

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ALCALOIDES EN TRES ESTADOS FENOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceum*) INJERTO EN PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), EN TUNGURAHUA”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTOR**

**CAROLINA MISHHELL CAICEDO ÁLVAREZ**

**TUTOR**

**ING. AGR. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ, Mg**

**CEVALLOS - ECUADOR**

**2021**

**“EVALUACION DE LA PRESENCIA DE ALCALOIDES EN TRES ESTADOS FENOLOGICOS DEL FRITO DE TOMATE DE ARBOL (Solanum betaceum) INJERTO EN PALO BOBO (Nicotiana glauca), EN TUNGURAHUA”**

**REVISADO POR:**



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE  
HERNAN  
ZURITA  
VASQUEZ**

.....  
Ing. Mg. José Hernán Zurita Vasquez

**TUTOR**

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

11/03/2021



Firmado electrónicamente por:  
**MARCOZ  
OSWALDO  
PEREZ  
SALINAS**

.....  
Ing. Mg. Marco Pérez Salinas, PhD

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



Firmado electrónicamente por:  
**CARLOS LUIS  
VASQUEZ  
FREYTEZ**

08/03/2021

.....  
Dr. Carlos Vásquez

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



Firmado electrónicamente por:  
**OLGUER  
ALFREDO  
LEON  
GORDON**

08/03/2021

.....  
Ing. Mg. Olguer León  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ALCALOIDES EN TRES ESTADOS  
FENOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum  
betaceum*) INJERTO EN PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), EN  
TUNGURAHUA”**

**REVISADO POR**



Firmado electrónicamente por:

**JOSE  
HERNAN  
ZURITA  
VASQUEZ**

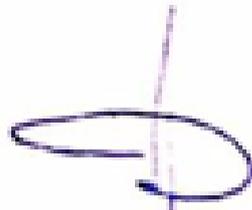
.....

**Ing. Mg. Hernán Zurita**

**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita, CAROLINA MISHHELL CAICEDO ALVAREZ, portadora de cédula de identidad número: 171835503 3, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ALCALOIDES EN TRES ESTADOS FENOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceum*) INJERTO EN PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), EN TUNGURAHUA” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mí sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



---

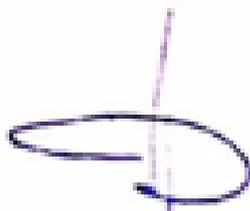
CAROLINA MISHHELL CAICEDO ALVAREZ

## DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ALCALOIDES EN TRES ESTADOS FENOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE DE ARBOL (*Solanum betaceum*) INJERTO EN PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), EN TUNGURAHUA” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

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



---

CAROLINA MISHELL CAICEDO ALVAREZ

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme lograr mi objetivo; el ser Ingeniera Agrónoma es uno de mis mayores deseos y ahora lo he logrado

A mis padres que son los seres más importantes en mi vida; quienes han sido mi motor principal y han forjado en mí la persona de quien hoy estoy muy orgullosa, por acompañarme en todo este trayecto y por ser parte fundamental en la realización de este título.

A mi hermana por ser quien ha compartido conmigo los mejores y peores momentos de toda esta trayectoria, quien ha sabido darme ánimos cuando me he sentido vencida.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica De Ambato y con gran orgullo a mi querida Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme dado la oportunidad de forjarme como la profesional que hoy soy.

A mi tutor de tesis, el Ing. Hernán Zurita por haber sabido guiarme en toda esta trayectoria, por haber puesto su confianza en mí. Este título también se lo debo a la Doc. Marcia Buenaño y al Ing. Carlos Vázquez quienes me han brindado de forma desinteresada sus conocimientos y han sabido explicarme con paciencia y cariño todo lo necesario para poder realizar mi tesis y hoy orgullosamente puedo decir que soy lo que soy gracias a ustedes.

A todos los Ingenieros que con gran amor han hecho de mí una profesional ejemplar del cual no se arrepentirán. Personas como el ingeniero Hernán Zurita, Segundo Curay, Marco Perez y doctor Carlos Vázquez que han sido mucho más que solo maestros de cátedra en esta trayectoria, ustedes han dejado en mí los mejores consejos que como ser humano y profesional puede llevar conmigo.

