

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**TEMA: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YODO EN LA
GERMINACIÓN DE SEMILLA DE TOMATE DE ÁRBOL**

(Solanum betaceum)

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

AUTOR

FREDDY ALEXANDER TORRES GUATO

TUTOR

Ing. Mg. HERNAN ZURITA VÁSQUEZ

CEVALLOS- 2022

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YODO EN LA GERMINACIÓN DE
SEMILLA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**

REVISADO POR:

.....

Ing. Hernán Zurita Vásquez Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA:

.....

20/09/2022

Ing. Marco Pérez Salinas, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

16/09/2022

Ing. Segundo Curay Mg.

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

16/09/2022

Ing. Edwin Pallo Mg.

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

El suscrito, FREDDY ALEXANDER TORRES GUATO, portador de la cedula de identidad: 1850353804, libre y voluntariamente declaro que el informe final del proyecto de investigación titulado: “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YODO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)” es original, autentico y personal. En la virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
Freddy Alexander Torres Guato

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este informe final del proyecto de investigación titulado “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YODO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de ingeniero agrónomo, en la facultad de ciencias agropecuarias en la universidad Técnica de Ambato, autorizo a la biblioteca de la facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

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

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



.....

Freddy Alexander Torres Guato

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, lo de manera muy especial a mis padres pues ellos fueron los pilares fundamentales para construir mi vida profesional gracias a su apoyo y consejos sentaron en mí la base de la responsabilidad el compromiso y los deseos de superación también a quienes me apoyaron a lo largo de la carrera quienes me acompañaron en mi arduo camino.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas para poder cumplir mi sueño.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Freddy Torres y Miriam Guato por haberme dado la vida y brindarme su apoyo incondicional durante mi vida estudiantil, gracias a su apoyo he logrado culminar con mi Carrera Universitaria, fueron ellos que con su apoyo incondicional y su consejo logre cumplir una meta más de mi vida.

Agradezco a dios por haberme brindado salud y sabiduría de igual manera agradezco a mis maestros por impartir sus conocimientos en todos estos años.

Agradezco a mis amigos, brindarme su incondicional apoyo y acompañarme en todo este lapso de mi carrera profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas para lograr completar mi formación intelectual, ético y profesional; la cual me ha servido para poder formarme profesionalmente.

INDICE GENERAL

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Revisión de literatura o Marco teórico	3
1.1.1 Antecedentes investigativos.....	3
1.2 Categorías fundamentales o Marco conceptual.....	5
1.2.1 El cultivo de tomate	5
1.2.2 Raíz	6
1.2.3 Tallo.....	7
1.2.4 Hojas	7
1.2.5 Inflorescencia.....	7
1.2.6 Fruto.....	7
1.2.7 Semillas.....	8
1.2.8 Multiplicación de plantas.....	8
1.2.9 Reproducción sexual.....	8
1.2.10 Precipitación y Humedad relativa.....	9
1.2.11 Viento.....	9
1.2.12 Yodo.....	10
1.2.13 Disponibilidad del yodo en el suelo.....	10
1.2.14 Contenido de yodo en las plantas	10
CAPITULO II	12
2.1 Hipótesis	12
2.2 OBJETIVOS.....	12
2.2.1 Objetivo general.....	12
2.2.2 Objetivos específicos	12
CAPITULO III.....	13

metodología.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 MATERIALES.....	13
3.1.1 EQUIPOS Y MATERIALES	13
3.2 Ubicación del experimento.....	13
3.3 Características del lugar	13
3.4 Factores en estudio	14
3.4.1 Tratamientos	14
3.4.2 Diseño experimental	15
3.5 Manejo del experimento	15
3.5.1 Despulpado	16
3.5.2 Secado.....	16
3.6 Variable respuesta	16
3.6.1 Tasa de germinación de las semillas.....	16
3.6.2 Altura de la planta.....	17
3.6.3 Longitud de la raíz	17
3.6.4 Volumen de raíz.....	17
CAPITULO IV	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 Porcentaje de germinación	18
4.2 Altura de la planta	19
4.3 Volumen de raíz	21
4.4 Longitud de raíz.....	22
4.5 Niveles de clorofila.....	25
CAPITULO V	26
CONCLUSIONES.....	26
RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

ANEXOS.....	31
-------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Taxonomía del tomate de árbol.....	5
Tabla 2.Diseño de los tratameintos	14
Tabla 3.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en porcentaje de germinación	18
Tabla 4.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en altura de planta	19
Tabla 5.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en altura de planta	20
Tabla 6.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en.....	21
Tabla 7.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en volumen de raíz.....	22
Tabla 8.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en longitud de raíz.....	23
Tabla 9.Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en longitud de raíz.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de experimento	15
Figura 2. Niveles de clorofila.....	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de la planta	31
Anexo 2. Volumen de raíz	31
Anexo 3. Longitud de la raíz.....	32
Anexo 4. Porcentaje de germinación	32

Anexo 5. Registro de datos.....	33
Anexo 6. Preparación de las concentraciones de yodo	34
Anexo 7. Colocación de las semillas en las concentraciones de yodo.....	34
Anexo 8. Colocado de las semillas en el sustrato para la germinación.....	34
Anexo 9. Enfundado de la tierra negra para el trasplante de las plantas de tomate...	35
Anexo10.Rotulado de los tratamientos	35
Anexo11.Toma de altura de la planta	35
Anexo12.Toma de la longitud de raíz	36
Anexo13.Toma del volumen de raíz	36
Anexo14.Niveles de clorofila.....	36
Anexo15.Despulpado de la semilla de tomate de árbol	37
Anexo16.Secado de las semillas	37

RESUMEN

El tomate de árbol tiene sus orígenes en los bosques andinos de América del Sur, en el Ecuador este cultivo tiene gran importancia para los agricultores debido a que favorece su economía. Sin embargo, la obtención de nuevas plantas presenta limitantes como son un bajo porcentaje de germinación, más susceptibles a plagas y enfermedades. Esto deja en claro la falta de conocimiento de técnicas necesarias para germinar nuevas plantas, por ello se planteó el uso de yodo para la germinación de semilla de tomate en un experimento completamente al azar en donde se evaluaron 9 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones, cada tratamiento tenía distintas concentraciones de yodo 1%, 5% y 10% sumergidas en 6, 12 y 24 horas, de cada unidad experimental se tomó 10 muestras, los datos que se evaluaron fueron: porcentaje de germinación con un 90.1% al aplicar yodo al 1% y 5% de concentración, La mayor altura de planta se obtuvo en los tratamientos A3B1 (Yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una altura promedio de planta de 13.18 cm y A2 B1 (Yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con altura de 12,94 cm. El mayor volumen de raíz se obtuvo con el tratamiento A2B1 (5%, 6 horas de inmersión) y A3B1 (10 %, 6 horas de inmersión) con 0.27 cm³ para los dos tratamientos. La mayor longitud de la raíz presentó los tratamientos A3B1(yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una longitud de raíz 24,25 cm de promedio. El tratamiento A1B1 (yodo al 1% y 6 horas de inmersión) presenta 0.6 ug/g de concentración de clorofila, estos datos se obtuvieron desde la siembra.

