son compuestas, color verde intenso con tricomas en el haz y envés. Alcanza un rendimiento de 46 toneladas/hectárea, tiene un periodo de reposo 120 días y una densidad de siembra de 1 350 kg/ha de semilla certificada.

2.2.1.3. Descripción botánica

2.2.1.3.1. Brote

Egúsquiza (2000), manifiesta que el brote es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en los que se ha almacenado el tubérculo están constituido por: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudo y primordios radiculares.

2.2.1.3.2. Planta

INIAP (2011), manifiesta que la planta es vigorosa, tiene un desarrollo bastante rápido, cubre bien el terreno. Tamaño medio, tallos en número de cuatro, color morado con pigmentación verde, presencia de alas dentadas, entrenudos largos y manifiestos, ramificación basal.

2.2.1.3.3. Raíz

Según Egúsquiza (2000), la raíz es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales.

2.2.1.3.4. Hojas

Según el INIAP (2011), las hojas son compuestas, imparipinadas, color verde intenso, abiertas, débilmente diseccionadas, con tricomas en haz y envés, tamaño medio, cuatro pares de folíolos primarios unidos por un peciolo, que se alternan con un par de hojuelas entre ellos. También menciona que las hojas carecen de hojuelas entre peciolos, el folíolo terminal es mediano, asimétrico, ovado. Folíolos secundarios pequeños, asimétricos, peciolados y un pequeño par de folíolos terciarios peciolados también. El raquis es pigmentado en la parte inferior y en la parte superior presenta dos canales en los cuales el pigmento se acentúa en el ángulo de inserción del peciolo con el raquis.

2.2.1.3.5. Flor

INIAP (2011), dice que las flores son abundantes a moderadas, inflorescencia cimosa con pedúnculo, presencia de hoja en formación en la base del ramillete floral. Cáliz: cinco sépalos morados con pigmentación verde, acuminado y pubescente. Corola: cinco pétalos, rotada, morada y tamaño medio. Estambres: anteras amarillas y largas. Pistilo: verde, con estigma más largo que las anteras. Con alta fertilidad como hembra o macho.

2.2.1.3.6. Fruto y semilla

Egúsquiza (2000), dice que el fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla conocida también como semilla sexual, es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. El número de semillas por fruto puede variar desde cero (nada) hasta 400.

2.2.1.3.7. Tubérculo

Cuesta (2006), manifiesta que los tubérculos son de forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla. Ojos superficiales y bien distribuidos. La dormancia de la semilla es de 120 días. La formación del tubérculo es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces; el tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón).

2.2.1.4 Requerimientos del cultivo

2.2.1.4.1. Clima

INIAP (2011), menciona que la C.v. Fripapa se cultiva en altitudes superiores a 2 800 msnm., de igual manera Pourrut (1998), indica que al efectuar

la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. El frío excesivo perjudica especialmente a la papa, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar. Si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

2.2.1.4.2. Humedad

Según Franco (2002), la humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de Mildú, por tanto esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta.

2.2.1.4.3. Suelo

Villafuerte (2008), dice que la papa crece mejor en suelos profundos con buen drenaje, de preferencia francos y francos arenosos, fértiles y ricos en materia orgánica. La papa puede ser sembrada en suelos arcillosos de buena preparación y buen drenaje. El pH ideal del suelo para el cultivo de papa está entre 4,5 y 7,5; mientras que el INIAP (2011), menciona que la C.v. Fripapa se desarrolla mejor en suelos negros andinos y bien abastecidos de materia orgánica y de nutrientes.

2.2.1.4.4. Temperatura

Pourrut (1998) cita que, aunque hay diferencias de requerimientos térmicos según la variedad de que se trate, se puede generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización. El mismo autor resalta la temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por

consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos.

2.2.1.4.5. Luminosidad

Para Pourrut (1998), la luminosidad también influye en la producción de carbohidratos, desde el momento en que es uno de los elementos que interviene en la fotosíntesis. Su influencia no solo se circunscribe a este aspecto, sino también a la distribución de los carbohidratos, siendo su concentración mayor en los tubérculos cuando es alta. La máxima asimilación ocurre a los 60 000 lux.

2.2.1.5. Labores del cultivo

2.2.1.5.1. Desinfección de la semilla

Se recomienda tratar la semilla para que no se enferme o se pudra al entrar en contacto con el suelo, en medio tanque de agua se pone el producto químico y se mezcla bien, luego se ponen los tubérculos de semilla de papa en canastos o sacos por el lapso de cinco minutos. Dejar escurrir bien la semilla antes de retirar del tanque y por ultimo dejar secar la semilla a la sombra y está lista para la siembra. Se recomienda Vitavax Flo (Carboxin-Thiran) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.1.5.2. Preparación de los surcos

La preparación de los surcos se realiza ya sea con maquinaria, yunta o azadón, esta labor depende de la extensión y topografía del terreno, la distancia de surco a surco depende de la variedad utilizando de 0,90 a 1,60 m (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.1.5.3. Descontaminación de los surcos

Cuando se utiliza productos granulados aplicar el descontaminante en chorro continuo al fondo del surco. Si son productos mojables aplicar con una bomba de aspersión. Generalmente el agricultor utiliza Pentaclor (Quintoceno) más Carbofuran (Carbofuran), Dazomet (Basamid granulado) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.1.5.4. Siembra

Según Pumisacho y Sherwood (2002), se coloca la semilla a una distancia determinada; esta distancia varía según el fin, ya sea para consumo o producción de semilla; la distancia será mayor o igual a 40 y de 25 a 30 cm, respectivamente. La profundidad de siembra depende de la humedad del suelo y del tamaño del tubérculo y brotes. Cuando hay humedad suficiente y brotes bien formados la semilla-tubérculo debe ser tapada con unos 5 cm de tierra; en caso de ser la siembra en terrenos secos donde la humedad está más profunda, colocar la semilla en el fondo del surco y tapa con una capa de tierra de 8-12 cm.

2.2.1.5.5. Labores culturales

El rascadillo consiste en aflojar superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad y lograr el control oportuno de malezas, El medio aporque se realiza en forma manual a los 45 a 50 días después de la siembra; al mismo tiempo se efectúa la fertilización complementaria; a los 60 días se procede al aporque del cultivo. El medio aporque ayuda a cubrir adecuadamente los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización; asimismo, permite el control de malezas, proporciona sostén a la planta y facilita la cosecha (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.1.5.6. Plagas y enfermedades

Calderón (1988), menciona los siguientes agentes bióticos que producen daño al cultivo de papa, en Plagas: gusano blanco de la papa (*Prepnotrypes vorax* Hust), gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon* Rott), Cutzo (*Barotheus*), Pulguilla (*Epritis sp.*), Trips (*Frankliniella*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata* Malloch), saltones (*Empoasca sp.*), chinches de la hoja (*Proba sallei*) y (*Rhinacloa sp.*), pulgones (*Myzuz persicae*) y (*Macrosiphum euphorbiae*). Enfermedades: Lanosa (*Rosellinia sp.*), Rizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kuhn), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), Lancha (*Phytophthora infestans* Mont), Roya (*Puccinia pittieriana* Hern), Septoriosis (*Septoria lycopersici*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Mal blanco (*Sclerotinia sclerotium*), Mosaico leve Agente causal (VXP), Mosaico severo Agente causal (VYP), Mosaico Rugoso Interacción VXP y VYP, Enrollamiento Agente causal (VEHP), Pie negro (*Erwinia Carotovora*), Sarna común (*Streptomyces scabies* Thox).

2.2.1.6. Cosecha

Se realiza una vez que los tubérculos hayan alcanzado la madurez comercial (tomado en consideración tamaño, forma y apariencia del tubérculo), la labor de cave o cosecha puede realizarse en forma manual, por medio de tracción animal o en forma mecanizada. En esta labor es necesario no dañar los tubérculos y realizar en época seca, para evitar consecuencias serias durante la selección y almacenamiento de los mismos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.1.7. Fertilización

Según el INIAP (2011), la fertilización del cultivo de papa varía en cada provincia y de acuerdo a la capacidad económica del agricultor, además de los diferentes suelos, a su origen y manejo. Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos, un rendimiento de 56 t/ha de papa, extrae alrededor de

300-100 y 500 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O, respectivamente; razón por la cual la papa requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias.

2.2.1.8. Rendimiento

El INIAP (2011), menciona que la variedad INIAP-Fripapa 99 fue probada en las principales zonas paperas: norte y centro de la Sierra, en veinte localidades durante tres campañas; los rendimientos promedios a través de nueve localidades 1994-95 fueron:

TABLA 1: Índices de Rendimientos

Año	Provincia	Parroquia/cantón	Sitio	Rendimientos /kg
1994	Chimborazo	Guano	Barrio Norte	53982
1994	Chimborazo	Guano	La Palestina	29990
1995	Chimborazo	Guano	Pusniag	35988
1994	Chimborazo	Colta	Cotojuan	56981
1994	Chimborazo	Chambo	Llucud	38987
1994	Carchi	San Gabriel	Cumbaltar	65978
1994	Carchi	San Gabriel	El Salado	59980
1994	Cotopaxi	Pastocalle	San Bartolome	29990
1994	Pichincha	Mejía	Santa Catalina	38987

Elaborado por: El INIAP (2011)

2.2.2. Características de la variedad Fripapa

Información técnica de la variedad de papa Fripapa, indica que los tubérculos: tienen forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla. Ojos superficiales y bien distribuidos. Dormancia de 120 días. Obtiene rendimientos promedios excelentes de hasta 53 t/ha en la zona norte, adaptándose a suelos negros andinos sobre los 2800 m.s.n.m. Es una variedad de alta calidad, por su contenido de materia seca 23,93%, gravedad

específica 1.103, azúcares reductores 0,12%, almidón 18,4%, siendo adecuada para la agroindustria (Iniap.gob.ec, 2013).

2.2.3. Latencia y brotación del tubérculo semilla

La latencia del tubérculo semilla de papa es un estado en el cual éste no brota a pesar de que existan condiciones favorables para el desarrollo inicial y el crecimiento de los brotes. Cuando la semilla se siembra sin romper totalmente la latencia, la emergencia de las plantas es lenta y no uniforme el desarrollo del cultivo. La duración e intensidad de la latencia está determinado por las condiciones ambientales a través del crecimiento de la planta madre y por la temperatura durante el almacenamiento del tubérculo semilla. Las heridas, daños, cortes o pelados del peridermo pueden acortar el tiempo de la latencia, cuya duración e intensidad son diferentes en cada variedad (Meléndez, 1980).

La fisiología del tubérculo semilla de papa es el proceso de cambio que sufre desde la cosecha hasta cuando muestra brotes múltiples y vigorosos. Se identifican los siguientes estados: período de reposo. Se extiende desde la cosecha hasta el momento en que los ojos empiezan a brotar. Se define el fin del período de reposo (o dormancia) cuando el 80% de los tubérculos semilla ha desarrollado uno o más brotes de por lo menos 3 mm de largo (Centro Internacional de la Papa, 1996).

(Malagamba, 1999) “La duración de este período depende de: la variedad; el estado de maduración en el momento de la cosecha; la temperatura durante la época de crecimiento vegetativo; el tamaño del tubérculo-semilla; las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura y humedad) y los daños causados al tubérculo”. Ruptura del período de reposo. Es una práctica necesaria cuando se siembran lotes de papa en sucesión semanal, quincenal o mensual. La finalización de este período puede ser inducida mediante tratamientos químicos, térmicos o el corte del tubérculo-semilla. Período de incubación. Este período inicia al término

del período de reposo y dura hasta el inicio de la tuberización. La incubación determina la formación de estolones, la cual influye en el rendimiento del cultivo.

Estado de dominancia apical. Cuando se almacenan tubérculos-semilla entre 5° a 15°C, es común que únicamente el ojo del brote apical inicie el crecimiento, sin que los demás muestren desarrollo. Un tubérculo con un solo brote normalmente produce una planta con solo uno o dos tallos principales, lo que ocasiona rendimientos bajos. Si el tubérculo-semilla se encuentra en este estado se recomienda eliminar el brote apical y colocarlo en ambientes más calientes (15° a 20°C con un 85% de humedad relativa) para estimular el desarrollo del resto de brotes (Naranjo et al., 2002).

Estado de brotación múltiple. Es el momento en el cual todos los ojos tienen su respectivo brote. Es el estado ideal para sembrar el tubérculo-semilla. En muchos casos basta con desarrollar brotes cortos (0,2 a 0,5 cm). Sin embargo, si las condiciones del suelo al momento de la siembra son desfavorables es importante desarrollar brotes más largos (1,5 a 2,5 cm) (Centro Internacional de la Papa, 1996).

La brotación filiforme, se produce cuando la semilla fisiológicamente vieja desarrolla brotes filiformes con una marcada tendencia a ramificarse. La capacidad de emergencia de estos tubérculos-semilla está prácticamente agotada. Se producen plantas débiles y poco resistentes a factores climáticos adversos como sequías, granizadas y heladas. En algunas variedades bajo ciertas condiciones de estrés (siembra profunda en épocas lluviosa), los brotes filiformes provocan la formación de tubérculos alrededor de las yemas, un fenómeno conocido como patatitas, las mismas que son débiles, pequeñas y no útiles (Naranjo et al., 2002).

2.2.3.1. Tratamientos para romper el período de reposo del tubérculo semilla

Tratamiento químico. Se puede utilizar ácido giberélico en una dosis de 1 ppm en solución, en la que se deben sumergir los tubérculos-semillas por una hora. Después de permanecer los tubérculos-semillas en esta solución se extienden en un lugar sombreado y se dejan secar. Tratamiento térmico. Calor, los tubérculos semilla se colocan en un cuarto oscuro entre 18° a 25°C hasta que se produzca el brotación (Naranjo, 1986).

Golpe de frío y calor, se colocan los tubérculos-semillas en una cámara fría a 4°C por dos a cuatro semanas y luego se transfieren a un ambiente entre 18° a 25°C para inducir al brotación. Ambos tratamientos dan buenos resultados con variedades precoces (Malagamba, 1999).

El corte del tubérculo-semilla. Acelera el envejecimiento fisiológico del tubérculo-semilla, reduciendo así el período de reposo. Para realizar el corte se requiere alta humedad (más del 85%), suficiente suministro de oxígeno y temperaturas entre 12° a 20°C. Bajo estas circunstancias se asegura la formación rápida de una capa corchosa de protección (suberización). Los tubérculos-semilla cortados pueden almacenarse en canastos llenos hasta la mitad o en jabas (cajas) de madera. Si las condiciones del suelo son favorables (suelo húmedo y temperaturas entre 8° a 10°C) se puede realizar el corte inmediatamente antes de la siembra. Así, las superficies cortadas sanarán rápidamente en el suelo. Si las condiciones del suelo son desfavorables, el corte debe realizarse de cinco a ocho días antes de la siembra. Se debe cortar el tubérculo longitudinalmente en dos y si sus partes siguen siendo aún muy grandes se debe volver a cortarlo longitudinalmente. Las partes del tubérculo-semilla no deben ser muy pequeñas; el tamaño mínimo es de 30 g y debe tener por lo menos de dos a tres ojos. El INIAP hasta 1986 recomendaba esta actividad para el ahorro de tubérculo-semilla (se cortaba los tubérculos-semillas mayores a 90 g) (Naranjo, 1986).