A mis amigos de clase... mi DELINCUENCIA como siempre les dije con quienes he compartido estos años y de quienes me llevo un poco de cada uno en mi aprendizaje. Y con gran amor a mis parches mi TATY y PECHIITO porque con ustedes estos años fueron los mejores y hoy orgullosamente puedo decir que son más que compañeros de clase son mis mejores amigos y siempre estarán conmigo. Gracias por tantos años de amistad. A todos ustedes los llevo en mi corazón y crean que en mí siempre podrán contar como una amiga.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>CAPITULO II</b> .....	15
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</b> .....	15
<b>2. 2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES</b> .....	19
<b>2.2.1. Tomate de árbol.</b> .....	19
<b>2.2.1.1. Importancia del cultivo de tomate de árbol</b> .....	19
<b>2.2.1.2. Descripción Morfológica</b> .....	19
<b>2.2.1.3. Clasificación taxonómica</b> .....	20
<b>2.2.2. Metabolitos secundarios</b> .....	20
<b>2.2.2.1. Alcaloides</b> .....	21
<b>2.2.2.2. Anabasina</b> .....	22
<b>2.2.2.2. Nicotina</b> .....	23
<b>2.2.3. Identificación de alcaloides</b> .....	24
<b>2.2.3.1 Cromatografía de capa delgada</b> .....	24
<b>2.2.4. Palo bobo</b> .....	25
<b>2.2.4.1. Generalidades</b> .....	25
<b>2.2.4.2. Clasificación taxonómica</b> .....	25
<b>2.2.4.3. Características botánicas</b> .....	26
<b>2.2.4.4. Nematicida</b> .....	26
<b>CAPÍTULO III</b> .....	28
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	28
<b>3.1. HIPÓTESIS</b> .....	28
<b>3.2. OBJETIVOS</b> .....	28
<b>3.2.1. Objetivo general</b> .....	28
<b>3.2.2. Objetivos específicos</b> .....	28
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	29
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	29
<b>4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)</b> .....	29
<b>4.2. Caracterización del lugar</b> .....	29
<b>4.3. EQUIPOS Y MATERIALES</b> .....	30
<b>4.3.1. Equipos</b> .....	30
<b>4.3.2. MATERIALES</b> .....	30
<b>4.3.3. REACTIVOS</b> .....	31

<b>4.4. FACTORES EN ESTUDIO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.1. Variedades vegetales .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.2. Característica .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.3. Estados fenológicos del fruto según tabla Munsell 2017.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5. TRATAMIENTOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>34</b>
<b>4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>34</b>
<b>4.7.1. Preparación de los extractos de la planta .....</b>	<b>34</b>
<b>4.7.2. Obtención de los extractos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.8. VARIABLE RESPUESTA .....</b>	<b>35</b>
<b>4.8.1 Caracterización física del fruto.....</b>	<b>35</b>
<b>4.8.1.1. Peso.....</b>	<b>36</b>
<b>4.8.1.2. Volumen .....</b>	<b>36</b>
<b>4.8.1.3. Diámetro y longitud .....</b>	<b>36</b>
<b>4.8.1.4. Color .....</b>	<b>36</b>
<b>4.8.1.5. Dureza:.....</b>	<b>36</b>
<b>4.8.2. Caracterización química del fruto.....</b>	<b>37</b>
<b>4.8.2.1 pH.....</b>	<b>37</b>
<b>4.8.2.2. Acidez Titulable.....</b>	<b>37</b>
<b>4.8.2.3. Identificación de alcaloides:.....</b>	<b>38</b>
<b>4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>40</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 caracterización física del fruto de tomate de árbol .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 Caracterización química del fruto de tomate de árbol .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....</b>	<b>51</b>
<b>6.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>6.2. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>6.3. ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos investigativos .....	33
Tabla 2. Variación de los caracteres físicos en frutos de tomate de árbol .....	42
Tabla 3. Variación del carácter químico. pH. ....	43
Tabla 4. Variación de los caracteres químicos del fruto: acidez titulable.....	44
Tabla 5. Presencia de alcaloides en frutos de tomate de árbol.....	48
Tabla 6. Revelado de la cromatografía .....	50

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Suelos de Servicio al Público y de Microbiología agrícola y ambiental propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Situado a 01° 22' 02" latitud Sur y 78° 20' 36" longitud Oeste, a una altitud de 2.865 msnm, con el propósito de evaluar la presencia de alcaloides en tres estados fenológicos del fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) siendo estos maduro, verde y pintón; injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*).

Para la evaluación se aplicó un diseño factorial donde se incluyeron 2 tratamientos y dos testigos, con diez repeticiones, se efectuó el análisis PROBIT y se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5%, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