Palabras clave: Yodo, Tomate de árbol, Germinación, Concentración,

SUMMARY

The tree tomato has its origins in the Andean forests of South America, in Ecuador this crop is of great importance for farmers because it favors their economy. However, obtaining new plants presents limitations such as a low germination percentage, more susceptible to pests and diseases. This makes clear the lack of knowledge of techniques necessary to germinate new plants, therefore the use of iodine for tomato seed germination was proposed in a completely randomized experiment where 9 treatments and a control with 3 replicates were evaluated, each treatment had different concentrations of iodine 1%, 5% and 10% submerged in 6, 12 and 24 hours, 10 samples were taken from each experimental unit, the data evaluated were: germination percentage with a 90. The greatest plant height was obtained in treatments A3B1 (10% iodine, 6 hours of immersion) with an average plant height of 13.18 cm and A2 B1 (5% iodine, 6 hours of immersion) with a height of 12.94 cm. The largest root volume was obtained with the A2B1 (5%, 6 hours of immersion) and A3B1 (10%, 6 hours of immersion) treatment with 0.27 cm³ for the two treatments. The greatest root length presented the A3B1 treatments (10% iodine, 6 hours of immersion) with an average root length of 24.25 cm. Treatment A1B1 (1% iodine and 6 hours of immersion) presented 0.6 ug/g of chlorophyll concentration, these data were obtained from planting.

Key words: Iodine, Tree Tomato, Germination, Concentration

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol también conocida como tomate cimarrón, tamarillo, tiene sus orígenes en los bosques andinos de climas templados esta especie se encuentra dispersa en los países de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. En el territorio ecuatoriano se cultiva en altitudes de 2000 a 2800 msnm con temperaturas que oscilan los 13 y 24°C. El tomate es un árbol semi- perenne que tiene su primera producción en el primer año y puede llegar a producir hasta los 2 a 3 años dependiente el manejo agronómico que se le dé al cultivo. El área de producción de tomate de árbol en el Ecuador llega a las 5000 ha con unos rendimientos de 60 a 80 toneladas por hectárea, distribuidas en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay Tungurahua y Loja (Feican, Encalada, becerril, 2016).

El cultivo de tomate de árbol en el Ecuador se lo practica desde muchos años atrás en todo el territorio. En Tungurahua las zonas que mayor producción tiene son Patate y Baños. En dichos sectores de acuerdo a los productores las variedades que más predominan en los mercados son la amarilla y la morada siendo esta última de una pulpa de color más rojiza, el tomate en la serranía ecuatoriana es usada para la preparación de jugos además que su consumo tiene beneficios favorables en la salud humana ayudando en el tracto intestinal, debido a esto el consumo de tomate de árbol se ha incrementado en los últimos años lo que hace necesario la producción del tomate para poder cumplir con la demanda que tiene en los mercados (Rodríguez, 2007).

La propagación por semillas es el método más usado para obtener nuevas plantas tanto por el hombre como por la naturaleza, además de que este es uno de los métodos que mayor eficiencia tiene y también puede mantener su resistencia al ataque de plagas y enfermedades, para obtener una semilla de calidad es necesario que la producción sea óptima para lograr mejorar un Fitomejoramiento en la calidad de las semillas (Pérez Martínez et al. 2014).

La semilla que el pequeño agricultor usa para obtener nuevas plantas no son de buena calidad puesto que viene de una simple selección basándose en la forma del fruto y en el tamaño del mismo. Al momento de seleccionar las semillas para la obtención de nuevas plantas, estas deben cumplir con ciertos requisitos que ofrezcan buenos rendimientos y una calidad de fruto excelente, tienen que ser resistentes a plagas y enfermedades, nematodos entre otros, para esto se debe decidir que plantas son las más adecuadas, la selección de semilla no solo consiste en elegir la mejor planta madre también incluye la eliminación de ejemplares no deseados evitando que estos se desarrollen asegurando así que estas plantas no deseadas lleguen a polinizar (Álvarez, 1988).

La semilla es de gran importancia en cuanto nos referimos a la agricultura ya que este es uno de los principales mecanismos de reproducción que puede tener una planta, una semilla tiene un embrión y compuestos de reserva que están protegidos por una cubierta seminal. Sin embargo, las semillas varían dependiendo la especie esta puede ser monocotiledónea o dicotiledónea. Cuando la semilla culmina su desarrollo en la planta madre, esta permanece en reposo hasta que se presente las condiciones necesarias para que su germinación (FAO 2019).

El tomate de árbol tiene gran importancia para los agricultores del Ecuador debido a que favorece a su economía. No obstante, la propagación del cultivo presenta limitantes para obtener nuevas plantas como son un bajo porcentaje de germinación y plantas más susceptibles a plaga y enfermedades. Esto deja en claro la falta de métodos para la desinfección de las semillas y poder tener un buen porcentaje de germinación (Molina, 2020).

El yodo se encuentra presente en todos lados, a diferencia de otros elementos el yodo está en concentraciones muy pequeñas, donde más concentración de yodo podemos encontrar es en los océanos a diferencia de los suelos y el agua que tienen concentraciones menores de 0.2 micro moles y de estas concentraciones solo el 10% es aprovechado por las plantas (Quinto Rivas 2017).

Hasta ahora se aprovecha una pequeña parte de las funciones que tiene el yodo en las plantas terrestres, no obstante, el yodo puede provocar que las plantas produzcan mayor presencia de antioxidantes aportando una mayor tolerancia a los factores adversos que puedan presentarse. Se puede apreciar los efectos positivos de la aplicación del yodo al usarlo en dosis bajas sin embargo hay que tomar en consideración que a concentraciones de 0.2 % y 0.1 % de yodo puede presentarse toxicidad dependiendo la especie (Cortés Flores et al. 2016).

No sé ha demostrado que el yodo sea esencial para el buen desarrollo de las plantas sin embargo es importante considerar que tiene algunos efectos beneficiosos en las especies vegetales ya que en bajas concentraciones estimulan el crecimiento de las plantas, el yodo puede llegar a ser toxico en concentraciones elevadas. Cuando existe un exceso de yodo en el tomate las hojas se vuelven cloróticas y se caen esto se puede apreciar en las hojas más maduras mientras que las hojas jóvenes permanecen en la planta tomando un color verde oscuro también el crecimiento de la planta se ve afectado y en el peor de los casos la planta muere (Mengel y Kirkby, 2000).

1.1 Revisión de literatura o Marco teórico

1.1.1 Antecedentes Investigativos

Cortés-Flores et al. (2016), a través de su estudio determinó la factibilidad que tiene el uso del yodo por vía foliar para promover el crecimiento de las plántulas de pimiento morrón en la cual se plantearon la hipótesis de la aplicación de este elemento elevara la tasa de crecimiento y el contenido de antioxidantes en las plántulas. Los autores evaluaron la altura de la plántula, diámetro del tallo, área foliar y el peso seco. En los cuales los resultados mostraron un aumento significativo en altura diámetro de tallo y peso seco con la aplicación de 10 y 15 micro moles de yodo. Las actividades antioxidantes de la concentración que se encontraba de yodo en las plántulas era proporcional a las dosis aplicadas, mientras que las concentraciones que existían de otros elementos dentro de las plántulas fue positiva.