2.2.4. El biol

2.2.4.1. Definición

Bejarano (2001), sostiene que el biol es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración o decantación del bioabono.

Suquilanda (2001) y Pino (2005) investigador de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), menciona que el biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos.

Restrepo (2007), cita que los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de mierda de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche y melaza que se ha puesto a fermentar en tanques plásticos bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre, etc.

La Red de Acción de Alternativa al Uso de Agroquímicos (RAAA) (2004), menciona que dentro de los biofertilizantes se destaca el biol, excelente abono orgánico foliar, utilizado especialmente para los cultivos de papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales; debido a que el biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas; debido a que éstas absorben a través de las hojas o las raíces la amplia diversidad de sustancias producidas por los microorganismos en biofertilizantes, las plantas se alimentan de forma equilibrada y utilizan mejor la energía. Esto regula y tonifica el metabolismo de las mismas, impidiendo el desarrollo de enfermedades y la ocurrencia de plagas.

2.2.4.2. Funciones

Entre las principales funciones del biol, promueven las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirve para las siguientes actividades agronómicas: acción sobre la floración, acción sobre el follaje, enraizamiento, activador de semillas (Red de Acción de Alternativa al Uso de Agroquímicos RAAA, 2004),

Según Pino (2005) el biol como 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 las siguientes actividades agronómicas: 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 50% de las cosechas. Este mismo autor menciona que las ventajas que el biofertilizante ofrece son numerosas. Además de ser fácil su aplicación, su costo es insignificante, pues las materias primas utilizadas son estiércol, leche, melaza, ceniza, agua y demás fuentes dependiendo el caso. Su utilización reduce el costo de producción final, pues se ahorra la utilización de productos químicos cuyos costos son elevados.

Restrepo (2007), señala que el biol sirve para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra un ataque de insectos y enfermedades, sirven para sustituir a los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria los cuales son caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres.

Suquilanda (2001) menciona que el biol es el afluente líquido que se descarga de un digestor, pero también se lo puede obtener mediante la filtración o decantación del bioabono, separando entonces la parte líquida de la sólida. Es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas,

sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: 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. El 92% de la cosecha depende de la actividad fotosintética y el 8% de los nutrimentos que la planta extrae del suelo.

2.2.4.3. Ventajas del biol

Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad. No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar. Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase. Mejora el vigor del cultivo y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (biolespol.blogspot, 2013).

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas. Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas. Aumenta la fertilidad natural del suelo. Es un complemento nutricional para las plantas. Es de bajo costo, se produce en la misma parcela, en su elaboración se emplea los recursos locales. Mejora y logra incrementar la producción de los cultivos. Actúa como revitalizador de las plantas que han sufrido o vienen sufriendo estrés, ya sea por plagas, enfermedades, sequías, heladas, granizadas o interrupción de los procesos normales de la planta, mediante una oportuna, sostenida y adecuada aplicación. Mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado (biolespol.blogspot, 2013).

2.2.4.4. Preparación artesanal del biol

Bejarano (2001), describe los pasos para la elaboración artesanal del biol, señalando que se debe: recolectar estiércol (estiércol 50% bovino; 25% gallinaza o porcino), poner leguminosa picada, llenar el tanque con agua, cerrar el tanque

herméticamente y dejar fermentar 36 días en la costa; 90 días en la sierra, filtrar el biol. Para la aplicación recomienda: dilución 12,5%, 25%, 50%, 75%, biol puro (l) 5, 10, 15, 250 cc; agua (l) 5, 10, 15, 20.

2.3. HIPÓTESIS

Ho: La inmersión del tubérculo de papa en una solución de biol, no rompe la latencia y no acelera la brotación de las yemas.

Ha: La inmersión del tubérculo de papa en una solución de biol, rompe la latencia y acelera la brotación de las yemas.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Tres dosis de biol (1 l/10 l de agua D1, 2 l/10 l de agua D2 y 3 l/10 l de agua D3). Tiempos de inmersión (1 hora T1, 2 horas T2 y 3 horas T3).

2.4.2. Variables dependientes

Días a la brotación, porcentaje de tubérculos brotados, número de brotes por tubérculo, longitud del brote y diámetro del brote.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variables independientes

VARIABLES	CONCEPTOS	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICES
Dosis de biol	El biol es una fuente de fitorreguladores producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos con alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas.	Dosis baja D1	Crecimiento y desarrollo de los brotes	1 1/101
		Dosis media D2		2 1/101
		Dosis alta D3		3 1/101
Tiempos de inmersión	Lapso de tiempo de permanencia en la solución.	Tiempo 1 T1	Tiempo a la brotación, porcentaje de brotación	1 hora
		Tiempo 2 T2		2 horas
		Tiempo 3 T3		3 horas

2.5.2. Variable dependiente

Crecimiento y desarrollo de los brotes	Características favorables de crecimiento y desarrollo de los nuevos brotes de papa	Días a la brotación	Menor tiempo a la aparición de los brotes	días
		Porcentaje de tubérculos brotados	Mayor número de tubérculos brotados	%
		Número de brotes por tubérculo	Mayor número de brotes por tubérculo	Número
		Longitud del brote	Mejor crecimiento en longitud del brote	cm
		Diámetro del brote	Mejor crecimiento en diámetro del brote	cm

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, pues determinó la cantidad de biol que se necesita suministrar para un mejor efecto en la brotación de las yemas, como también la cantidad de tiempo de inmersión necesaria para la mejor brotación de los tubérculos.

3.1.2. Modalidad

La modalidad es de tipo mixto, debido a que el trabajo se realizó tanto documentando bibliográficamente como la ejecución de la investigación en forma práctica, en el campo.

3.1.3. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental ya que trata de establecer la dosis adecuada de biol y el tiempo de inmersión apropiado, para mejorar la brotación de las yemas del tubérculo de papa.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se realizó en la propiedad de la Sra. Verónica Tirado, ubicada en la comunidad Puñachizac, cantón Quero, provincia Tungurahua. Las coordenadas geográficas son: al norte: 01°19'33" S y 78°35'34" W. Al sur: 01°2'30" S y 78°37'00" W. Al este: 01°21'11" S Y 78°35'17" W y al oeste: 01°19'31" S y 78°38'30" W. A 2950 msnm. (Sistema de Posicionamiento Global, GPS).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Descripción del recurso clima

El sector presenta un clima subhúmedo con las siguientes características: temperatura máxima de 22,0°C, temperatura media de 11,6°C, precipitación de 600 mm/año, humedad relativa del 80%, evaporación de 1279,1 mm/año, heliofanía de 145,6 horas/mes, velocidad del viento de 50 km/h, nubosidad de 7 octas y la presión atmosférica de 727,1 mm Hg (Freire, 2002).

La temperatura y humedad promedios registrado con termohigrómetro, durante el desarrollo del ensayo, fue: temperatura 10,56°C y humedad de 73,7%. El anexo 13, muestra los registros efectuados semanalmente.

3.3.2. Descripción del recurso suelo

Según el Instituto Geográfico Militar (1986), los suelos de esta zona corresponden al suborden Andes, los mismos que se caracterizan por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica, con una textura franco arenoso. Presentan una relación neutra a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es alta.

3.3.3. Descripción del recurso agua

La propiedad no cuenta con agua de regadío. Los cultivos solo reciben el agua de la lluvia, que no ha sido analizada por ninguna institución.

3.3.4. Descripción del recurso planta

3.3.4.1. Cultivos predominantes

Entre los cultivos predominantes del lugar y a los cuales se dedican los agricultores se pueden mencionar a los siguientes: hortalizas como: papa, habas, arveja, maíz, cebolla, zanahoria. Pastos como: raygrass, pasto azul, lenteja, avena. Árboles forestales: pino, eucalipto, ciprés. Las variedades de papa es la Fripapa.

3.3.4.2. Plagas y enfermedades en la zona

3.3.4.2.1. Plagas

Entre las principales plagas que atacan el cultivo de la papa están: polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), polilla de la papa (*Phthorimaea perculella*), polilla gigante (*Symmetrischema* sp.) *Tecia solanivora*, llamada comúnmente polilla guatemalteca, está distribuida en Centroamérica, Venezuela, parte de Colombia, Ecuador.

3.3.4.2.2. Enfermedades

Pudrición blanda de la papa ocasionada por *Erwinia* sp., Tizón Temprano o mancha negra de la hoja organismo causal: *Alternaria solani* Sorauer, Cenicilla, Oídiosis organismo causal: Oídiosis (*Erysiphe cichoracearum*). Mosaico Latente o mosaico suave, agente causal: Potato Virus X (PVX). Mosaicos (PVX, PVS, PVM, también PVY y PVA). PVX.

3.3.5. Zona de vida

El Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (1997), en su publicación manifiesta que el cantón Quero pertenece a la formación

bosque seco Montano Bajo (bs-MB) y corresponde a la zona sub-húmeda (transición a húmedo).

3.4. FACTOR EN ESTUDIO

3.4.1. Dosis de biol

1 l/10 l de agua	D1
2 l/10 l de agua	D2
3 l/10 l de agua	D3

3.4.2. Tiempo de inmersión

1 hora	T1
2 horas	T2
3 horas	T3

3.4.3. Testigo

El testigo no recibió aplicación de biol.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de $3 \times 3 + 1$, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron diez como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de biol	Tiempo de inmersión
1	D1T1	1 l/10 l de agua	1 hora
2	D1T2	1 l/10 l de agua	2 horas
3	D1T3	1 l/10 l de agua	3 horas
4	D2T1	2 l/10 l de agua	1 hora
5	D2T2	2 l/10 l de agua	2 horas
6	D2T3	2 l/10 l de agua	3 horas
7	D3T1	3 l/10 l de agua	1 hora
8	D3T2	3 l/10 l de agua	2 horas
9	D3T3	3 l/10 l de agua	3 horas
10	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacción. Polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para los factores dosis de biol y tiempo de inmersión.

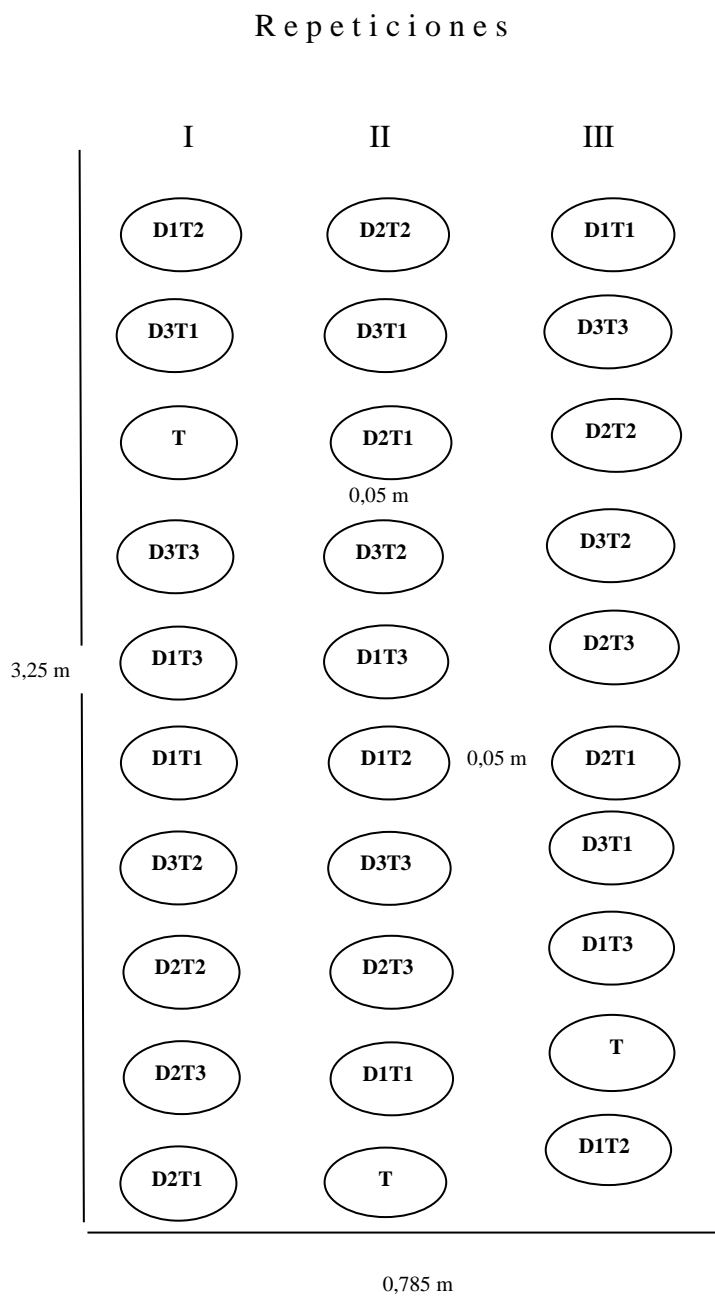
El análisis económico de los tratamientos, se efectuó mediante el análisis de costos de producción de cada tratamiento.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Cada unidad experimental constó de una bandeja de plástico de 27 cm de largo por 19,5 cm de ancho y 1,5 cm de alto, la misma que albergó 10 tubérculos de papa.

Número total de tratamientos:	30
Número total de bandejas:	30
Superficie del ensayo:	2,55 m ²
Número de tubérculos en el ensayo:	300
Número de tubérculos por bandeja:	10
Separación entre bandejas:	0,05 m

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo



3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Días al inicio de la brotación

Se contabilizaron los días transcurridos desde el inicio del ensayo, hasta cuando el 50% de los tubérculos presentaron al menos un brote.

3.8.2. Porcentaje de tubérculos brotados

Se contabilizó el número de tubérculos que presentaron al menos un brote. La lectura se efectuó a los 32 días del establecimiento del ensayo. Los valores se expresaron en porcentaje.

3.8.3. Número de brotes por tubérculo

Se contó el número de brotes por tubérculo, registrando al total de tubérculos en cada bandeja. Las lecturas se efectuaron a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo.

3.8.4. Longitud del brote

Se midió con una regla graduada, la longitud de los brotes presentes en el total de tubérculos de cada bandeja. Las lecturas se efectuaron a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo.

3.8.5. Diámetro del brote

Se midió con calibrador Vernier, el diámetro de los brotes presentes en el total de tubérculos de cada bandeja. Las lecturas se efectuaron a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Implantación del ensayo

El ensayo se realizó en el interior de un cuarto, con paredes de bloque, de 3 m de ancho, por 3 m de alto y 5 m de largo; techo de teja, piso de tabla, sin foco y una ventana de 69 cm de alto por 79 cm de ancho la que dejaba el ingreso en promedio de 0,5465 kw/m² de luminosidad (Piranometro). Dentro del cuarto se presentaba 11,66 °C de temperatura y 75,9 % de Humedad en promedio (Termohigrometro). Estos datos fueron obtenidos durante los días que se realizó el ensayo y luego promediados.

3.9.2. Adquisición de tubérculos

Los tubérculos de la variedad Fri papa, se adquirieron en la feria que se realiza semanalmente en el mercado del cantón Quero.

3.9.3. Selección de tubérculos

Los tubérculos fueron seleccionados acorde a su variedad, tamaño, forma, textura y respetando la variedad seleccionada para el ensayo. Previo a esta labor se lavó, seco y se eliminó los tubérculos dañados, que no cumplían con las características antes mencionadas.