Inca, B, (2012), en su investigación evaluó tres clases de desinfectantes cloro, yodo y el peróxido con el propósito de mejorar la calidad e inocuidad en la lechuga, rábano y zanahoria teniendo como resultado con la aplicación de yodo coloraciones muy buenas en la cual ellos establecieron un rango de colores siendo 1 malo y 5 excelente, las coloraciones que obtuvieron en el experimento fueron de 4.5 y 4.67 pero si tuvo una diferencia significativa al resto de los tratamientos los cuales obtuvieron puntuaciones de 5 equivalente a un excelente color.

Quinto, C, (2017) a través de su investigación evaluó el efecto de tres dosis de yodo en diferentes días de aplicación para controlar las enfermedades del arroz y los efectos en la altura de la planta, numero de macollos y numero de espigas obteniendo resultados positivos con una dosis de 0.75 L/ha, que presento menor incidencia de rizoctonia y una menor manchado de la espiga en cuanto a la altura de la planta no hubo diferencias significativas entre los tratamientos dando como promedio general una altura de 1.38m. En el número de macollos presentaron diferencias con las aplicaciones de 10 y 20 días presentando 362 y 333 respectivamente.

Los activadores fisiológicos a base de yodo mejoran la producción considerablemente ya que promueve a que tenga un mejor desarrollo en el sistema foliar y radicular permitiendo tener una cosecha de calidad y a la misma que promueve mecanismos de resistencia. La toxicidad que presenta en la planta el yodo dependerá mucho del estado químico en el que se aplica el yodo si se sobrepasa los 16 ppm de yodo la planta se verá afectada negativamente causando pérdidas en el rendimiento y perdidas de su coloración (Batista, 2008).

La Universidad de Coahuila ubicada en México ha realizado estudios en los cuales pudo demostrar el efecto que genera la aplicación de yodo potásico en la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*), determinando en el análisis de varianza dispuesto por el autor en el tiempo 2, 4, 8 y 24 expuesto en horas, arrojaron

como resultado diferencias significativas en cuanto a germinación de plántulas normales en concentraciones con mayor porcentaje de yodo (Gil Olea 2014).

1.2 Categorías Fundamentales o Marco conceptual

1.2.1 El Cultivo de Tomate de árbol

El tomate de árbol conocido internacionalmente como tamarillo es originario de américa del sur esta fruta se lo encuentra en los bosques andinos, en los últimos años el cultivo de tomate se lo viene practicando con mayor intensidad en los países de Colombia siendo este el mayor productor seguido de Ecuador que tiene una cantidad más baja debido a una mala ejecución de las prácticas agrícolas por parte de los agricultores. En el Ecuador las provincias que mayormente producen tomate de árbol son Tungurahua con (39.2%) Chimborazo 22.2% Azuay 14.1% Pichincha 10.0% e Imbabura 4.8% (Lucas, Maggi, Yagual, 2011).

Tabla 1.

Taxonomía del tomate de árbol

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Metaclamideas
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Solanum (cyphomandra)</i>
Especie	<i>Solanum betaceum</i>

(INIAP, 2004)

Perteneciente a la familia de las solanaceae, es una planta arbustiva con un tallo semi-leñoso alcanzado una altura de 2 a 3 metros, sus hojas tienen forma de corazón y su follaje es grande, sus flores presentan colores rosáceos y se agrupan en racimos. Sus frutos son ovoidales y se encuentran agrupados en racimos, el fruto se caracteriza por presentar grandes cantidades de semillas pequeñas (Ruben, 2019).

El tomate se desarrolla óptimamente en suelos con una textura media franca a franco arenoso con un buen contenido de materia orgánica y con un drenaje adecuado debido a que el encharcamiento puede ocasionar marchitamiento en la planta. El cultivo se puede adaptar muy bien a suelos con pH ligeramente ácidos estos pueden oscilar entre 5.5 y 6.25, además el suelo no tiene que estar compactado y tiene que estar bien oxigenado (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

El clima frío y las temperaturas de 13°C a 25°C permite que el cultivo se desarrolle óptimamente, temperaturas mayores e inferiores a las mencionadas pueden ocasionar pérdidas económicas debido a que en el periodo de floración ocasiona la caída de la flor provocando que esta no cuaje y el rendimiento se reduzca. Entre los 2000 a 2800 msnm el cultivo de tomate de árbol se desarrolla óptimamente y la humedad relativa que el cultivo necesita ronda los 70 y 80 % de humedad (Calvo, 2009).

Época de plantación

El tomate de árbol se lo planta en cualquier época del año a una distancia de 3x3.

1.2.2 Raíz

Las raíces del tomate de árbol alcanzan profundidades de 1m, pero la mayor concentración de raíces absorbentes que tienen un tamaño de 2 mm se los encuentra en profundidad de 50 cm, pero principalmente en los primeros 25 cm se logra encontrar la mayor cantidad de raíces absorbentes. Las raíces crecen de manera horizontal desde su tronco, esta no se extiende mucho y varía dependiendo en qué tipo de suelo le estén cultivando (León, Viteri, Cevallos, 2004).

1.2.3 Tallo

Tallo cilíndrico que puede alcanzar los 2.5 a 3 m de altura sus ramificaciones son tres con un diámetro de 1.0 a 1.5 m esto dependerá de las labores culturales que se le da al cultivo, así como también la nutrición y en el lugar donde se desarrolla el cultivo. De igual manera el tomate de árbol se lo puede injertar para obtener tallos más pequeños que alcancen alturas de 1.5 a 2 m (León, Viteri, Cevallos, 2004).

1.2.4 Hojas

Sus hojas son enteras y alternas, cuando la planta se encuentra en sus primeros meses de desarrollo sus hojas que se encuentran en el tallo principal, estas son grandes de unos 30 a 50 cm de largo mientras que cuando la planta alcanza su madures las hojas empiezan a crecer en sus ramificaciones y estas llegan a medir 20 cm en promedio, el color de la hoja dependerá de la variedad el verde oscuro es muy característico de la variedad anaranjado (amarillo) y el verde claro en la variedad morada gigante (mora) (Ávila, 2009).

1.2.5 Inflorescencia

Su inflorescencia es de racimo, estas flores se desarrollan en las axilas de las hojas y pueden formarse hasta 40 flores sin embargo no todas ellas serán polinizadas. Las flores tienen un color rosáceo, pentámeras y pediceladas, aunque en su mayoría la polinización es autogama también se puede dar una polinización cruzada ya que sus flores son visitadas por agentes polinizadores (León, Viteri, Cevallos, 2004).

1.2.6 Fruto

Es una baya que se encuentra suspendida en el aire y su único punto de agarre es un pedúnculo, por lo general el fruto del tomate de árbol es ovalado sin embargo esta forma puede variar por el aspecto apical del fruto, en algunos son puntones y en otros

redondeados, el fruto es liso y brillante y su color dependerá de la variedad que se cultiva, el tomate de árbol no es climatérico ya que su tasa de respiración es baja por lo que no se aprecia cambios importantes una vez se haya cosechado (Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente, 2006).

1.2.7 Semillas

Son pequeñas de aproximadamente 2 a 4 mm, son de color blanco cuando están tiernas y cuando estas empiezan a madurar se tornan anaranjadas o moradas esta coloración ayudara a que el jugo que se prepara con la fruta tenga una tonalidad más fuerte, se puede encontrar de 200 a 300 semillas en una sola fruta (Pérez et al, 2014).

1.2.8 Multiplicación de plantas

La propagación de la planta de tomate de árbol principalmente es por vía sexual, esto quiere decir que se usa las semillas para obtener nuevas plantas, aunque en los últimos años los agricultores han implementado el injerto como método de propagación esto les permite emplear patrones que sean más resistentes al ataque de nematodos (Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente, 2006). El injerto es un método de propagación artificial de los vegetales, en donde el agricultor procede a extraer el tejido vegetal de una planta para posteriormente colocarlo en otra planta que ya se encuentre asentada o plantada a esta se le conoce como porta injerto o patrón. El injerto es empleado para que una variedad pueda producirse en terrenos que sean desfavorables para el desarrollo de la planta, también sirve para conservar las características de una planta que ya se encuentra en producción (Guato, 2013).

1.2.9 Reproducción sexual

Para propagar por este método se debe tener en cuenta ciertas características de la planta de donde se obtendrá las semillas, debemos seleccionar cuidadosamente los

arboles de los cultivares estos deben ser vigorosos, deben estar bien nutridos y tener una alta productividad otro aspecto a tener en cuenta es que la planta debe estar en producción por lo menos un año. De los frutos que seleccionamos extraemos la semilla y posteriormente colocaremos en recipientes para que este se seque para luego pasarlos a un sustrato de germinación, la desinfección de la semilla es muy importante puesto que esto evitara que sea atacada por enfermedades afectando la germinación por lo general se utiliza productos químicos como el captan (Pérez et al, 2014).

1.2.10 Precipitación y Humedad relativa

Las principales zonas que se dedican al cultivo tiene precipitaciones anuales de 500 a 1000 mm y una humedad relativa de 60 a 80%, siendo necesario el riego para que el cultivo tenga sus necesidades hídricas. En lugares que supere los 1500 mm anuales como en la zona del oriente puede afectar a la planta debido a que existe encharcamiento lo que ocasionara asfixia en la raíz que posteriormente ocasionara amarillamiento de la planta, pudrición del tallo, perdida de flores y frutos también se podrá ver la presencia de problemas fitosanitario como es la Antracnosis, lancha, por otro lado no solo los lugares con mucha precipitación puede afectar el cultivo también las zonas secas tienen problemas de oídio y el ataque de insectos como los pulgones y mosca blanca (Buono et al. 2018)

1.2.11 Viento

Los fuertes vientos pueden ser perjudiciales para los cultivares debido a que ocasionan la caída de las flores y frutos, rompen las ramas fácilmente debido al fruto que estas cargan generando grandes pérdidas económicas. Una medida que los agricultores toman para reducir la ruptura de las ramas es la reducción de la distancia de siembra logrando que las ramas se apoyen, sin embargo, esta práctica tiene sus problemas ya que evita la entrada de luz al interior de las plantas provocando una mayor presencia de enfermedades y bajos rendimientos debido a la competencia. Para evitar problemas es preferible implementar cortinas rompe vientos con especies vegetales o con un sarán (Buono et al. 2018).

1.2.12 Yodo

Elemento no metálico, símbolo I, y peso atómico 53, masa atómica de 126.904, lo que lo convierte en el más pesado de los halógenos este elemento se lo encuentra en la naturaleza. El yodo principalmente es usado en el campo de la medicina y en algunos casos también se lo emplea como colorante, este elemento es más electropositivo que el resto de los halógenos (Leija, Benavides, Rocha, Medrano, 2016)

El yodo se encuentra en abundancia, pero es raro encontrar el yodo en altas concentraciones y en forma elemental es imposible. En los océanos las concentraciones de yodo son muy bajas sin embargo existen algas capaces de extraer y acumular este elemento es por eso que el yodo que se usa para la medicina o en las industrias alimenticias se obtiene partir de yoduros I^- que están presente en las algas y en el agua de mar (Leija, Benavides, Rocha, Medrano, 2016)

1.2.13 Disponibilidad del yodo en el suelo

El yodo disponible en el suelo está en relación a la distancia del océano y cómo está compuesta la materia del suelo. Las zonas que menor yodo presentan son las zonas montañosas y los valles. Los elementos que se encuentran disponibles en la corteza terrestre son el resultado del desgaste de la litosfera sin embargo el yodo es una excepción. Las concentraciones de yodo en el suelo son muy buenas ya que se presenta desde los <0.1 hasta los 150 mg kg^{-1} también hay que tener en consideración que este elemento tiene mayores concentraciones en el suelo que en la roca madre del suelo (Zimmermann, 2009).

1.2.14 Contenido de yodo en las plantas

Por lo general al aplicar yodo a las plantas ya sea vía foliar o por drench se puede aumentar las concentraciones de este elemento al momento de proporcionar este elemento a la planta se lo hace como yoduro o yodato teniendo buenos resultados al aplicar el yodo en las soluciones nutritivas o aplicaciones vía foliar, sin embargo, la

concentración del elemento variara de acuerdo a la especie vegetal puesto que las distribuciones de los órganos entre plantas son diferentes (Leija, Benavides, Rocha, Medrano, 2016).

CAPITULO II

2.1 Hipótesis

H1= El uso de yodo agrícola puede inducir una mejor germinación de las semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general

Evaluación el efecto de la aplicación del yodo en la germinación de semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración adecuada de yodo en la germinación de semillas de tomate de árbol.
- Establecer el tiempo adecuado de inmersión en yodo de las semillas de tomate de árbol.
- Evaluar la efectividad del yodo en la germinación de la semilla.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES

3.1.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- Yodo
- Cubetas de germinación
- Dosificador
- Recipientes
- Pie de rey
- Vaso de precipitación
- Regla
- Cuaderno de campo
- Etiquetas
- Sustrato para germinar

3.2 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la propiedad de la señora Miriam Guato, dicha propiedad se encuentra ubicado en el barrio Tunga perteneciente al cantón Patate provincia de Tungurahua sus coordenadas geográficas de 1°17'27.6" latitud Sur y 78°30'41.4" latitud Oeste con una altitud de 2200 msnm según el posicionamiento global (GPS) (GAD Municipal Patate,2022).

3.3 Características del lugar

El experimento se realizó en condiciones controladas, con suelos fértiles, y buenas características agronómicas.

3.4 Factores en estudio

a) Yodo

A1= 1%

A2= 5%

A3= 10%

b) Tiempo

B1= 6 horas

B2= 12 horas

B3= 24 horas

3.4.1 Tratamientos

Tabla 2.

Diseño de los tratamientos

N°	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	A1B1	1% y 6 horas
2	A1B2	1% y 12 horas
3	A1B3	1% y 24 horas
4	A2B1	5% y 6 horas
5	A2B2	5% y 12 horas
6	A2B3	5% y 24 horas
7	A3B1	10% y 6 horas
8	A3B2	10% y 12 horas
9	A3B3	10% y 24 horas
10	Testigo	Sin aplicación

3.4.2 Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de $3^3 + 1$ testigo con 3 repeticiones, posteriormente los datos que se obtengan serán analizados mediante la prueba de Tukey al 0.05.

Figura 1.