3.9.4. Elaboración del biol

Para la preparación del biol, se siguieron los procedimientos básicos explicados en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato: Se recolecto un quintal de estiércol de gallina, para luego introducirlo en el tanque plástico de 200 l; además se enriqueció la mezcla con 2 kg de leguminosa (alfalfa tierna), 1 litro de leche, 1 litro de melaza, 7 g de levadura. Se agregó agua hasta treinta centímetros antes del borde superior después sellar herméticamente con su respectiva tapa la cual debe tener un acople plástico y una

manguera para la fácil evacuación de los gases que se forman durante la fermentación anaeróbica del contenido en el tanque y el otro extremo de la manguera introducirla hasta la mitad en la botella plástica de tres litros que contenga tres cuartas partes de agua, para que no ingrese oxígeno y solo salga los gases del fermento y el tanque no explote por acumulación de los mismos. Se dejó fermentar por noventa días ya que la temperatura media del lugar es de 13°C para finalmente cernir y obtener el biol listo para ser aplicado.

3.9.5. Análisis de biol

Se tomó una muestra de 500 ml del biol obtenido y se envió al laboratorio de Suelos Aguas y Alimentos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, para su análisis químico. El anexo 1, muestra los resultados.

3.9.6. Preparación de soluciones de biol

La preparación de soluciones con sus respectivas dosis, se efectuó de la siguiente manera: para los tratamientos de la dosis 1 (D1), se midió 1000 cc de biol y se disolvió en 10 l de agua. Para los tratamientos de la dosis 2 (D2) se midió 2000 cc de biol y se disolvió en 10 l de agua. Para la dosis 3 (D3), se midió 3000 cc de biol y se disolvió en 10 l de agua.

3.9.7. Aplicación de soluciones

En baldes de 20 litros de capacidad, se vertieron las soluciones de biol, procediendo a sumergir los tubérculos durante una, dos y tres horas dependiendo de cada tratamiento, respectivamente. Seguidamente se dejaron orear por 10 minutos y se ubicaron en los respectivos recipientes de cada tratamiento.

3.9.8. Mantenimiento del ensayo

Cada día se observó el desarrollo de la brotación de las yemas de los tubérculos, registrando los datos que fueron anotados en un libro de campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Días al inicio de la brotación

Los días al inicio de la brotación, para cada tratamiento con aplicación de tres dosis de biol y tres tiempos de inmersión, fluctuó entre 16 días y 25 días, con promedio general de 21,10 días (anexo 2). Sometiendo los valores al análisis de variancia (cuadro 3), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de biol fue significativo a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa y tendencia cuadrática significativa al 5% . El factor tiempos de inmersión reportó diferencias a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa; no registrando significación la interacción entre los dos factores. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 4,68%, que otorga validez a las respuestas obtenidas.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTACIÓN

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	3,80	1,90	1,95 ns
Tratamientos	9	155,37	17,26	17,72 **
Dosis de biol (D)	2	102,74	51,37	52,96 **
Efecto lineal	1	98,00	98,00	100,61 **
Efecto cuadrático	1	4,74	4,74	4,87 *
Tiempo de inmersión (T)	2	15,41	7,70	7,94 **
Efecto lineal	1	14,22	14,22	14,60 **
Efecto cuadrático	1	1,19	1,19	1,22 ns
D x T	4	2,367	0,59	0,61 ns
Testigo vs. Resto	1	34,85	34,85	35,78 **
Error experimental	18	17,53	0,97	
Total	29	176,70		

Coefficiente de variación: 4,68%

Promedio: 21,10 días

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Sometiendo los valores de los días al inicio de la brotación, para tratamientos, a la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron cuatro rangos de significación (cuadro 4). La aparición de los brotes fue más precoz en el tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con promedio de 17,00 días, ubicado en el primer rango; seguido del tratamiento D3T2 (3 l/10 l de agua, 2 horas), con promedio de 17,67 días, que compartió el primer rango y del tratamiento D3T1 (3 l/10 l de agua, 1 hora), que compartió el primero y segundo rangos. El resto de tratamientos se ubicaron en rangos inferiores, siendo el testigo el tratamiento más tardío a la brotación, con promedio de 24,33 días, ubicado en el cuarto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTACIÓN

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
9	D3T3	17,00	a
8	D3T2	17,67	a
7	D3T1	19,67	b
6	D2T3	20,67	bc
5	D2T2	21,00	bc
3	D1T3	22,33	bcd
4	D2T1	22,33	bcd
2	D1T2	22,67	cd
1	D1T1	23,33	cd
10	T	24,33	d

En relación al factor dosis de biol, en la evaluación de los días al inicio de la brotación, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en tres rangos de significación bien definidos (cuadro 5). La brotación de las yemas fue más precoz en los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 de agua (D3), iniciándose la brotación a los 18,11 días de promedio, ubicados en el primer rango; seguido de los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 2 l/10 de agua (D2), con promedio de 21,33 días, ubicado en el segundo rango; mientras que, los tubérculos que recibieron aplicación de biol en

la dosis de 1 l/10 de agua (D1), fueron más tardíos a la brotación, al ubicarse en el tercer rango, con promedio de 22,78 días.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTAÇÃO

Dosis de biol	Promedio	Rango
D3 (3 l/10 l de agua)	18,11	a
D2 (2 l/10 l de agua)	21,33	b
D1 (1 l/10 l de agua)	22,78	c

La figura 2, presenta la regresión lineal y cuadrática para el factor dosis de biol, versus los días al inicio de la brotación, en donde la tendencia lineal negativa y cuadrática negativa, indica que, los días al inicio de la brotación se acortaron, conforme los tubérculos recibieron mayores dosis de biol, ubicándose los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con el menor tiempo al inicio de la brotación.

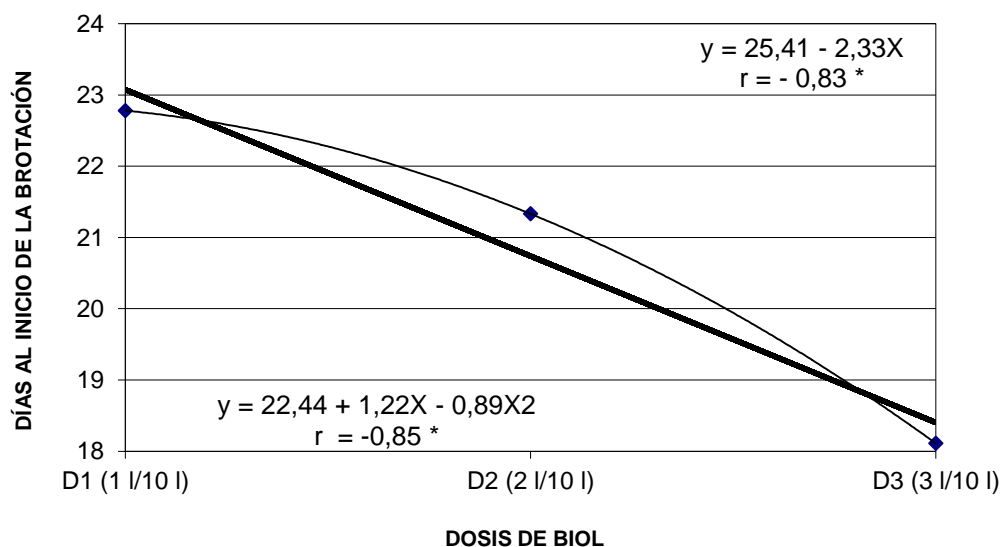


Figura 2. Regresión lineal y cuadrática para dosis de biol versus días al inicio de la brotación

Para el factor tiempos de inmersión, en los días al inicio de la brotación, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 6). La brotación se produjo más precozmente, en los tubérculos que permanecieron en la solución de biol, por el lapso de 3 horas (T3), iniciándose la brotación a los 20,00 días de promedio, ubicado en el primer rango; mientras que, los tubérculos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 2 horas (T2) y por el lapso de 1 horas (T1), fueron más tardíos a la brotación, al compartir el segundo rango, con promedios de 20,44 8 días y 21,78 días, respectivamente.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE INMERSIÓN EN LA VARIABLE DÍAS AL INICIO DE LA BROTACIÓN

Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
T3 (3 horas)	20,00	a
T2 (2 horas)	20,44	b
T1 (1 hora)	21,78	b

Mediante la figura 3, se representa la regresión lineal para el factor tiempos de inmersión versus días al inicio de la brotación, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, muestra que, los días al inicio de la brotación se acortaron, conforme los tubérculos permanecieron mayor tiempo sumergidos en la solución de biol, ubicándose los mejores resultados en los tratamientos del tiempo de 3 horas de inmersión (T3), con el menor tiempo al inicio de la brotación.

Los resultados obtenidos de la evaluación de los días transcurridos desde el inicio del ensayo hasta cuando se produjo el inicio de la brotación, permiten deducir que, las dosis de biol y los tiempos de inmersión influenciaron favorablemente en el comportamiento de esta variable, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de biol, acortaron el tiempo a la

brotación, al comparar con el testigo. Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), con la cual, el tiempo al inicio de la brotación se acortó en promedio de 4,67 días, que los tratamientos de la dosis D1.

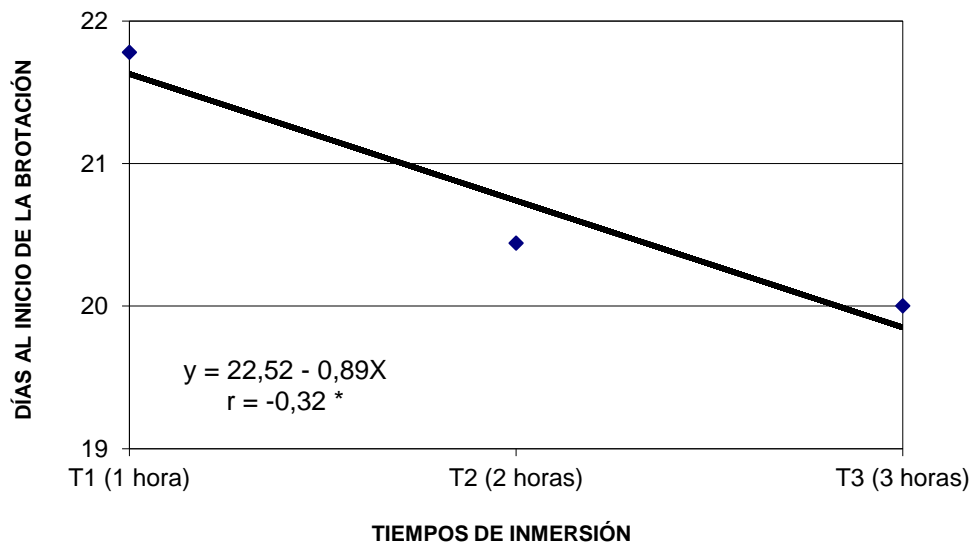


Figura 3. Regresión lineal para tiempos de inmersión versus días al inicio de la brotación

Igualmente, sumergiendo los tubérculos en la solución de biol por el lapso de tiempo de 3 horas (T3), se alcanzaron los mejores resultados, con el cual se consiguió disminuir los días al inicio de la brotación en promedio de 1,78 días, que lo reportado en los tratamientos del tiempo de 1 hora (T1); lo que permite inferir que, sumergir los tubérculos de papa semilla variedad Fri papa, en la solución de biol conformada por 3 l/10 l, durante 3 horas, es el tratamiento adecuado para acortar los días a la aparición de los brotes, por lo que la brotación se produjo más precozmente. Estos resultados pueden deberse a lo manifestado por Sica (2013), que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores y pueden promover o inhibir el desarrollo físico de las plantas. Dentro de los fitorreguladores los hay de tipo radicante o estimulante de la formación de nuevas raíces o del enraizamiento, cuya acción influyó en el proceso de brotación de las yemas, con la obtención de menor tiempo al inicio de la brotación.

4.1.2. Porcentaje de tubérculos brotados

El porcentaje de tubérculos brotados, registrado a los 32 días de transcurrido el ensayo, en cada tratamiento con aplicación de dosis de biol y tiempos de inmersión, fluctuó entre 50,00% y 100%, con promedio general de 75,33% (anexo 3). Mediante el análisis de variancia (cuadro 7), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de biol fue significativo a nivel del 1%, con tendencia lineal a este mismo nivel. El factor tiempos de inmersión reportó diferencias a nivel del 5%, con tendencia lineal altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por tiempos. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; mientras que el coeficiente de variación fue de 7,36%, valor que concede confiabilidad a los resultados reportados.

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTADOS

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	46,67	23,33	0,76 ns
Tratamientos	9	3 946,67	438,52	14,27 **
Dosis de biol (D)	2	2 340,74	1 170,37	38,07 **
Efecto lineal	1	2 222,22	2 222,22	72,29 **
Efecto cuadrático	1	118,52	118,52	3,86 ns
Tiempo de inmersión (T)	2	3612,96	181,48	5,90 *
Efecto lineal	1	355,56	355,56	11,57 **
Efecto cuadrático	1	7,41	7,41	0,24 ns
D x T	4	81,48	20,37	0,66 ns
Testigo vs. resto	1	1 161,48	1 161,48	37,78 **
Error experimental	18	553,33	30,74	
Total	29	4 546,67		

Coeficiente de variación: 7,36%

Promedio: 75,33%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del porcentaje de tubérculos brotados, se establecieron cinco rangos de significación (cuadro 8). El mayor porcentaje de tubérculos brotados reportó el

tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con el mayor promedio de 96,67%, ubicado en el primer rango; seguido del tratamiento D3T2 (3 l/10 l de agua, 2 horas), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 90,00% de tubérculos brotados. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores; en tanto que, el testigo, que no recibió aplicación de biol, reportó el menor porcentaje de tubérculos brotados, con promedio de 56,67%, ubicado en el quinto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTADOS

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
9	D3T3	96,67	a
8	D3T2	90,00	ab
7	D3T1	83,33	abc
6	D2T3	76,67	bcd
3	D1T3	73,33	cd
4	D2T1	73,33	cd
5	D2T2	73,33	cd
2	D1T2	66,67	de
1	D1T1	63,33	de
10	T	56,67	e

Examinando el factor dosis de biol, en el porcentaje de tubérculos brotados a los 32 días del inicio del ensayo, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 9). El mayor porcentaje de tubérculos brotados se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 de agua (D3), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 90%; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 2 l/10 de agua (D2) y los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 1 l/10 de agua (D1), reportaron menor porcentaje de tubérculos brotados, al compartir el segundo rango, con promedios de 74,44% y 67,78%, en su orden.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTADOS

Dosis de biol	Promedio	Rango
D3 (3 l/10 l de agua)	90,00	a
D2 (2 l/10 l de agua)	74,44	b
D1 (1 l/10 l de agua)	67,78	b

Gráficamente, mediante la figura 4, se muestra la regresión lineal para el factor dosis de biol versus el porcentaje de tubérculos brotados, indicando la tendencia lineal positiva de la recta, que el porcentaje de tubérculos brotados fue mayor, conforme se incrementaron las dosis de biol en los tubérculos, obteniendo los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con el mayor porcentaje de tubérculos brotados.

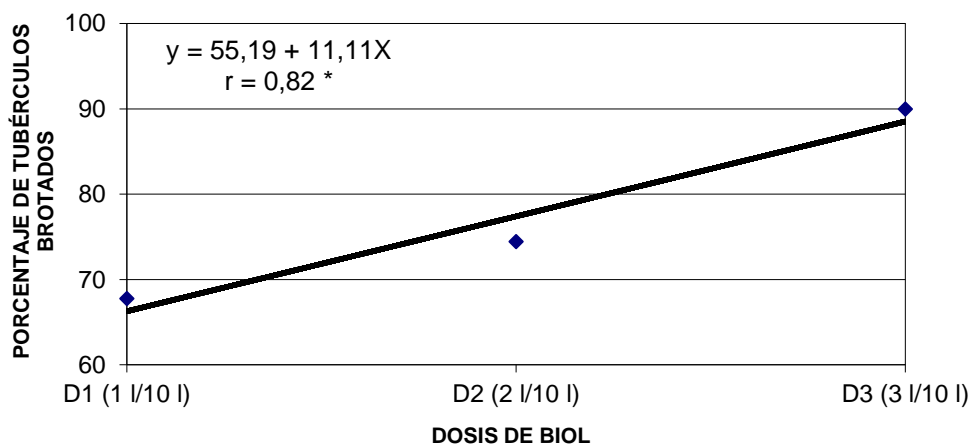


Figura 4. Regresión lineal para dosis de biol versus porcentaje de tubérculos brotados

En referencia al factor tiempos de inmersión, en el porcentaje de tubérculos brotados a los 32 días del inicio del ensayo, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 10). El mayor porcentaje de tubérculos brotados se obtuvo en los tratamientos que

permanecieron en la solución de biol, por el lapso de 3 horas (T3), con promedio de 82,22%, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 2 horas (T2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 76,67%. El menor porcentaje de tubérculos brotados reportaron los tratamientos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 1 horas (T1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 73,33%.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE INMERSIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTADOS

Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
T3 (3 horas)	82,22	a
T2 (2 horas)	76,67	ab
T1 (1 hora)	73,33	b

La figura 5, grafica la regresión lineal para tiempos de inmersión versus el porcentaje de tubérculos brotados, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que, éste porcentaje tendió a incrementar, conforme los tubérculos permanecieron mayor tiempo sumergidos en la solución de biol, encontrando los mejores resultados en los tratamientos del tiempo de 3 horas de inmersión (T3), cuyo porcentaje de tubérculos brotados fue significativamente mayor.

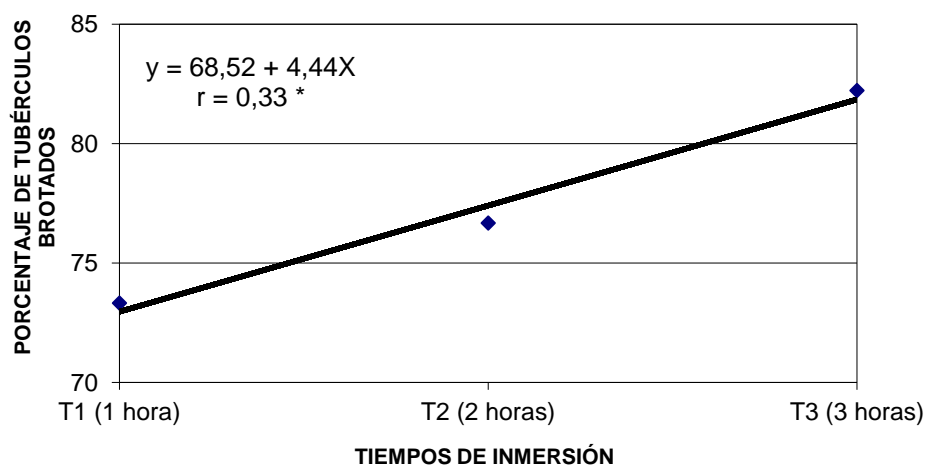


Figura 5. Regresión lineal para tiempos de inmersión versus porcentaje de tubérculos brotados

Evaluando los resultados del porcentaje de tubérculos brotados a los 32 días del inicio del ensayo, permiten afirmar que, la aplicación de biol en tres dosis y tres tiempos de inmersión, influenciaron positivamente en el número de tubérculos brotados, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de la solución de biol, reportaron mayores porcentajes de tubérculos brotados, que lo observado en el testigo. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), con el cual, el porcentaje de tubérculos brotados se incrementó en promedio de 22,22%, que los tratamientos de la dosis D1. Así mismo, sumergiendo los tubérculos en la solución de biol por el lapso de tiempo de 3 horas (T3), se alcanzaron los mejores resultados, con el cual se consiguió incrementar este porcentaje en promedio de 8,89%, que lo reportado en los tratamientos del tiempo de 1 hora (T1); por lo que es posible inferir que, la acción de sumergir los tubérculos de papa semilla variedad Fripapa, en la solución de biol conformada por 3 l/10 l, durante 3 horas, es el tratamiento adecuado para obtener más cantidad de tubérculos brotados. Estas respuestas pueden deberse a lo mencionado por Promer (2013), el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas; siendo entre ellas el desarrollo de nuevos brotes en los tubérculos de papa semilla, consiguiéndose consecuentemente mayor porcentaje de tubérculos brotados.

4.1.3. Número de brotes por tubérculo

Mediante los anexos 4, 5 y 6 se presentan los valores del número de brotes por tubérculo, registrados a los 32, 48 y 64 días, en cada tratamiento con aplicación de biol y tiempos de inmersión, respectivamente, cuyos valores fluctuaron desde 2,60 brotes hasta 3,80 brotes, con promedio de 3,21 brotes a los 32 días, desde 3,10 brotes hasta 5,40 brotes, con promedio de 4,03 brotes a los 48 días y desde 3,30 brotes hasta 6,10 brotes, con promedio de 4,06 brotes a los 64

días. Según el análisis de variancia (cuadro 11), se observaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos a los 48 y 64 días. El factor dosis de biol fue significativo a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa, en las dos lecturas. El factor tiempos de inmersión reportó diferencias a nivel del 1% a los 64 días, con tendencia lineal significativa a este mismo nivel; no registrando significación la interacción entre dosis por tiempos de inmersión. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; siendo el coeficiente de variación de 10,58%, 8,32% y 7,98%, para cada lectura, en su orden, lo cual confiere alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS

Fuente de variación	Grados de libertad	A los 32 días		A los 48 días		A los 64 días	
		Cuadrados Medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,08	0,69 ns	0,35	3,12 ns	0,25	1,90 ns
Tratamientos	9	0,21	1,84 ns	1,16	10,30 **	1,20	8,98 **
Dosis biol (D)	2	0,25	2,08 ns	3,30	30,00 **	2,17	16,69 **
Efecto lineal	1			6,60	58,84 **	4,30	32,33 **
Efecto cuad.	1			0,00	0,00 ns	0,04	0,27 ns
Tiem. inm. (T)	2	0,13	1,08 ns	0,25	2,27 ns	1,00	7,69 **
Efecto lineal	1					0,04	15,03 **
Efecto cuad.	1					0,00	0,01 ns
D x T	4	0,03	0,25 ns	0,11	1,00 ns	0,14	1,08 ns
Test. vs. resto	1	0,98	8,53 *	2,86	25,51 **	3,84	28,86 **
Error experim.	18	0,12		0,11		0,13	
Total	29						
Coef. de var. (%) =		10,58%		8,32 %		7,98%	
Promedio:		3,21		4,03		4,61	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el número de brotes por tubérculo a los 48 y 64 días, se detectaron cinco rangos de significación a los 48 días y dos rangos de significación a los 64 días (cuadro 12). A los 48 días, el mayor número de brotes por tubérculo, se obtuvo en los

tratamientos D3T1 (3 l/10 l de agua, 1 hora) y D3T2 (3 l/10 l de agua, 2 horas), con promedio compartido de 4,77 brotes, mientras que a los 64 días, en el tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con promedio de de 5,40 brotes, al ubicarse en el primer rango, seguido del tratamiento D2T3 (2 l/10 l de agua, 3 horas) a los 64 días, que compartió el primer rango, con promedio de 5,33 brotes. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores; observándose al testigo, que no recibió aplicación de biol, con el menor número de brotes por tubérculo, con promedios de 3,10 brotes y 3,53 brotes, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 48 Y 64 DÍAS

Tratamientos		Promedios y rangos			
No.	Símbolo	A los 48 días		A los 64 días	
7	D3T1	4,77	a	5,00	a
8	D3T2	4,77	a	5,17	a
9	D3T3	4,67	ab	5,40	a
5	D2T2	4,43	abc	4,60	ab
6	D2T3	4,20	abcd	5,33	a
4	D2T1	3,77	bcde	4,40	ab
3	D1T3	3,67	cde	4,43	ab
2	D1T2	3,60	cde	4,43	ab
1	D1T1	3,30	de	3,77	b
10	T	3,10	e	3,53	b

Con respecto a las dosis de aplicación biol, en la evaluación del número de brotes por tubérculo a los 48 y 64 días, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron tres rangos de significación bien definidos a los 48 días y dos rangos de significación bien definidos a los 64 días (cuadro 13). Mayor número de brotes por tubérculo desarrollaron los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 de agua (D3), con promedios de 4,73 brotes a los 48 días y 5,19 brotes a los 64 días, ubicados en el primer rango; seguidos de los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 2 l/10 de agua (D2); ubicado en el segundo a los 48 días, con promedio de 4,13 brotes y compartió el primer rango a los 64 días, con promedio de 4,78 brotes; en tanto

que, los tratamientos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 1 l/10 de agua (D1), reportaron menor número de brotes por tubérculo, al ubicarse en el último rango y lugar en la prueba, con promedios de 3,52 brotes y 4,21 brotes, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 48 Y 64 DÍAS

Dosis de biol	Promedios y rangos			
	A los 48 días		A los 64 días	
D3 (3 l/10 l de agua)	4,73	a	5,19	a
D2 (2 l/10 l de agua)	4,13	b	4,78	a
D1 (1 l/10 l de agua)	3,52	c	4,21	b

La figura 6, representa la regresión lineal para dosis de biol versus el número de brotes por tubérculo a los 48 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, demuestra que, el número de brotes por tubérculo fue significativamente mayor, conforme se incrementaron las dosis de biol en los tubérculos, alcanzándose los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con el mejor número de brotes.

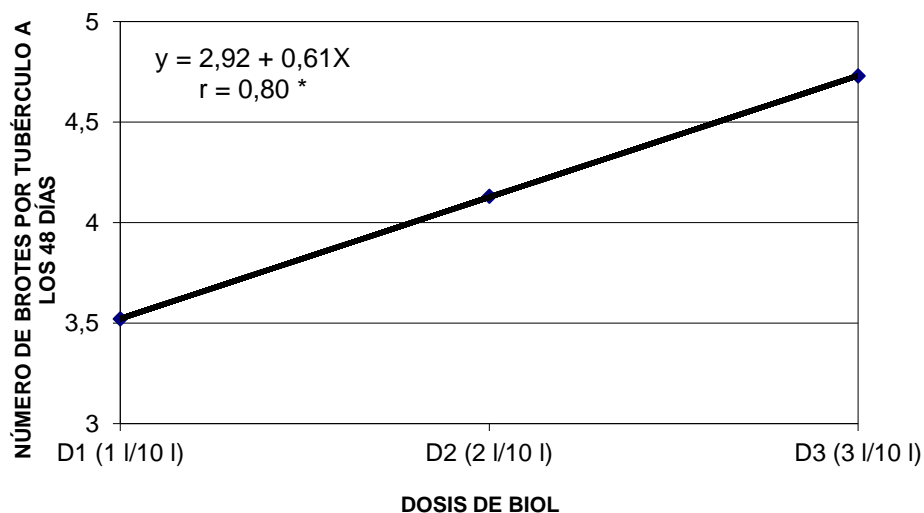


Figura 6. Regresión lineal para dosis de biol versus número de brotes por tubérculo a los 48 días

Gráficamente, mediante la figura 7, se ilustra la regresión lineal para dosis de biol versus el número de brotes por tubérculo a los 64 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que, el número de brotes por tubérculo fue significativamente mayor, a medida que se incrementaron las dosis de biol en los tubérculos, obteniéndose los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con el mayor número de brotes.

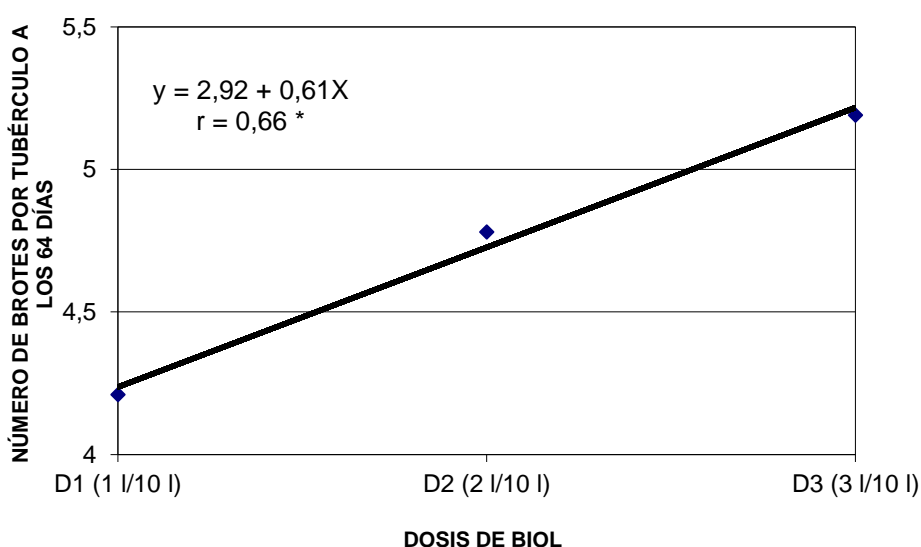


Figura 7. Regresión lineal para dosis de biol versus número de brotes por tubérculo a los 64 días

Mediante la curva de crecimiento del número de brotes por tubérculo a los 32, 48 y 64 días, en los tratamientos que recibieron aplicación de tres dosis de biol, se apreció que, en general, los tubérculos que recibieron aplicación de la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), desarrollaron mayor número de brotes, en las tres lecturas, por lo que fue el mejor tratamiento; mientras que, los tratamientos de la dosis de 1 l/10 l de agua (D1), experimentaron menor número de brotes por tubérculo (figura 8).

Evaluando los tiempos de inmersión, en el número de brotes por tubérculo a los 64 días, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 14). Mayor número de brotes

por tubérculo desarrollaron los tratamientos que permanecieron en la solución de biol, por el lapso de 3 horas (T3), con promedio de 5,06 brotes, al ubicarse en el primer rango; seguido de los tratamientos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 2 horas (T2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 4,73 brotes. El menor número de brotes por tubérculo, por su parte, reportaron los tratamientos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 1 horas (T1), ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 4,39 brotes.