Diseño de experimento

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	R1	R2	R3
	A1B2	A3B3	A1B3
	A3B1	A1B1	A2B2
	A2B2	A3B2	A1B2
	A2B1	A2B3	A2B1
	A1B3	A3B1	A2B3
	A3B3	A1B2	A3B2
	A2B3	A2B2	A1B1
	A1B1	A1B3	A3B3
	A3B2	A2B1	A3B1
	A0B1	A0B2	A0B3

(Torres, 2022)

3.5 Manejo del experimento

El manejo del experimento se inició con la obtención de semillas de tomate de árbol, posteriormente se los sumergió en yodo a diferentes concentraciones. Cada concentración se colocó en distintos recipientes para posteriormente colocar las semillas y dejarlo por el tiempo que se ha establecido.

Para la obtención de la semilla se utilizó una planta madre que ya estaba en producción. Se seleccionó los mejores frutos y se tomara en cuenta las condiciones en las que se encuentra la planta madre como es que esté libre de plagas y enfermedades también

que tenga una buena nutrición, posteriormente a la obtención de los frutos para extraer la semilla, procedemos con el despulpado y el secado.

3.5.1 Despulpado

Cortamos el futo del tomate a la mitad con la ayuda de una cuchara procedemos con la extracción de la semilla, a continuación, se colocó las semillas en agua y dejamos en reposo por aproximadamente dos días esto se hace con el propósito de inducir la fermentación que permitirá separar con una mayor facilidad la capa de pulpa que recubre a la semilla (Reina y Parra, 2018).

3.5.2 Secado

El secado es una labor muy importante cuando pretendemos extraer las semillas de cualquier especie frutal, para el secado de la semilla existen varios métodos como el sacado bajo techo, aunque este método es mucho más lento, pero es menos perjudicial para la semilla (Doria, 2010).

3.6 Variable respuesta

3.6.1 Tasa de germinación de las semillas

Finalizado el tratamiento de las semillas con las distintas concentraciones de yodo se procedió a colocar las semillas en las bandejas de germinación con los sustratos para posteriormente calcular el porcentaje de germinación, mediante un conteo de las plántulas. En casi todos los tratamientos se pudo observar un buen porcentaje de germinación sin embargo en el tratamiento que permaneció sumergida en yodo por 24 horas el porcentaje de germinación fue menor.

3.6.2 Altura de la planta

En este punto tomamos 10 plántulas al azar de cada repetición y con la ayuda de una regla o un pie de rey se midió la altura que ha alcanzado la planta para obtener así un promedio.

3.6.3 Longitud de la raíz

Transcurrido un mes de haber sido trasplantado las plantas de tomate a la funda con la tierra negra se procedió a la extracción y lavado de la raíz para que con la ayuda de una regla se pueda medir la longitud que ha alcanzado.

3.6.4 Volumen de raíz

Con la ayuda del método de medición de volumen por desplazamiento de líquidos (Principio de Arquímedes) colocamos 200 ml agua en una probeta, introducimos la raíz del tomate y obtuvimos el volumen del mismo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de germinación

En el análisis de varianza (anexo 4). Se estableció diferencias significativas al 5% para para concentraciones de acuerdo a la variable porcentaje de germinación. El coeficiente de variación es 21.70 % indicándonos que los resultados obtenidos son confiables

Tabla 3.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en porcentaje de germinación

Tratamientos	Medias	Rango
A2B2	90,91	A
A1B1	90,91	A
A1B2	88,89	A
A1B3	83,84	A
A2B3	78,79	A
A2B1	78,79	A
Testigo	70,71	A
A3B1	61,62	A
A3B3	60,61	A
A3B2	55,56	A

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

Al realizar la prueba de Tukey (5%) tabla 3. se determinó que en el porcentaje de germinación para el cultivo de tomate de árbol presenta un solo rango de significación estadística (Rango A) para todos los tratamientos no obstante podemos apreciar diferencias numéricas dándonos que el tratamiento A2B2 (5% 12 horas) y A1B1 (1% 6% horas) presentan porcentajes del 90.91%. mientras que al A3B2 (10% 12 horas) se pudo apreciar que hubo menos porcentaje de germinación con una media de 55.56 %.

Umaly y Poel (1970). Menciona que el yodo en dosis de 0.5 y 1.0 ppm mejora la altura y número de macollos en las plantas, sin embargo, dosis que excedan los 10.0 ppm inducen síntomas de toxicidad. En tomate el mejor crecimiento se produce en concentraciones de 1 ppm. por eso se puede decir que el yodo en concentraciones de 1% tuvieron mejores resultados en la germinación.

4.2 Altura de la planta

En el análisis de varianza (anexo 1). Se estableció diferencias significativas al 1% para los tratamientos y al 1% para el tiempo de acuerdo a la variable altura de la planta. El coeficiente de variación es 5.20% nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 4.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en altura de planta

Tratamientos	Medias	rangos
A3B1	13.18	A
A2B1	12.94	A
A1B1	12.64	A B
A2B3	11.13	BC
Testigo	11.09	BC
A2B2	11.08	BC
A3B2	11,00	BC
A3B3	10,96	BC
A1B3	10,96	BC
A1B2	10,31	C

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

Al analizar la prueba Tukey (5%) tabla 4. se determinó que los mejores tratamientos fueron A3B1 (Yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una altura promedio de planta de 13.18 cm y A2 B1 (Yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con altura de 12,94 cm,

ubicándose en el primer rango (A) de la prueba, en el último rango (C) se ubica el tratamiento A1B2 (Yodo al 1%, seis horas de inmersión) con una media de 10,31 cm de altura de planta.

Por lo que (Cortés Flores et al. 2016) manifiesta que el yodo en las plantas induce y promueve el crecimiento de las plantas en concentraciones de yodo pequeñas. Por lo que se puede decir que las plantas al ser sumergidas las semillas por menor tiempo en las concentraciones de yodo preparadas el yodo no intoxica a la planta por lo que las plantas tuvieron un mejor desarrollo

Tabla 5.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en altura de planta

Tratamientos	Medias	Rangos
B1	12,92	A
B3	11,02	B
B2	10,8	B

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

Los resultados de la prueba de Tukey (5%) para la variable altura de planta la tabla 5, nos indica que existe dos rangos de significación, el tiempo adecuado de inmersión de las semillas de tomate de árbol es B1 (6 horas) con 12.92 cm de altura de planta, mientras que los tratamientos B3 y B2 (24 y 12 horas de inmersión) se ubican en el rango B con promedios de altura de planta de 11,02 y 10,8 respectivamente.

Las soluciones nutritivas de yodato de potasio en concentraciones de $0.2 \cdot 10^{-7}$ molar en plantas forrajeras cultivadas por 8 semanas tenían altas concentraciones de yodo en las hojas muertas y senescentes en los brotes verdes de los forrajes (Whitehead, 1973), esto concuerda con los resultados obtenidos ya que a menor tiempo de inmersión de la semilla en las concentraciones de yodo actuaron de manera menos toxica para la planta de tomate por lo que permitió que se desarrolle mucho mejor que los demás tiempos de inmersión

4.3 Volumen de raíz

En el análisis de varianza (anexo 2). Se estableció diferencias significativas al 1% para los tratamientos y al 1% para el tiempo de acuerdo a la variable volumen de raíz. El coeficiente de variación es 20.11% indicándonos que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 6.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en volumen de raíz.