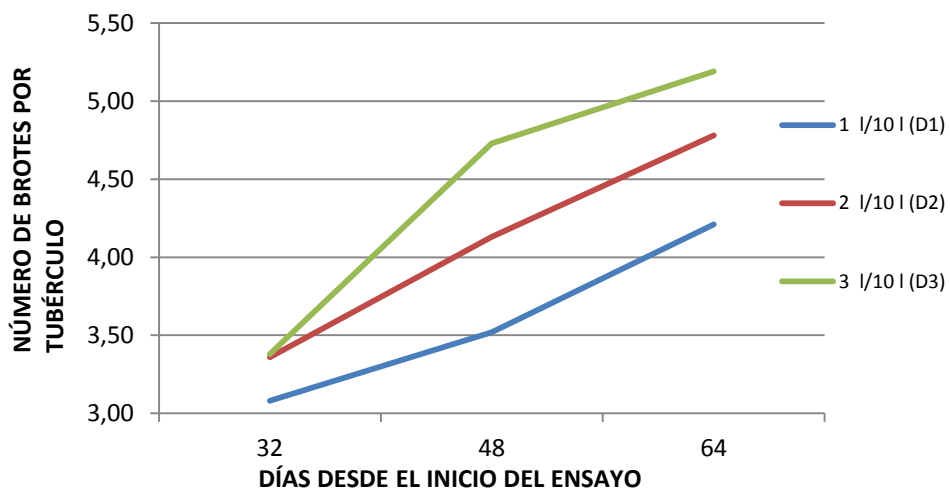


Figura 8. Curva de crecimiento para número de brotes por tubérculo, con respecto a dosis de biol

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE INMERSIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 64 DÍAS

Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
T3 (3 horas)	5,06	a
T2 (2 horas)	4,73	ab
T1 (1 hora)	4,39	b

La figura 9, representa la regresión lineal entre tiempos de inmersión versus el número de brotes por tubérculo a los 64 días, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que el número de brotes fue significativamente mayor, a

medida que los tubérculos permanecieron mayor tiempo sumergidos en la solución de biol, ubicándose los mejores resultados en los tratamientos del tiempo de 3 horas de inmersión (T3), cuyo número de brotes por tubérculo fue relevantemente mayor.

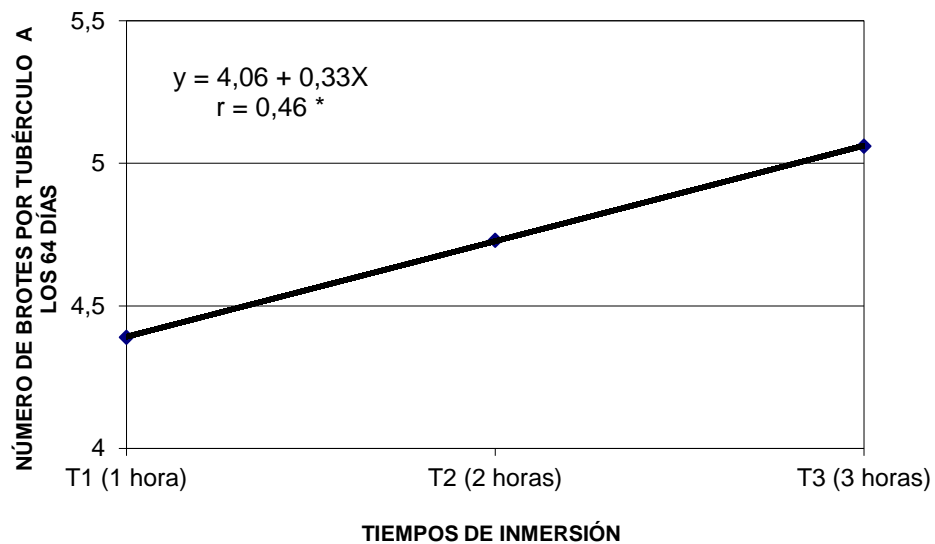


Figura 9. Regresión lineal para tiempos de inmersión versus número de brotes por tubérculo a los 64 días

Representando la curva de crecimiento del número de brotes por tubérculo a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo, con respecto a tiempos de inmersión, se estableció que, el número de brotes fue significativamente mayor, en los tubérculos que permanecieron en la solución de biol por el tiempo de 3 horas (T3), por lo que fue el tratamiento más efectivo; mientras que, los tubérculos que permanecieron en la solución de biol por el tiempo de 1 hora (T1), reportaron menor número de brotes en las tres lecturas (figura 10).

Analizando los resultados del número de brotes por tubérculo, es posible asegurar que, la aplicación de biol en tres dosis y tres tiempos de inmersión, influenciaron favorablemente en el número de brotes por tubérculo, debido a que, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de la solución de biol, reportaron mayor número de brotes, que lo observado en los tubérculos del

testigo. Es así que, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), con el cual, el número de brotes por tubérculo se incrementó en promedio de 1,21 brotes a los 48 días y 0,98 brotes a los 64 días, que los tratamientos de la dosis D1.

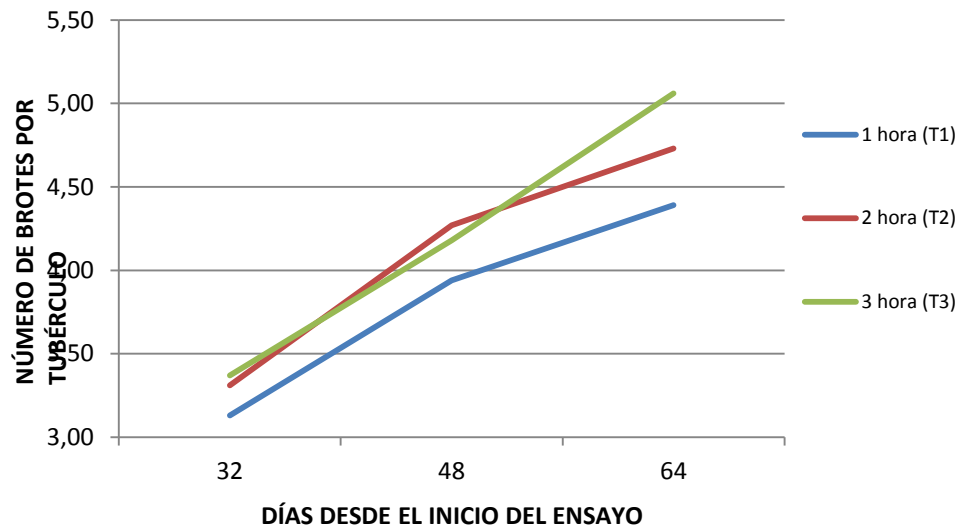


Figura 10. Curva de crecimiento para número de brotes por tubérculo, con respecto a tiempos de inmersión

Igualmente, sumergiendo los tubérculos en la solución de biol por el lapso de tiempo de 3 horas (T3), se alcanzaron los mejores resultados, consiguiéndose incrementar este número en promedio de 0,67 brotes a los 64 días, que lo reportado en los tratamientos del tiempo de 1 hora (T1). Estos resultados permiten inferir que, la práctica de sumergir los tubérculos de papa semilla variedad Fripapa, en la solución de biol conformada por 3 l/10 l, durante 3 horas, es el tratamiento apropiado para favorecer el mayor número de brotes por tubérculo. Es posible que, el biol, al ser una fuente de fitorreguladores, que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Suquilanda, 2001), proporcione a los tubérculos de papa semilla las hormonas adecuadas para promover el desarrollo de nuevos brotes, más vigorosas, lo que mejora consecuentemente los porcentajes de emergencia de las plantas, en el sitio definitivo.

4.1.4. Longitud del brote

Los anexos 7, 8 y 9, indican los valores correspondientes al crecimiento en longitud del brote, registrado a los 32, 48 y 64 días, en cada tratamiento con aplicación de dosis de biol y tiempos de inmersión, cuyas longitudes variaron desde 4,12 cm hasta 6,85 cm, con promedio de 5,17 cm a los 32 días, desde 6,82 cm hasta 9,95 cm, con promedio de 7,93 cm a los 48 días y desde 7,78 cm hasta 10,71 cm, con promedio de 9,14 cm a los 64 días. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 15), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos a los 48 y 64 días. El factor dosis de biol fue significativo a nivel del 1%, con tendencia lineal altamente significativa, en las dos lecturas. El factor tiempos de inmersión no reportó diferencias estadísticas; igualmente la interacción entre los dos factores. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 12,15%, 7,13% y 6,44%, para cada lectura, en su orden, valores que confieren alta confiabilidad a los resultados estadísticos.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS

Fuente de variación	Grados de libertad	A los 32 días		A los 48 días		A los 64 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados Medios	Valor de F	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,30	0,76 ns	0,04	0,11 ns	0,09	0,27 ns
Tratamientos	9	0,41	1,04 ns	2,12	6,65 **	1,65	4,75 **
Dosis biol (D)	2	0,28	0,72 ns	7,28	22,75 **	4,02	11,49 **
Efecto lineal	1			13,94	43,67 **	7,85	22,69 **
Efecto cuad.	1			0,61	1,92 ns	0,18	0,51 ns
Tiem. inm. (T)	2	0,57	1,46 ns	0,39	1,22 ns	0,68	1,94 ns
D x T	4	0,06	0,15 ns	0,31	1,00 ns	0,10	0,29 ns
Test. vs. resto	1	1,75	4,44 ns	3,35	10,51 **	5,02	14,50 **
Error experim.	18	0,39		0,32		0,35	
Total	29						
Coef. de var. (%) =		12,15%		7,13%		6,44%	
Promedio (cm):		5,17		7,93		9,14	

ns = no significativo

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del crecimiento en longitud del brote a los 48 y 64 días, estableció cuatro rangos de significación a los 48 días y dos rangos de significación a los 64 días (cuadro 16). El mayor crecimiento en longitud del brote, se observó en el tratamiento D3T2 (3 l/10 l de agua, 2 horas), con promedio de 9,27 cm a los 48 días y 10,14 cm a los 64 días, al ubicarse estos dos valores en el primer rango, seguido a los 64 días de los tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas) y D3T1 (3 l/10 l de agua, 1 hora), que compartió el primer rango, con promedios de 10,13 cm y 9,60 cm, respectivamente. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores; detectándose al testigo, con el menor crecimiento en longitud del brote, cuyos promedios fueron de 6,92 cm y 7,91 cm, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 48 Y 64 DÍAS

Tratamientos		Promedios (cm) y rangos			
No.	Símbolo	A los 48 días		A los 64 días	
8	D3T2	9,27	a	10,14	a
9	D3T3	9,05	ab	10,13	a
7	D3T1	8,75	abc	9,70	a
6	D2T3	8,17	abcd	9,59	ab
5	D2T2	7,80	abcd	9,06	ab
4	D2T1	7,50	bcd	8,83	ab
3	D1T3	7,43	bcd	8,99	ab
2	D1T2	7,19	cd	8,47	ab
1	D1T1	7,18	cd	8,56	ab
10	T	6,92	d	7,91	b

Analizando las dosis de aplicación biol, en la evaluación del crecimiento en longitud del brote a los 48 y 64 días, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación bien definidos en las dos lecturas (cuadro 17). Los brotes experimentaron mayor longitud, en los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 de agua (D3), con promedios de 9,02 cm a los 48 días y 9,99 cm a los 64 días, al ubicarse en el primer rango; en tanto que, los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la

dosis de 2 l/10 de agua (D2) y los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 1 l/10 de agua (D1), reportaron menor crecimiento en longitud del brote, al compartir el segundo rango, con promedios de 7,26 cm y 8,67 cm, para cada lectura, en su orden.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE LONGITUD DEL BROTE A LOS 48 Y 64 DÍAS

Dosis de biol	Promedios (cm) y rangos			
	A los 48 días		A los 64 días	
D3 (3 l/10 l de agua)	9,02	a	9,99	a
D2 (2 l/10 l de agua)	7,82	b	9,16	b
D1 (1 l/10 l de agua)	7,26	b	8,67	b

Mediante la figura 11, se caracteriza la regresión lineal para dosis de biol versus la longitud del brote a los 48 días, indicando la tendencia lineal positiva de la recta, que el crecimiento en longitud del brote fue significativamente mayor, a medida que los tubérculos recibieron mayores dosis de biol, reportando los mejores resultados los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con los brotes de mayor longitud.

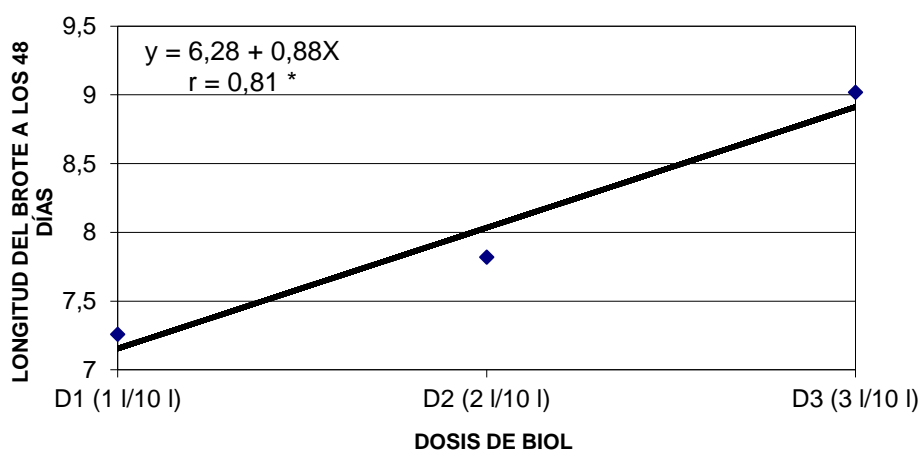


Figura 11. Regresión lineal para dosis de biol versus longitud del brote a los 48 días

Según la figura 12, que ilustra la regresión lineal para dosis de biol versus la longitud del brote a los 64 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, indica que el crecimiento en longitud del brote fue significativamente mayor, a medida que los tubérculos recibieron mayores dosis de biol, se obtuvieron los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con los brotes de mayor longitud.

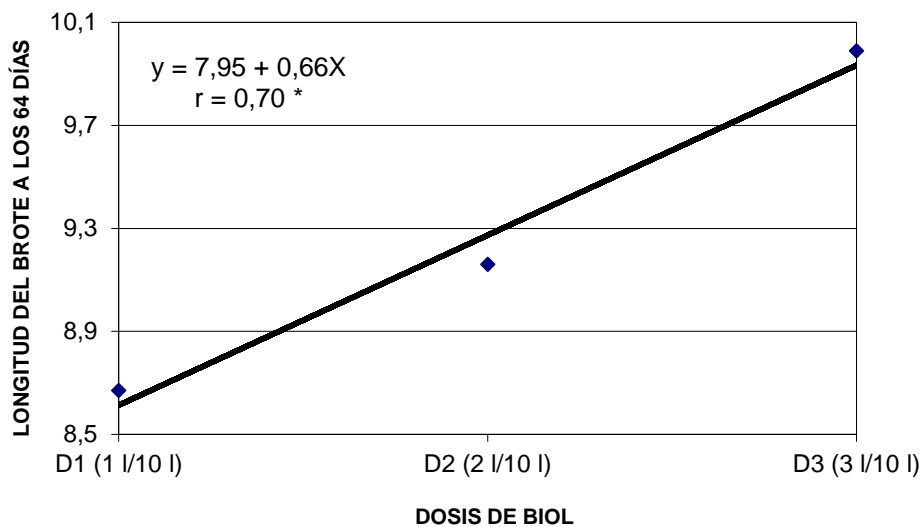


Figura 12. Regresión lineal para dosis de biol versus longitud del brote a los 64 días

Graficando la curva de crecimiento de la longitud del brote a los 32, 48 y 64 días con aplicación de tres dosis de biol, se observó que, éste crecimiento fue significativamente mejor, en los brotes de los tubérculos que recibieron aplicación de la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), desarrollando mayor elongación, por lo que fue el tratamiento más relevante; en tanto que, los brotes de los tubérculos de la dosis de 1 l/10 l de agua (D1), experimentaron menor crecimiento en longitud en las tres lecturas (figura 13). Observando los resultados del crecimiento en longitud del brote, se puede apreciar que, la aplicación de biol en tres dosis y tres tiempos de inmersión, favorecieron el crecimiento en longitud de los brotes, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de la solución de biol,

reportaron brotes de mayor longitud, que lo observado en los brotes de los tubérculos del testigo.

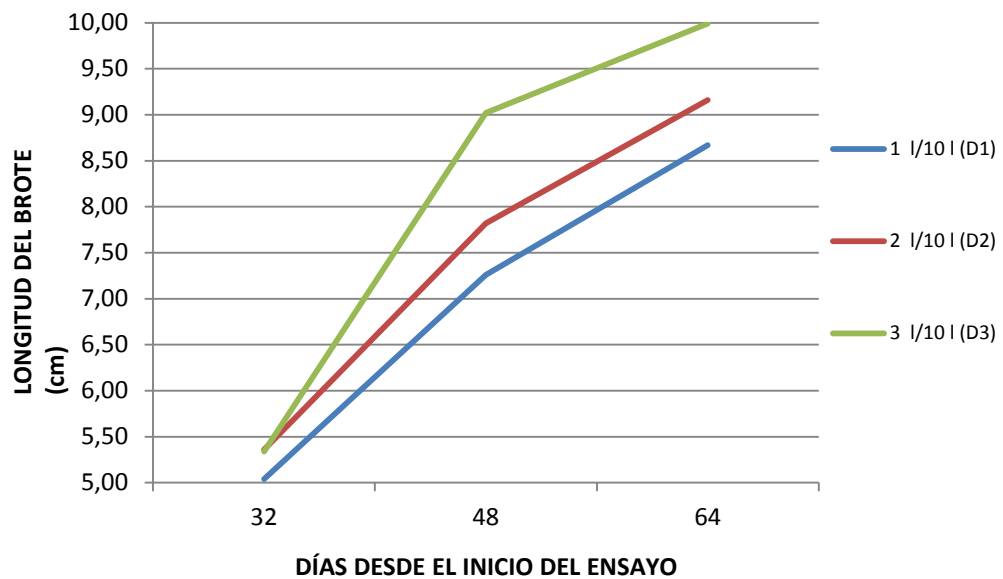


Figura 13. Curva de crecimiento para longitud del brote, con respecto a dosis de biol

Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), con el cual, la longitud del brote se incrementó en promedio de 1,76 cm a los 48 días y 1,32 cm a los 64 días, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis D1; lo que permite inferir que, el sumergir los tubérculos de papa semilla variedad Fripapa, en la solución de biol conformada por 3 l/10 l, durante 3 horas, es el tratamiento adecuado para favorecer el crecimiento y desarrollo de los brotes, lo que favorecerá la mejor emergencia de las plantas en el sitio definitivo. En este sentido, Pino (2005), menciona que el biol como 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 (amplia la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, características, lo que favoreció el desarrollo de los brotes, consiguiéndose mayor crecimiento en longitud.

4.1.5. Diámetro del brote

En los anexos 10, 11 y 12, se indican los valores correspondientes al crecimiento en diámetro del brote, registrado a los 32, 48 y 64 días, en cada tratamiento con aplicación de tres dosis de biol y tres tiempos de inmersión, cuyos diámetros variaron desde 0,20 cm hasta 0,26 cm, con promedio de 0,23 cm a los 32 días, desde 0,25 cm hasta 0,32 cm, con promedio de 0,29 cm a los 48 días y desde 0,28 cm hasta 0,49 cm, con promedio de 0,38 cm a los 482 días. El análisis de variancia (cuadro 18), estableció diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos a los 64 días. El factor dosis de biol fue significativo a nivel del 1%, con tendencia lineal y cuadrática a este mismo nivel. El factor tiempos de inmersión reportó diferencias estadísticas a nivel del 5%, con tendencia lineal altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por tiempos de inmersión. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 9,90%, 7,29% y 5,09%, para cada lectura, en su orden, lo que da alta confiabilidad a los resultados presentados.

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 32, 48 Y 64 DÍAS

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 32 días		A los 48 días		A los 64 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados Medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,0008	1,58 ns	0,0006	1,44 ns	0,00001	0,04 ns
Tratamientos	9	0,0007	1,29 ns	0,0006	1,35 ns	0,01	26,65 **
Dosis biol (D)	2	0,0007	1,23 ns	0,0012	2,49 ns	0,03	79,54 **
Efecto lineal	1					0,05	144,64 **
Efecto cuad.	1					0,01	21,87 **
Tiem. inm. (T)	2	0,0005	0,93 ns	0,00003	0,07 ns	0,0023	6,07 *
Efecto lineal	1					0,004	12,67 **
Efecto cuad.	1					0,00001	0,05 ns
D x T	4	0,0003	0,55 ns	0,00009	0,19 ns	0,00012	0,32 ns
Test. vs. resto	1	0,002	4,34 ns	0,0024	5,56 *	0,02	59,29 **
Error experim.	18	0,00059		0,00049		0,00039	
Total	29						
Coef. de var. (%) =		9,90%		7,29%		5,09%	
Promedio (cm):		0,23		0,29		0,38	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el crecimiento en diámetro del brote a los 64 días, se registraron cuatro rangos de significación (cuadro 19). Los brotes de mayor diámetro reportó el tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con promedio de 0,47 cm, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos D3T2 (3 l/10 l de agua, 2 horas) y D3T1 (3 l/10 l de agua, 1 hora), que compartieron el primer rango, con promedios de 0,45 cm y 0,44 cm, respectivamente. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores; ubicándose en el cuarto rango y último lugar en la prueba, el testigo, al reportar el menor crecimiento en diámetro del brote, con promedio de 0,30 cm.

CUADRO 19. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
9	D3T3	0,47	a
8	D3T2	0,45	a
7	D3T1	0,44	a
6	D2T3	0,38	b
3	D1T3	0,36	bc
5	D2T2	0,36	bc
2	D1T2	0,35	bcd
4	D2T1	0,34	bcd
1	D1T1	0,33	cd
10	T	0,30	d

En cuanto al factor dosis de biol, en la evaluación del diámetro del brote a los 64 días, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 20). Los brotes experimentaron mayor crecimiento en diámetro en los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 de agua (D3), ubicado en el primer rango, con promedio de 0,45 cm; en tanto que, los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 2 l/10 de agua (D2) y los tubérculos que recibieron aplicación de biol en la dosis de 1 l/10 de agua (D1), reportaron brotes de menor diámetro, al compartir el segundo rango, con promedios de 0,36 cm y 0,34 cm, respectivamente.

La figura 14, ilustra la regresión lineal y cuadrática para dosis de biol versus el diámetro del brote a los 64 días, en donde la tendencia lineal positiva de la recta y de la parábola, demuestra que el crecimiento en diámetro del brote fue significativamente mayor, a medida que los tubérculos recibieron mayores dosis de biol, alcanzándose los mejores resultados en los tratamientos de la dosis de 3 l/10 l de agua, con los mayor diámetros del brote.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE BIOL EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS

Dosis de biol	Promedio (cm)	Rango
D3 (3 l/10 l de agua)	0,45	a
D2 (2 l/10 l de agua)	0,36	b
D1 (1 l/10 l de agua)	0,34	b

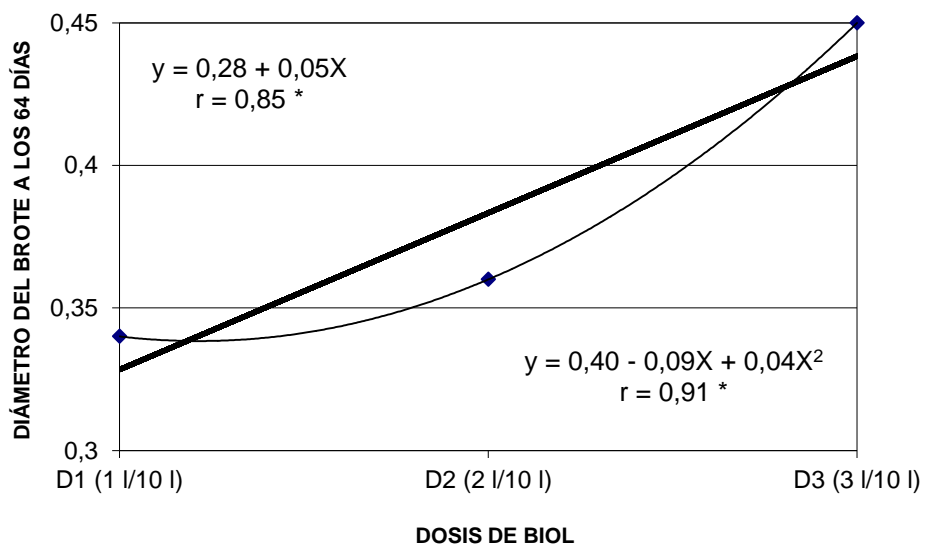


Figura 14. Regresión lineal y cuadrática para dosis de biol versus diámetro del brote a los 64 días

Representando la curva de crecimiento del diámetro del brote a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo, con aplicación de tres dosis de biol, se detectó que, éste crecimiento fue significativamente mejor, en los brotes de los tubérculos que recibieron aplicación de la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), desarrollando mayor crecimiento en diámetro, por lo que fue el tratamiento más efectivo; mientras que, los brotes de los tubérculos de la dosis de 1 l/10 l de agua (D1), experimentaron menor crecimiento en diámetro en las tres lecturas (figura 15).

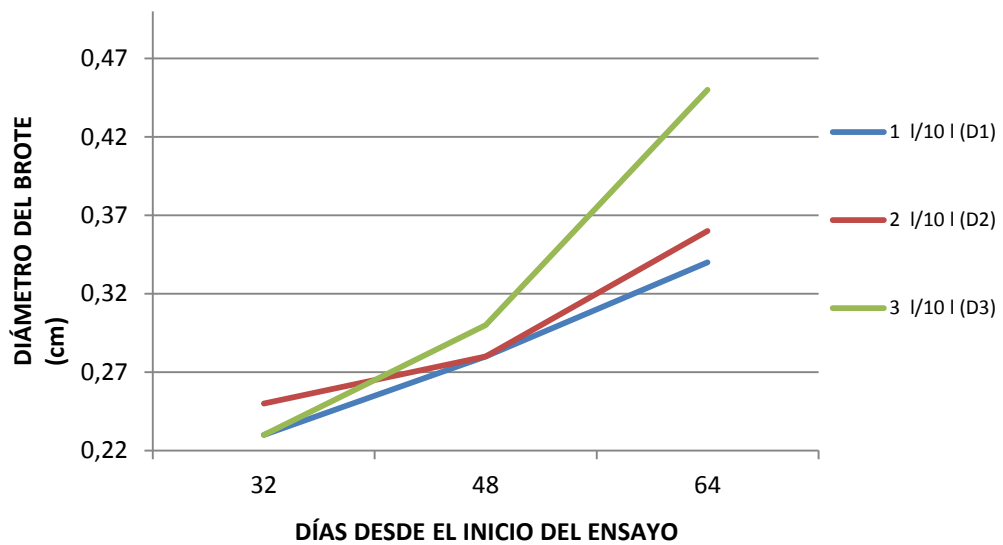


Figura 15. Curva de crecimiento para diámetro del brote, con respecto a dosis de biol

Examinando los tiempos de inmersión, en el crecimiento en diámetro del brote a los 64 días, la prueba de significación de Tukey al 5%, separo los promedios en dos rangos de significación (cuadro 21). El mayor crecimiento en diámetro del brote experimentaron los tratamientos que permanecieron en la solución de biol, por el lapso de 3 horas (T3), con promedio de 0,40 cm, al ubicarse en el primer rango; seguido de los tratamientos que permanecieron en la solución de biol por el lapso de 2 horas (T2), que compartió el primero y segundo rangos, con diámetro promedio de 0,39 cm. El menor crecimiento en diámetro del brote, por su parte, reportaron los tratamientos que permanecieron en la solución

de biol por el lapso de 1 horas (T1), ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 0,37 cm.

Mediante la figura 16, se ilustra la regresión lineal entre tiempos de inmersión versus el diámetro del brote a los 64 días, demostrando la tendencia lineal positiva de la recta, que el crecimiento en diámetro del brote se incrementó, a medida que los tubérculos permanecieron mayor tiempo sumergidos en la solución de biol, ubicándose los mejores resultados en los tratamientos del tiempo de 3 horas de inmersión (T3), cuyo diámetro del brote fue notablemente mayor.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TIEMPOS DE INMERSIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS

Tiempos de inmersión	Promedio (cm)	Rango
T3 (3 horas)	0,40	a
T2 (2 horas)	0,39	ab
T1 (1 hora)	0,37	b

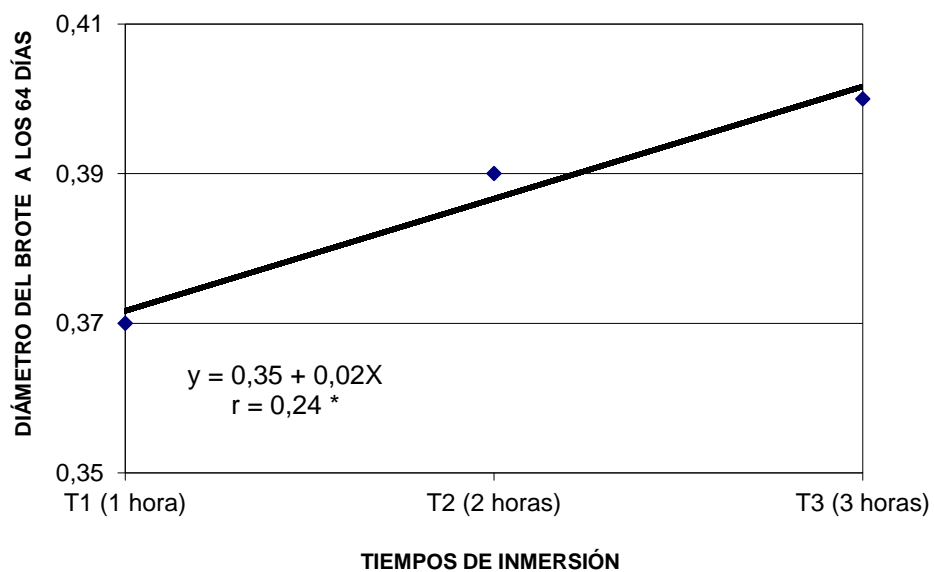


Figura 16. Regresión lineal para tiempos de inmersión versus diámetro del brote a los 64 días

Graficando la curva de crecimiento del diámetro del brote a los 32, 48 y 64 días del inicio del ensayo, con respecto a tiempos de inmersión, se registró que, el diámetro del brote fue significativamente mayor, en los brotes de los tubérculos que permanecieron en la solución de biol por el tiempo de 3 horas (T3), por lo que fue el tratamiento más eficaz; mientras que, los tubérculos que permanecieron en la solución de biol por el tiempo de 1 horas (T1), reportaron brotes con menor diámetro, especialmente a los 64 días (figura 17).