Tratamientos	Medias	Rangos
A2B1	0,27	A
A3B1	0,27	A
A1B1	0,22	AB
Testigo	0,16	BC
A2B3	0,15	BC
A2B2	0,14	BC
A3B2	0,14	BC
A1B3	0,13	BC
A1B2	0,12	C
A3B3	0,09	C

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

La prueba Tukey (5%) tabla 6, determinó que los mejores Tratamientos para el volumen de raíz fueron del A2B1 (5 %, 6 horas de inmersión) y A3B1 (10 %, 6 horas de inmersión) teniendo buenos resultados con 0.27 cm³ para los dos tratamientos, caso contrario pasa con A3B3 (10%, 24 horas) dándonos unos resultados muy desfavorables con 0.09 cm³ ubicándolo en el último lugar de la prueba.

Weng et al. (2008), menciona que cada especie de planta tiene distintas tolerancias al exceso de yodo siendo uno de los síntomas más visibles marchitamiento y amarillamiento en las hojas de las plantas además las plantas presentan un crecimiento atrofiado. Por lo que podemos decir que las concentraciones de yodo al 5% y al 10 % superaron la tolerancia que tiene la planta de tomate de árbol provocando que las raíces no se desarrollen adecuadamente.

Tabla 7.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en volumen de raíz

Tratamientos	Medias	rangos
B1	0,26	A
B2	0,13	B
B3	0,13	B

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

Los resultados de la prueba de Tukey 5% tabla 7, para la variable tiempo de inmersión de la semilla tabla, nos indica que existe dos rangos de significación, el mejor tiempo es B1 (6 horas) con 0.26cm³ dándonos muy buenos resultados a comparación con el resto de tiempos.

Caffagni et al. (2009) reporto los efectos de la absorción del yodo potásico en dos formas químicas, las planta que se regaron con diferentes concentraciones 0.05% y 0.1% observando efectos inhibidores sobre el crecimiento de las plantas también presentaron reducción de la biomasa debido a la toxicidad del yodo. Con esto podemos decir que las concentraciones de yodo y un tiempo de 6 horas presento mejor volumen de raíz al no estar tanto tiempo inmerso en el yodo la semilla no absorbió mucho de este elemento por lo que se pudo desarrollar de mejor manera la raíz

4.4 Longitud de raíz

En el análisis de varianza (anexo 3). Se estableció diferencias significativas al 1% para los tratamientos y al 1% para el tiempo de acuerdo a la variable longitud de la raíz. El coeficiente de variación es 4.32 % indicándonos que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 8.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para Tratamientos en longitud de raíz

Tratamientos	Medias	Rango
A3B1	24,25	A
A2B1	24,25	A
A1B1	23	A
Testigo	19,76	B
A2B2	19,56	BC
A1B2	19,49	BC
A3B2	19,22	BC
A2B3	18,8	BC
A1B3	17,61	BC
A3B3	17,14	C

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

Al analizar la prueba Tukey al 5% tabla 8. se determinó que los mejores tratamientos para longitud de la raíz fueron A3B1(yodo al 10%, 6 horas), A2B1 (yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con una longitud de 24.25 cm para los dos tratamientos y A3B1 (yodo 1% 6 horas) con una longitud de 23 cm, ubicándolos en el primer lugar de la prueba (Rango A), en el último lugar de la prueba (Rango (C) se ubica el tratamiento A3B3(10% 24 horas de inmersión) con una media de 17.14 cm de longitud de raíz.

Para que no exista acumulaciones de yodo en las plantas las concentraciones de yodo que se pretenda usar no deben ser altas, esta dosis debe de ser de un 5% a un 40% de la aplicación total (Cui, Sang, Song, 2003). Con esto podemos decir que las concentraciones de yodo usadas favorecieron el crecimiento de la raíz, pero hay que tomar en cuenta el tiempo en el que permanece las semillas ya que genera toxicidad en las plantas tratadas.

Tabla 9.

Prueba de comparación de medias de Tukey 5 % para tiempo de inmersión de las semillas en longitud de raíz.

Tratamientos	Medias	Rangos
B1	23,83	A
B2	19,43	B
B3	17,85	B

Elaborado por: Freddy Torres, 2022

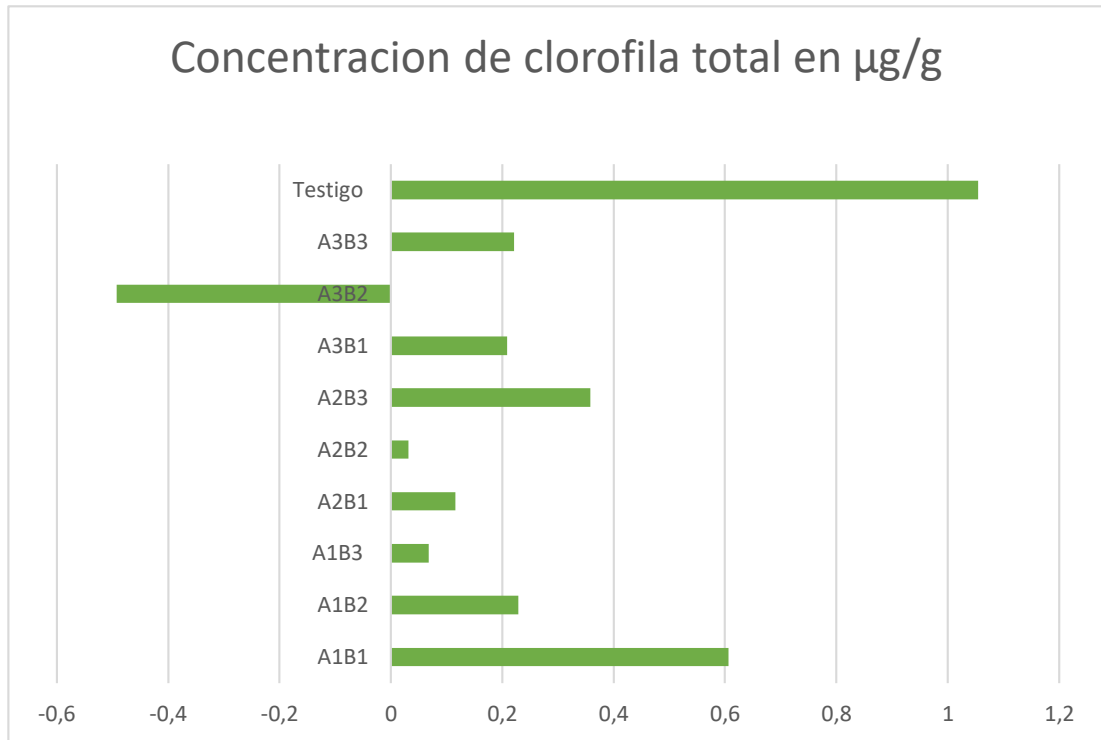
Los resultados de la prueba de Tukey (5%) tabla 9, para la variable tiempo de inmersión de la semilla tabla, nos indica que existe dos rangos de significación, el mejor tiempo es B1 (6 horas) con 23.83 cm dándonos muy buenos resultados a comparación con el resto de tiempos.

Cuando el yodo agregado alcanza los 150 y 180 mg/kg de yodo las plantas presentan ligeros síntomas de daño y con estas cantidades de yodo se puede apreciar residuos de este elemento en el suelo lo que ocasiona daños en las plantas (Weng et al. 2008). Con esto podemos mencionar que el tiempo en que las semillas permanecieron inmersas no afecto las semillas y no dejo residuos por lo que las plantas tuvieron un mejor desarrollo de las raíces dándonos buenos resultados a comparación con el resto de los tiempos.

4.5 Niveles de clorofila

Figura 2.

Niveles de clorofila



Elaborado por: Freddy Torres, 2022

En la figura 2 podemos observar que el testigo presenta niveles de clorofila de 1.1 ug/g y el tratamiento A1B1 (yodo al 1% 6 horas de inmersión) presenta 0.6 ug/g de concentración de clorofila dándonos este tratamiento como uno de los mejores en niveles de clorofolia a comparación con el resto del tratamiento.

Gordillo (2016). En su investigación aplica 2 mM de yodo potásico (KI) obteniendo resultados no favorables viéndose afectado el crecimiento la morfología y la producción de fruto en el melón todo esto se ve afectado por el estrés oxidativo ocasionado por la aplicación de yodo en esas concentraciones. Con esto podemos decir que las concentraciones de yodo usadas fueron desfavorables para la clorofila ya que por efecto de las altas concentraciones de yodo se tuvo efectos secundarios en las plantas de tomate de árbol.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Se determinó que el yodo en diferentes dosis (1, 5%) son eficientes en la germinación de semilla de tomate de árbol, presentando porcentajes similares de 90.1% de germinación a comparación del testigo que resulto de 70.1% de germinación.

La mayor altura de planta se obtuvo en los tratamientos A3B1 (Yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una altura promedio de planta de 13.18 cm y A2 B1 (Yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con altura de 12,94 cm.

El mayor volumen de raíz se obtuvo con el tratamiento A2B1 (5%, 6 horas de inmersión) y A3B1 (10 %, 6 horas de inmersión) con 0.27 cm³ para los dos tratamientos, mientras que el menor volumen de raíz presento el tratamiento A3B3 (10%, 24 horas) con 0.09 cm³.

La mayor longitud de la raíz presentó los tratamientos A3B1(yodo al 10%, 6 horas de inmersión) y A2B1 (yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con una longitud de raíz 24,25 cm de promedio

En lo referente a los niveles de clorofila el testigo presenta 1.1 ug/g y el tratamiento A1B1 (yodo al 1% y 6 horas de inmersión) presenta 0.6 ug/g de concentración de clorofila.

RECOMENDACIONES

Profundizar más sobre los benéficos del yodo y cuáles son los efectos secundarios que puede ocasionar las altas concentraciones de yodo en la semilla y en la planta.

Se recomienda utilizar el yodo en concentraciones del 1% en un tiempo de 6 horas debido a que si nos excedemos en ese tiempo no obtendremos buen porcentaje de germinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, E. V. (1988). Método simple de selección para la producción de semilla de papa. *Revista Latinoamericana de la papa*, 1(1), 18-24.
- Ávila, J. (2009). Caracterización de cuatro genotipos de tomate de árbol (*Solanum betaceum cav.*) cultivados en Ecuador y estudio del efecto del estrés hídrico y luminoso sobre las propiedades físico-químicas en la postcosecha y estimación de la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos del genotipo anaranjado gigante (Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8232/3/CD-2551.pdf>
- Batista, D. (2008). Efectos de un activador fisiológico a base de yodo en el cultivo de frijol va. Amadeus 77. Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/847#:~:text=Los%20activadores%20fisiol%C3%B3gicos%20permiten%20la,promueve%20un%20mecanismo%20de%20resistencia.>
- Buono, S., Agruirre, C., Abdo, G., Perondi, H. y Ansonnaud, G. (2018). Tomate árbol (*solanun betaceum*). IICA. https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf
- Caffagni, A., Arrú, L., Meriggi, P., Milc, J., Perata, P. y Pecchioni. (2011). Iodine Fortification Plant Screening Process and Accumulation in Tomato Fruits and Potato Tubers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42, 706-718.
- Calvo, I. (2009). *Cultivo de tomate de árbol*. Inia. San José; Costa Rica
- Cámara de comercio de bogota (2015). *Manual de tomate de árbol*. Bogotá; Colombia.
- Cortés Flores, C., Rodríguez Mendoza, M., Benavides Mendoza, A., García Cué, J., Tornero Campante, M. y Sánchez García, P. (2016). El yodo aumenta el crecimiento y la concentración de minerales en plántulas de pimiento morrón. *Agrociencia* 50, 747-758. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000600747&script=sci_arttext (SciELO.org.mx).
- Cui, X., Sang, Y. y Song, J. (2003). Residual of exogenous iodine in forest soils and its effect on some wild-vegetable plants. *The Journal of Applied Ecology*, 14(10), 1612-1616.

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). Materiales para capacitación en semillas. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca1491es/CA1491ES.pdf> (Fao.org).
- Feican, C., Encalada, C. y Becerril, A. (2016). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). *Agroproductividad* 9(8), 78-86
- Fernández Sandoval, A. y Pinedo Tello, E. (2006). Procesamiento de semillas de copoazú: *Theobroma grandiflorum* Schum. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/762> (MINISTERIO DE AGRICULTURA).
- GAD Municipal de Patate, (2022). Características Generales. <https://www.patate.gob.ec/patates/generalidades.html>
- Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente. (2006). TOMATE de ÁRBOL (*Cyphomandra betacea Send.*). Trujillo, Peru. <http://eprints.uanl.mx/17011/1/1080240222.pdf>
- Gil Olea, D. (2014). Efecto del yodo en germinación y vigor de plántulas tomate (*Lycopersicon esculentum*). <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=tesisan.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=009242> (Sidalc.net).
- Gordillo, F., Borrego, F., Lozano, C., Robledo, V., Rodrigues, M., Gonzalez, J. y Benavides, A. (2016). Respuesta de las plantas de melón a las aplicaciones de yoduro de potasio. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 17, 3465-3475.
- Guato, M. (2013). Evaluación de tres patrones en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea Cav. Sendtn*). (Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato). <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6492/1/Tesis-62%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20201.pdf>
- Inca, W. (2012). Evaluación de tres clases de desinfectantes (cloro, yodo y peróxido) para mejorar la calidad e inocuidad de las lechugas, zanahoria y rábanos producidas y comercializadas por los productores agroecológicos de cebadas. (Tesis de Grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/27T0197.pdf>