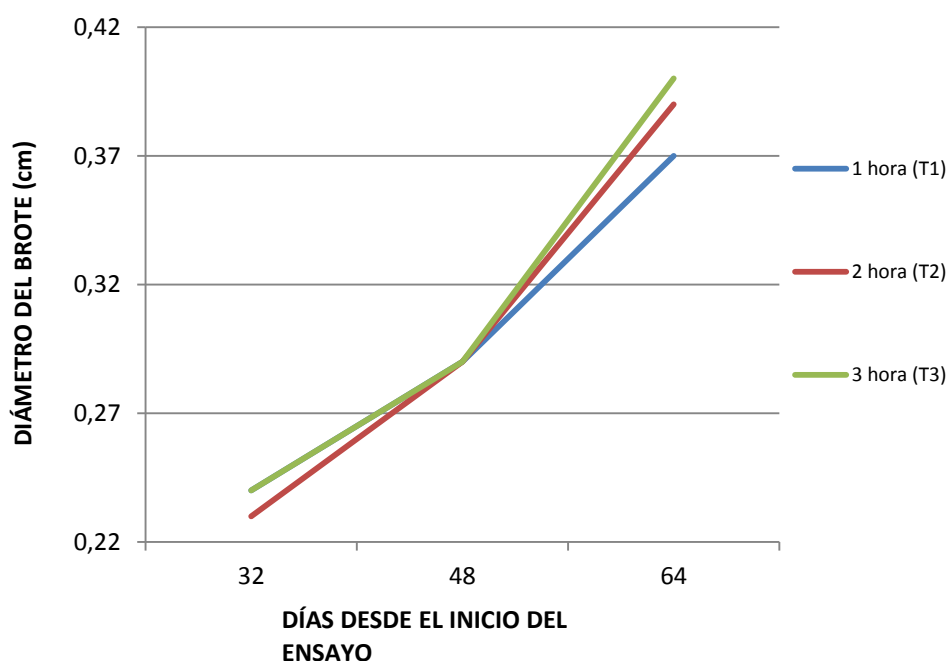


Figura 17. Curva de crecimiento para diámetro del brote, con respecto a tiempos de inmersión

La evaluación estadística del crecimiento en diámetro del brote, permite deducir que, la aplicación de biol en tres dosis y tres tiempos de inmersión, favorecieron este crecimiento, debido a que, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de la solución de biol, reportaron brotes de mayor diámetro, que lo observado en los brotes del testigo, que no recibió aplicación de biol. Es así

que, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), con el cual, el diámetro del brote se incrementó en promedio de 0,11 cm a los 64 días, que los tratamientos de la dosis D1. Igualmente, sumergiendo los tubérculos en la solución de biol por el lapso de tiempo de 3 horas (T3), se alcanzaron los mejores resultados, consiguiéndose incrementar este diámetro en promedio de 0,03 cm a los 64 días, que lo reportado en los tratamientos del tiempo de 1 hora (T1). Estos resultados permiten afirmar que, la práctica de sumergir los tubérculos de papa semilla variedad Fripapa, en la solución de biol conformada por 3 l/10 l, durante 3 horas, es el tratamiento apropiado para mejorar el crecimiento y desarrollo de los brotes, siendo estos más vigorosos. Es posible que haya sucedido lo citado por Suquilanda (2001), que dentro de los biofertilizantes se destaca el biol, que es un excelente abono orgánico foliar, utilizado especialmente para los cultivos de papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales; debido a que el biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas; debido a que éstas absorben la amplia diversidad de sustancias producidas por los microorganismos en biofertilizantes, las plantas se alimentan de forma equilibrada y utilizan mejor la energía. Esto regula y tonifica el metabolismo de las mismas, factores que influenciaron notablemente en el desarrollo de los nuevos brotes de los tubérculos de papa semilla, consecuentemente en el mejor crecimiento en diámetro de los brotes.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS DE COSTOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de tres dosis de biol en tres tiempos de inmersión en la brotación de tubérculos semilla de papa variedad Fripapa, se determinaron los costos de producción del ensayo en 2,55 m² que constituyó el área de la investigación (cuadro 22), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 32,50 para mano de obra, \$ 36,33 para costos de materiales, dando el total de \$ 68,83.

CUADRO 22. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales			Costo unit. \$	Sub total \$	Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.			
Alquiler de cuarto				Cuarto	unid.	1,00	5,00	5,00	5,00
Adquisición de tubérculos	0,25	10,00	2,50	Tubérculos	qq	1,00	5,00	5,00	7,50
Selección de tubérculos	0,25	10,00	2,50	Lavado	qq	1,00	1,00	1,00	3,50
				Selección	unid.	90,00	0,01	0,90	0,90
				Secado	unid.	90,00	0,01	0,90	0,90
				Pesado	unid.	90,00	0,01	0,90	0,90
				Medido	unid.	90,00	0,01	0,90	0,90
Preparación de biol	0,25	10,00	2,50	Estiércol	qq	0,50	1,00	0,50	3,00
				Leguminosa (alfal.)	kg	2,00	0,25	0,50	0,50
				Leche	l	1,00	0,60	0,60	0,60
				Melaza	l	1,00	0,25	0,25	0,25
				Agua	l	100,00	0,01	1,00	1,00
				Levadura	gr	7,00	0,04	0,28	0,28
				Tanque plástico	l	200,00	0,05	10,00	10,00
				Manguera	m	2,00	0,25	0,50	0,50
				Adaptador plástico	unid.	1,00	1,00	1,00	1,00
				Botella plástica	unid.	1,00	0,02	0,02	0,02
Preparación de soluc.	0,50	10,00	5,00	Biol	l	1,50	0,50	0,75	5,75
				Agua	l	7,50	0,01	0,08	0,08
Inmersión de tubérculos	0,50	10,00	5,00	Balde	l	9,00	0,25	2,25	7,25
Ubicación en bandejas	0,25	10,00	2,50	Platos desechables	unid.	30,00	0,06	1,80	4,30
Rotulación	0,25	10,00	2,50	Rótulos	unid.	30,00	0,02	0,60	3,10
Toma de datos	1,00	10,00	10,00	Lápiz	unid.	1,00	0,30	0,30	10,30
				Cuaderno	unid.	1,00	0,50	0,50	0,50
				Regla	unid.	1,00	0,30	0,30	0,30
				Calibrador Vernier	unid.	1,00	0,50	0,50	0,50
Total			32,50					36,33	68,83

El cuadro 23, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por las dosis de biol utilizadas y por los distintos tiempos de inmersión ensayados. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la utilización de las soluciones de biol que se dotó a cada tratamiento. En el mismo se puede observar que, el mayor costo de producción correspondió al tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con \$ 7,19; causado básicamente por la mayor cantidad de biol utilizado y por el mayor tiempo de inmersión; mientras que el menor costo fue del tratamiento testigo con \$ 5,58, cuyo menor precio se debe a la ausencia de aplicación de biol.

CUADRO 23. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra (\$)	Materiales (\$)	Aplicación de la solución de biol (\$)	Costo total (\$)
D1T1	3,36	3,33	0,17	6,86
D1T2	3,36	3,33	0,29	6,99
D1T3	3,36	3,33	0,42	7,11
D2T1	3,36	3,33	0,21	6,90
D2T2	3,36	3,33	0,33	7,03
D2T3	3,36	3,33	0,46	7,15
D3T1	3,36	3,33	0,25	6,94
D3T2	3,36	3,33	0,38	7,07
D3T3	3,36	3,33	0,50	7,19
T	2,25	3,33		5,58

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la evaluación de tres dosis de biol y tres tiempos de inmersión, en la brotación de tubérculos de papa semilla variedad Frippapa, permiten aceptar la hipótesis (Ha), por cuanto, en general, los tubérculos de los tratamientos que recibieron aplicación de la solución de biol, rompieron la latencia y aceleraron la brotación de las yemas, especialmente en los tubérculos que se sumergieron en la solución de biol en dosis de 3 l/10 l de agua, durante el lapso de tiempo de 3 horas, que reportaron los mejores resultados, con brotes más vigorosos y mayor porcentaje de brotación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Concluida la investigación “Aplicación de dosis de biol para la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Fripapa”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Con la aplicación de biol en la dosis de 3 l/10 l de agua (D3), se alcanzaron los mejores resultados, en la brotación de tubérculos de papa semilla variedad Fripapa, al reportar mejor crecimiento y desarrollo de los nuevos brotes, como también mejores características en la brotación, consiguiéndose acortar los días al inicio de la brotación (18,11 días), los más altos porcentajes de tubérculos brotados (90,00%); mayor número de brotes por tubérculo a los 48 días (4,73 brotes) y a los 64 días (5,19 brotes), con mayor longitud del brote a los 48 días (9,02 cm) y a los 64 días (9,99 cm) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,45 cm); lo que demuestra que es la dosis apropiada de biol, para mejorar la brotación de los tubérculos, a más de contribuir con la práctica de una agricultura limpia, sin utilización de productos químicos. La aplicación de biol en la dosis de 2 l/10 l de agua (D2), se destacó especialmente con el segundo mejor número de brotes por tubérculo a los 64 días (4,78 brotes).

El sumergir los tubérculos de papa semilla por el lapso de tiempo de tres horas (T3), fue el tratamiento que mejores resultados reportó, influenciando favorablemente en la brotación de la yemas, lográndose acortar los días al inicio de la brotación (20,00 días), se obtuvo mayor porcentaje de tubérculos brotados (82,22%), con mejor número de brotes por tubérculo a los 64 días (5,06 brotes) y mejor diámetro del brote a los 64 días (0,40 cm), por lo que es el tiempo de inmersión adecuado para lograr el mejor efecto de la solución de biol,

obteniéndose brotes con mejores características y contribuyendo al mejoramiento de las técnicas de agricultura ecológica, sin deteriorar el medio ambiente.

De la interacción de dosis de solución de biol por tiempos de inmersión, al no observarse significación en prácticamente todas las variables analizadas, se deduce que, las dosis de biol y los tiempos de inmersión influenciaron a los tubérculos semilla en forma independiente, cuya acción es significativa si se compara con lo obtenido en el testigo.

El testigo, al no recibir aplicación de solución de biol, reportó los tubérculos con menor brotación, como también menor crecimiento y desarrollo de los nuevos brotes (días al inicio de la brotación 24,33 días, porcentaje de tubérculos brotados 56,67%, número de brotes por tubérculo a los 48 días 3,10 brotes y a los 64 días 3,53 brotes, longitud del brote a los 48 días 6,92 cm y a los 64 días 7,91 cm y diámetro del brote a los 64 días de 0,30 cm); lo que justifica la utilización del biol que favorece la obtención del mayor porcentaje de tubérculos brotados y se acorta el tiempo a la brotación.

Del análisis de costos se concluye que, el mayor costo de producción correspondió al tratamiento D3T3 (3 l/10 l de agua, 3 horas), con \$ 7,19; causado básicamente por la mayor cantidad de biol utilizado y por el mayor tiempo de inmersión; mientras que el menor costo fue del tratamiento testigo con \$ 5,58, cuyo menor precio se debe a la ausencia de aplicación de biol.

5.2. RECOMENDACIONES

Para acelerar el tiempo de brotación de yemas, obtener mayor porcentaje de tubérculos brotados, con mayor número de brotes y de mejor crecimiento en longitud y diámetro, en la brotación de tubérculos semilla de papa variedad Fri papa, sumergir los tubérculos por el lapso de tres horas en la solución de biol conformada por 3 l de biol en 10 l de agua, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, tanto en los porcentajes de brotación, como en el desarrollo de los brotes, a más de contribuir con la conservación del medio

ambiente, a través de la práctica de la agricultura limpia, sin utilización de agroquímicos.

Investigar los beneficios de la utilización de la solución de biol en la variedad de papa Cecilia con el fin de acelerar el tiempo a la brotación y obtener brotes más vigorosos, que permitan dotar de información técnica sobre la influencia de los bioles en la propagación, alcanzando así nuevas alternativas para mejorar la producción y productividad del cultivo.

Realizar investigaciones para aprovechar las potencialidades del biol, en la propagación vegetativa del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) especie de importancia económica, con el objeto de medir su impacto en el desarrollo posterior de las plantas y medir los índices de cosechas.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación de 3 l de biol en 10 l de agua durante tres horas para la brotación de tubérculos de papa semilla (*Solanum tuberosum* L.) var. Fripapa.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L. Var. Fripapa), tanto en el país como en el mundo, es un cultivo de gran relevancia agronómica, comercial y nutricional. Su uso como alimento es importante por el contenido de hidratos de carbono y valor energético. Asimismo, este rubro tiene múltiples usos y aplicaciones industriales. Los tubérculos de papa, una vez cosechados y después del período de receso, continúan con sus procesos metabólicos tales como la respiración y el consumo de energía almacenada en sus tejidos en forma de carbohidratos. Estos procesos ocasionan la pérdida de materia seca y de peso, aumento de la temperatura y aparición de brotes desde los tejidos meristemáticos del tubérculo. Este conjunto de factores se manifiestan como una pérdida de la calidad organoléptica del producto final. Por las razones antes descritas, el proceso de almacenaje cumple un rol importantísimo en la disminución de la pérdida de calidad de los tubérculos. Además, debe contribuir a controlar las variables ambientales y metabólicas que interfieren en la disminución de la calidad. En muchos casos, los productores o la agroindustria requieren almacenar tubérculos por períodos prolongados. En estas circunstancias las buenas técnicas de almacenaje así como el uso de inhibidores de brotación, facilitan este proceso. Estas prácticas permiten mantener la calidad durante largos períodos, obteniéndose papas sin brotes, baja pérdida de peso, mínimas tasas de respiración y bajo contenido de azúcares reductores. Además de la situación descrita anteriormente, el uso de inhibidores de brotación permite que papa destinada para consumo no sea utilizada como semilla. Por lo tanto, se evita que tubérculos de dudosa calidad fitosanitaria se

planten, evitando de este modo la diseminación de enfermedades y plagas (Rodríguez, 2001).

6.3. OBJETIVO

Aplicar la solución de 3 l de biol en 10 l de agua durante tres horas para mejorar y acelerar la brotación de tubérculos de papa semilla (*Solanum tuberosum* L.) var. Fripapa.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Cuando se siembra la semilla de papa, sin romper totalmente la latencia, la emergencia de las plantas es lenta y no uniforme, por lo que el agricultor debe esperar la brotación total de las yemas de los tubérculos para poder sembrarlos en las épocas más adecuadas para este cultivo en los campos. Esto afecta al desarrollo del cultivo, disminuye la productividad y en el mercado ya no es apetecido, produciendo grandes pérdidas económicas al agricultor.

Con la aplicación de dosis de biol en los tubérculos de papa se busca lograr una brotación uniforme y acelerar el tiempo de brotación de las yemas para obtener mayor productividad y mejores rendimientos económicos, debido a que la papa es una fuente importante de empleo e ingresos en las zonas rurales, con la aplicación de este método se pretende beneficiar al agricultor en la producción de su propia semilla y no estar en dependencia de los expendedores comerciales de las mismas.

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Adquisición de tubérculos

Los tubérculos de la variedad Fripapa, se adquirirán en las ferias que se realizan semanalmente en los mercados de la ciudad.

6.5.2. Selección de tubérculos

Los tubérculos serán seleccionados acorde a su calidad, tamaño, forma, textura y respetando la variedad seleccionada para el ensayo. Previo a esta labor se lavarán, secarán y se eliminarán los tubérculos dañados, que no cumplan con las características antes mencionadas.

6.5.3. Elaboración del biol

Para la preparación del biol, se seguirán los procedimientos básicos para la elaboración artesanal:

Se recolecto un quintal de estiércol de gallina, para luego introducirlo en el tanque plástico de 200 l; además se enriqueció la mezcla con 2 kg de leguminosa (alfalfa tierna), 1 litro de leche, 1 litro de melaza, 7 g de levadura. Se agregó agua hasta treinta centímetros antes del borde superior después sellar herméticamente con su respectiva tapa la cual debe tener un acople plástico y una manguera para la fácil evacuación de los gases que se forman durante la fermentación anaeróbica del contenido en el tanque y el otro extremo de la manguera introducirla hasta la mitad en la botella plástica de tres litros que contenga tres cuartas partes de agua, para que no ingrese oxígeno y solo salga los gases del fermento y el tanque no explote por acumulación de los mismos. Se dejó fermentar por noventa días ya que la temperatura media del lugar es de 13°C para finalmente cernir y obtener el biol listo para ser aplicado.

6.5.4. Preparación de la solución de biol

La preparación de la solución de biol, se efectuará de la siguiente manera: se medirá 3000 cc de biol y se disolverá en 10 l de agua.

6.5.5. Aplicación de la solución

En balde de 20 litros de capacidad, se verterá la solución de biol, procediendo a sumergir los tubérculos durante tres horas. Seguidamente se dejaron orear por 10 minutos y se ubicaron en recipientes para que se produzca la brotación.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, L. *e. al.* 2002. La papa en el Ecuador In: El cultivo de la papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacio-nal de la Papa (CIP). 1 ed. Quito, 21 p.

Bejarano, S.H. 2001. Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. (En línea). Colombia. Consultado 13 de febrero 2013. Disponible en. [www.holmanbejara-no.tk.humano.ya.com\(holbeja\)abonos.htm](http://www.holmanbejara-no.tk.humano.ya.com(holbeja)abonos.htm).

Biolespol. 2013. Proyecto de ecología. Espol-Blogger. En línea. Consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en: biolespol.blogspot.com/p/biol-en-espol.html.

Calderón, A. 1988. Enfermedades de la papa y su control. 2 ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 143 p.

Centro Internacional de la Papa. 1996. Dormancia. En línea. Consultado el 14 de marzo del 2013. Disponible en: cipotato.org/region-quito/congresos/v.../memorias-v-congreso-papa.pdf.

Cuesta, X. 2006. Papas nativas ecuatorianas en proceso de extinción. INIAP. Trabaja para potenciar su uso. Revista Agromag. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 30-31 p.

Egusquiza, B. 2000. La papa producción, transformación y comercialización. Lima, Perú. 203 p.

Franco, J. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala. Ministerio de Agricultura. p.145.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ec). 2011. Ficha técnica fripapa 99. Santa Catalina, Quito, Ecuador. 76 p.

Iniap.gob.ec. 2013. Información Técnica de la variedad de papa INIAP - FRIPAPA 99. En línea. Consultado 25 de marzo del 2013. Disponible en: www.iniap.gob.ec/

Instituto Geográfico Militar (IGM, Ec). 1986. Mapa general de los suelos del Ecuador. Quito. Esc. 1:1 000 000. Color.

Malagamba, F. 1999. Manejo del tubérculo. En línea. Consultado el 12 de abril del 2013. Disponible en: <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tec-nologias/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa>.

Meléndez, A. 1980. Latencia del tubérculo semilla de papa-Librería Virtual. En línea. Consultado el 22 de Febrero del 2014. Disponible en: www.corpoica.org.co/sitioweb/Revistas/verarticulo.asp

Naranjo, L. 1986. Manejo del tubérculo-semilla. En línea. Consultado 21 de febrero del 2013. Disponible en: <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa>.

Naranjo et al. 2002. Cosecha y pos cosecha, Centro Internacional de la Papa. En línea. Consultado el 08 de abril del 2013. Disponible en: http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/cosecha-y-poscosecha?set_language=e-s&cl=es.

Pino, Y.C. 2005. Determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de (*Musa sapientum*) Banano, como alternativa a la fertilización foliar Química. (En línea). Consultado 18 de mayo 2013. Disponible en. www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1739/1/344.pdf.

Pourrut, L. 1998. Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos. Documentos de Investigación N° 4. Centro ecuatoriano de Información Geográfica y ORSTOM.

Promer. 2013. El biol. En línea. Consultado el 5/07/2013. Disponible en www.promer.cl/getdoc.php?docid=614.

Pumisacho, M.; Sherwolds, H. 2002. El cultivo de papa en el Ecuador. Santa Catalina, Quito, Ecuador. Pp. 55,56.

Red de Acción de Alternativa al Uso de Agroquímicos (RAAA). 2004. Produzcamos biol, abono foliar orgánico. Lima, Perú. 89 p.

Restrepo, J. 2007. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Feriva, Cali, Colombia. p.17-21.

Rodríguez, F. 2001. Sistematización estudio de mercado Hortalizas: Proyecto Apoyo a la transformación y comercialización de productos agrícolas. Quito, Ec. IICA-MCCH. 29 p.

Saquina Chango, S. J. 2012. Producción de tubérculo semilla de papa (*Solanum tuberosum*), categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón Mejía, provincia de Pichincha. Tesis Ing. Agr. Ambato, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 89 p.

SICA. 2013. El biol. En línea. Consultado el 10/07/2006. Disponible en www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca.

Suquilanda, M. 2001. Fertilización orgánica. Manual técnico Fundagro. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Serie Agricultura Orgánica N-3.


Uc.cl/sw. 2014. Germinación de la papa. En línea. Consultado el 25 de marzo del 2014. Disponible en (http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/papa/germinac.htm).

Veliz Galarza, P.X. 2013. Evaluación a la aplicación de giberelina (new gibb 10%), para inducir a la brotación en tubérculos de la papa (*solanum tuberosum*). Tesis Ing. Agr. Ambato, Universidad Técnica de Amato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 93 p.

Villafuerte, O. 2008. Requerimientos edafoclimáticos de la papa. En línea. Consultado 18 de Mayo del 2012. Disponible en http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req_edafoclimaticos.htm.

APÉNDICE

ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL BIOL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
 Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
 fiagruta@hotmail.com

NOMBRE:	Jorge zuñiga	FIAGR-D324-2014-20
ATENCIÓN:	Jorge zuñiga	Biol
DIRECCIÓN:	Quero	L
PROVINCIA:	Tungurahua	Completo
CANTÓN:	Quero	Ingreso: 08/04/2014
PARROQUIA:		
COD. CLIENTE	Jorge zuñiga	

ANALISIS	Unidad	Valor
PH		6,89
C.E.	ms/cm	15,20
N Total	%	0,41
P	ppm	71
K	%	0,10
Ca	%	0,08
Mg	%	0,15
Cu	ppm	<0,002
Fe	ppm	20
Mn	ppm	10
Zn	ppm	5

Parametro analizado	Metodo	Equipo
Nitrogeno Total	Kjeldahl	Kjeldahl
Fosforo	Colorimetrico	Espectrofotometro Genesys 20
K,Cs,Mg,Fe,Cu,Mn,Zn	Digestion total acida	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. *Marcia Buenaño*
RESPONSABLE DEL ANALISIS

"Sembremos juntos un futuro brillante"

ANEXO 2. DÍAS AL INICIO DE LA BROTAÇÃO

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	24,00	23,00	23,00	70,00	23,33
2	D1T2	21,00	24,00	23,00	68,00	22,67
3	D1T3	23,00	24,00	20,00	67,00	22,33
4	D2T1	23,00	22,00	22,00	67,00	22,33
5	D2T2	21,00	22,00	20,00	63,00	21,00
6	D2T3	20,00	21,00	21,00	62,00	20,67
7	D3T1	19,00	20,00	20,00	59,00	19,67
8	D3T2	17,00	18,00	18,00	53,00	17,67
9	D3T3	16,00	17,00	18,00	51,00	17,00
10	T	24,00	25,00	24,00	73,00	24,33

ANEXO 3. PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS BROTAOS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	60,00	60,00	70,00	190,00	63,33
2	D1T2	60,00	70,00	70,00	200,00	66,67
3	D1T3	70,00	70,00	80,00	220,00	73,33
4	D2T1	80,00	70,00	70,00	220,00	73,33
5	D2T2	80,00	70,00	70,00	220,00	73,33
6	D2T3	80,00	80,00	70,00	230,00	76,67
7	D3T1	80,00	80,00	90,00	250,00	83,33
8	D3T2	90,00	90,00	90,00	270,00	90,00
9	D3T3	90,00	100,00	100,00	290,00	96,67
10	T	60,00	50,00	60,00	170,00	56,67

ANEXO 4. NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 32 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	2,80	2,60	3,50	8,90	2,97
2	D1T2	2,90	3,40	2,80	9,10	3,03
3	D1T3	3,50	2,90	3,30	9,70	3,23
4	D2T1	2,90	3,00	3,70	9,60	3,20
5	D2T2	3,10	3,40	3,60	10,10	3,37
6	D2T3	3,60	3,50	3,40	10,50	3,50
7	D3T1	2,90	3,00	3,80	9,70	3,23
8	D3T2	3,70	3,20	3,20	10,10	3,37
9	D3T3	3,80	3,60	3,20	10,60	3,53
10	T	2,60	2,80	2,60	8,00	2,67

ANEXO 5. NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 48 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	3,20	3,10	3,60	9,90	3,30
2	D1T2	3,30	3,60	3,90	10,80	3,60
3	D1T3	3,70	3,70	3,60	11,00	3,67
4	D2T1	3,60	3,30	4,40	11,30	3,77
5	D2T2	4,80	4,10	4,40	13,30	4,43
6	D2T3	4,40	4,10	4,10	12,60	4,20
7	D3T1	4,00	4,60	5,40	14,00	4,67
8	D3T2	5,10	4,50	4,70	14,30	4,77
9	D3T3	4,40	4,80	5,10	14,30	4,77
10	T	3,00	3,10	3,20	9,30	3,10

ANEXO 6. NÚMERO DE BROTES POR TUBÉRCULOS A LOS 64 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	3,60	3,80	3,90	11,30	3,77
2	D1T2	3,90	4,30	5,10	13,30	4,43
3	D1T3	4,30	4,80	4,20	13,30	4,43
4	D2T1	4,50	4,00	4,70	13,20	4,40
5	D2T2	4,90	4,30	4,60	13,80	4,60
6	D2T3	5,70	5,00	5,30	16,00	5,33
7	D3T1	4,60	5,10	5,30	15,00	5,00
8	D3T2	5,20	5,20	5,10	15,50	5,17
9	D3T3	4,80	5,30	6,10	16,20	5,40
10	T	3,70	3,30	3,60	10,60	3,53

ANEXO 7. LONGITUD DEL BROTE A LOS 32 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	4,56	4,63	5,14	14,33	4,78
2	D1T2	5,36	4,47	5,31	15,14	5,05
3	D1T3	5,24	5,62	5,07	15,93	5,31
4	D2T1	4,21	4,98	5,93	15,12	5,04
5	D2T2	5,96	5,41	4,82	16,19	5,40
6	D2T3	5,87	5,12	5,91	16,90	5,63
7	D3T1	5,26	5,21	5,37	15,84	5,28
8	D3T2	4,54	5,38	5,43	15,35	5,12
9	D3T3	4,19	6,85	5,85	16,89	5,63
10	T	4,52	4,69	4,12	13,33	4,44

ANEXO 8. LONGITUD DEL BROTE A LOS 48 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	7,85	7,04	6,64	21,53	7,18
2	D1T2	6,62	7,52	7,43	21,57	7,19
3	D1T3	6,89	7,94	7,45	22,28	7,43
4	D2T1	6,89	7,98	7,63	22,50	7,50
5	D2T2	7,08	8,35	7,98	23,41	7,80
6	D2T3	8,52	8,22	7,77	24,51	8,17
7	D3T1	8,74	8,69	8,83	26,26	8,75
8	D3T2	9,63	8,11	9,42	27,16	9,05
9	D3T3	9,95	9,21	8,64	27,80	9,27
10	T	7,04	6,82	6,91	20,77	6,92

ANEXO 9. LONGITUD DEL BROTE A LOS 64 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	8,14	9,02	8,51	25,67	8,56
2	D1T2	7,81	8,93	8,66	25,40	8,47
3	D1T3	9,17	8,81	8,98	26,96	8,99
4	D2T1	8,13	9,74	8,61	26,48	8,83
5	D2T2	9,46	8,85	8,87	27,18	9,06
6	D2T3	8,89	9,96	9,92	28,77	9,59
7	D3T1	10,93	9,05	9,12	29,10	9,70
8	D3T2	10,71	10,04	9,65	30,40	10,13
9	D3T3	10,20	9,99	10,23	30,42	10,14
10	T	8,10	7,85	7,78	23,73	7,91

ANEXO 10. DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 32 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	0,27	0,22	0,20	0,69	0,23
2	D1T2	0,20	0,23	0,26	0,69	0,23
3	D1T3	0,21	0,26	0,20	0,67	0,22
4	D2T1	0,23	0,25	0,25	0,73	0,24
5	D2T2	0,25	0,24	0,20	0,69	0,23
6	D2T3	0,26	0,23	0,24	0,73	0,24
7	D3T1	0,24	0,23	0,24	0,71	0,24
8	D3T2	0,22	0,24	0,21	0,67	0,22
9	D3T3	0,27	0,29	0,23	0,79	0,26
10	T	0,20	0,22	0,20	0,62	0,21

ANEXO 11. DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 48 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	0,30	0,27	0,27	0,84	0,28
2	D1T2	0,25	0,30	0,31	0,86	0,29
3	D1T3	0,27	0,31	0,26	0,84	0,28
4	D2T1	0,30	0,28	0,28	0,86	0,29
5	D2T2	0,31	0,27	0,25	0,83	0,28
6	D2T3	0,31	0,30	0,26	0,87	0,29
7	D3T1	0,31	0,28	0,31	0,90	0,30
8	D3T2	0,32	0,30	0,29	0,91	0,30
9	D3T3	0,30	0,32	0,30	0,92	0,31
10	T	0,26	0,27	0,25	0,78	0,26

ANEXO 12. DIÁMETRO DEL BROTE A LOS 64 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1T1	0,33	0,32	0,33	0,98	0,33
2	D1T2	0,36	0,34	0,35	1,05	0,35
3	D1T3	0,39	0,34	0,34	1,07	0,36
4	D2T1	0,33	0,34	0,35	1,02	0,34
5	D2T2	0,37	0,36	0,36	1,09	0,36
6	D2T3	0,38	0,38	0,39	1,15	0,38
7	D3T1	0,41	0,45	0,47	1,33	0,44
8	D3T2	0,43	0,47	0,45	1,35	0,45
9	D3T3	0,47	0,49	0,44	1,40	0,47
10	T	0,30	0,28	0,31	0,89	0,30

ANEXO 13. Temperatura y humedad registradas durante el desarrollo del ensayo

Semana 1			
	07h00	14h00	19h00
Temperatura	7,5°C	15,6°C	13,3°C
Humedad	83%	60%	62%
Semana 2			
Temperatura	7,3°C	15,5°C	12,2°C
Humedad	80%	69%	73%
Semana 3			
Temperatura	7,8°C	15,8°C	9,5°C
Humedad	88%	65%	84%