- León, F., Viteri, D. y Cevallos, A. (2004). Manual del cultivo de tomate de árbol. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/827/4/iniapscm61.pdf>
- Lieja, P., Benavides, A., Rocha, A. y Medrano, J. (2016). Biofortificación con yodo en plantas para consumo humano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8),2025-2036.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000802025&lng=es&tlng=es.
- Lucas, K., Maggi, J. y Yagual, M. (2011). Creación de una empresa de producción, comercialización y exportación de tomate de árbol en el área de sangolquí, provincia de Pichincha. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10689>
- Mengel, K. y Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio, Basilea; Suiza.
- Molina, D. (2020). GERMINACIÓN DE *Solanum betaceum*: Evaluación in vitro y ex vitro de factores físicos y químicos. Tesis de grado. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19527/1/UPS-TTQ171.pdf>
- Pérez Camacho, I., González Hernández, V., Molina Moreno, J., Ayala Garay, Ó. y Peña Lomelí, A. (2008). Efecto de desarrollo y secado de semillas de physalis ixocarpa brot en germinación, vigor y contenido de azúcares. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S037818442008001000011&script=sci_arttext&tlng=pt (Ve.scielo.org).
- Pérez Martínez, L., Rodríguez, N., Melgarejo, L. y Vargas Ríos, O. (2014). Propagación por semilla de 13 especies de páramo. https://www.researchgate.net/profile/OrlandoVargas4/publication/324808382_Propagacion_por_semilla_de_13_especies_de_paramo/links/5ae36166aca272ba507cea34/Propagacion-por-semilla-de-13-especies-dedf.
- Quinto, C. (2017). Evaluación de tres dosis y época de aplicación de yodo sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz (*Oryza sativa. L*). SFL-11. (Tesis de grado., Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15573/1/Quinto%20Rivas%20Cristhian%20Sael.pdf>

- Reina, J. D., y Parra, S. D. (2018). Germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*), papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) utilizando sustratos orgánicos. *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*, 9(2), 18-35.
- Rodriguez, P. (2007). Proyecto para la producción de tomate de árbol en san Gabriel, provincia del Carchi y su comercialización en los principales mercados de la ciudad de quito. (Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército).
- Ruben, M. (2019). Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*). (Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador).
- Umaly, R. y Poel, L.(1970). Effects of Various Concentrations of Iodine as Potassium Iodide on the Growth of Barley, Tomato and Pea in Nutrient Solution Culture. *Annals of Botany*, 34(137), 919-926.
- Weng, H., Weng, J., Lan, A., Hong, C. y Qin, Y. (2008). Increment of Iodine Content in Vegetable Plants by Applying Iodized Fertilizer and the Residual Characteristics of Iodine in Soil. *Biol Trace Elem Res*, 218-228.
- Whitehead, D. (1973). Uptake and distribution of iodine in grass and clover plants grown in solution culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 24(1), 43-50
- Zimmermann , M. (2009). Iodine Deficiency. *Endocrine Reviews*, 30(4), 376-408.

ANEXOS

Registro de datos de las variables en estudio

Anexo 1. Altura de la planta

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2,82	2	1,41	3,92*	0,0386
Tratamientos	26,76	9	2,97	8,26**	0,0001
Concentración	1,02	2	0,51	1,10ns	0,3554
Tiempo	24,53	2	12,27	26,45**	<0,0001
Concentración*tiempo	0,55	4	0,14	0,30ns	0,8748
T vs resto	0,65	1	0,65	1,81ns	0,1953
Error	6,48	18	0,36		
Total	36,06	29			

Anexo 2. Volumen de raíz

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,04	2	0,02	17,33**	0,0001
Tratamientos	0,11	9	0,01	10,38**	<0,0001
Concentración	0,01	2	2,6E-03	0,76ns	0,4839
Tiempo	0,10	2	0,05	14,31**	0,0002
Concentración*tiempo	0,01	4	1,6E-03	0,47ns	0,7565
T vs resto	1,8E-04	1	1,8E-04	0,15ns	0,7010
Error	0,02	18	1,2E-03		
Total	0,17	29			

Anexo 3. Longitud de la raíz

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	50,95	2	25,47	33,07**	<0,0001
Tratamientos	181,61	9	20,18	26,19**	<0,0001
Concentración	3,50	2	1,75	0,49ns	0,6210
Tiempo	172,91	2	86,46	24,19**	<0,0001
Concentración*tiempo	4,18	4	1,04	0,29ns	0,8791
T vs resto	1,02	1	1,02	1,32ns	0,2656
Error	13,87	18	0,77		
Total	246,42	29			

Anexo 4. Porcentaje de germinación

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	3445,58	2	1722,79	6,32**	0,0083
Tratamientos	4732,54	9	525,84	1,93ns	0,1125
Concentración	4200,46	2	2100,23	4,57*	0,0248
Tiempo	76,17	2	38,08	0,08ns	0,9208
Concentración*tiempo	360,44	4	90,11	0,20ns	0,9372
T vs resto	95,48	1	95,48	0,35ns	0,5613
Error	4905,20	18	272,51		
Total	13083,32	29			

Anexo 5. Registro de datos

Bloques	tratamientos	concentraciones	tiempo	altura de la planta	volumen de raíz	longitud de la raíz	porcentaje de germinación
1	A1B1	A1	B1	13,67	0,27	24,31	90,91
2	A1B1	A1	B1	12,37	0,21	21,57	90,91
3	A1B1	A1	B1	11,87	0,19	23,13	90,91
1	A1B2	A1	B2	10,02	0,14	20,13	90,91
2	A1B2	A1	B2	10,45	0,11	19,13	84,85
3	A1B2	A1	B2	10,47	0,1	19,22	90,91
1	A1B3	A1	B3	11,05	0,17	19,75	84,85
2	A1B3	A1	B3	10,94	0,12	16,79	81,82
3	A1B3	A1	B3	10,89	0,1	16,3	84,85
1	A2B1	A2	B1	13,9	0,37	26,66	78,79
2	A2B1	A2	B1	12,02	0,19	22,06	96,97
3	A2B1	A2	B1	12,9	0,26	24,02	60,61
1	A2B2	A2	B2	10,76	0,19	21,57	84,85
2	A2B2	A2	B2	10,83	0,1	17,41	100
3	A2B2	A2	B2	11,65	0,14	19,7	87,88
1	A2B3	A2	B3	12,44	0,23	21,91	90,91
2	A2B3	A2	B3	10,04	0,11	16,57	78,79
3	A2B3	A2	B3	10,9	0,12	17,93	66,67
1	A3B1	A3	B1	13,47	0,37	26,66	81,82
2	A3B1	A3	B1	13,6	0,19	22,06	66,67
3	A3B1	A3	B1	12,48	0,26	24,02	36,36
1	A3B2	A3	B2	11,46	0,21	20,59	75,76
2	A3B2	A3	B2	11,07	0,08	18,6	72,73
3	A3B2	A3	B2	10,47	0,12	18,48	18,18
1	A3B3	A3	B3	11,05	0,1	18,56	84,85
2	A3B3	A3	B3	10,94	0,09	15,5	87,88
3	A3B3	A3	B3	10,89	0,09	17,37	9,09
1	Testigo			11,8	0,17	20,32	75,76
2	Testigo			11,04	0,17	19,38	72,73
3	Testigo			10,42	0,15	19,57	63,64

Anexo 6. Preparación de las concentraciones de yodo



Anexo 7. Colocación de las semillas en las concentraciones de yodo



Anexo 8. Colocado de las semillas en el sustrato para la germinación



Anexo 9. Enfundado de la tierra negra para el trasplante de las plantas de tomate.



Anexo10. Rotulado de los tratamientos



Anexo11. Toma de altura de la planta



Anexo12. Toma de la longitud de raíz



Anexo13. Toma del volumen de raíz



Anexo14. Niveles de clorofila



Anexo15. Despulpado de la semilla de tomate de árbol



Anexo16. Secado de las semillas