El mayor peso en fruto lo obtuvo la variedad de tomate de árbol amarillo injerto con estado fisiológico pintón, el cual Alcanzó 137,62 g, la misma que poseyó su mayor volumen con 134,80 ml, en relación a la dureza el fruto que alcanzó su mayor valor fue la variedad morada injertada en estado fisiológico verde con 4,92 kg/cm<sup>2</sup>. En diámetro la variedad de tomate de árbol morado injerto en estado fisiológico maduro, el cual Alcanzó 62,28mm. La longitud del fruto, su máximo valor fue dado por la variedad morada no injerta en estado fisiológico verde, el cual alcanzo un valor de 77.39 mm. Con respecto a los datos de pH se obtuvo que la variedad amarillo no injerto en estado fisiológico verde tiene un mayor pH correspondiente a 4,07. El fruto morado no injerto en estado maduro que contiene 2,11% de acidez titulable. Los resultados en el tamizaje fitoquímico realizado a los extractos, etanólico de la pulpa y cascara de las muestras en estudio, mostraron la presencia de alcaloides dando positivo en la mayoría de las muestras, mientras que en la prueba para alcaloides como nicotina y anabasina que se realizaron posteriormente por medio de las corridas por cromatografía en capa fina no dio reacción positiva al ser revelado con reactivo de Dragendorff.

**PALABRAS CLAVES:** alcaloides, presencia, cromatografía, reactivos.

## SUMMARY

The research was carried out in the Soil Laboratories for Public Service and Agricultural and Environmental Microbiology owned by the Technical University of Ambato, Faculty of Agricultural Sciences, located in the Cevallos canton, Tungurahua province. Located at  $01^{\circ} 22' 02''$  South latitude and  $78^{\circ} 20' 36''$  West longitude, at an altitude of 2,865 meters above sea level, with the purpose of evaluating the presence of alkaloids in three phenological stages of the tree tomato fruit (*Solanum betaceum*) being these mature, green and pintón; graft on bobo stick (*Nicotiana glauca*).

For the evaluation, a factorial design was applied where 2 treatments and two controls were included, with ten repetitions, the PROBIT analysis was carried out and the Tukey significance tests were carried out at 5%, where the following results were obtained:

The highest weight in fruit was obtained by the grafted yellow variety with a ripe state of pintón, which reached 137.62 g, the same that had its highest volume with 134.80 ml, in relation to the hardness of the fruit that reached its highest value It was the grafted purple variety in a state of green maturity with 4.92 kg / cm<sup>2</sup>. In diameter, the grafted purple variety in a mature state of maturity, which reached 62.28mm. The length of the fruit, its maximum value was given by the purple variety not grafted in a state of green maturity, which reached a value of 77.39 mm. Regarding the pH data, it was obtained that the non-grafted yellow variety in the green maturity stage has a higher pH corresponding to 4.07. The non-grafted purple fruit in ripe state that contains 2.11% titratable acidity. The results in the phytochemical screening carried out on the extracts, ethanolic of the pulp and rind of the samples under study, showed the presence of alkaloids giving positive in most of the samples, while in the test for alkaloids such as nicotine and anabasine that were They were subsequently carried out by means of thin layer chromatography runs gave no positive reaction when developed with Dragendorff's reagent.

**KEY WORDS:** alkaloids, presence, chromatography, reagents.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es un rubro frutícola de gran importancia económica para Ecuador siendo fundamental para la región de la sierra. Este fruto es consumido por la población como fruta fresca además de ser empleado de otras maneras en el país, dando como resultado la expansión de la superficie sembrada en la zona. Éste cultivo además sus altos niveles de vitamina A, B, C, K y minerales siendo favorable en la alimentación de la población, es de mucha rentabilidad; con 40 000-50 000 kg/ha/año, lo que ha generado una gran mejora en la situación económica, por ende de vida de muchas familias tungurahueses y ecuatorianas en general.

Este cultivo se ha visto afectado por diversos factores que alteran de forma significativa su rendimiento entre ellos se encuentra el ataque de diferentes plagas, siendo una de las principales el nematodo de las raíces (*Meloidogyne* spp.) (**Kutchan, 2005**). El nemátodo *Meloidogyne incógnita* en su segundo estado juvenil genera daños en la raíz, creando nódulos o agallas que afectan la absorción de agua y nutrientes, atrasa el crecimiento, disminuyen en gran manera los rendimientos y el tamaño de los frutos junto a su calidad. El daño es mucho más grave cuando el nemátodo interactúa con hongos y bacterias del suelo formando problemas que disminuyen la producción.

Debido a la susceptibilidad de las plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) a los ataques de patógenos presentes en el suelo como nematodos agalladores (*Meloidogyne* spp.). Este es uno de los géneros de nemátodos con mayor importancia por las grandes pérdidas que genera en los cultivos, ya que genera diversas alteraciones en las raíces produciendo agallas. Este nemátodo rompe las células de la planta, solubilizando las paredes celulares y así generando cambios fisiológicos en los tejidos radicales como consecuencia a la inyección de sustancias fitotóxicas a través de su estilete. Estas acciones provocan el ataque de otros microorganismos patógenos como hongos, bacterias y virus que ingresan a la planta a través de las heridas ocasionadas por el nematodo. Por todo esto, en Ecuador se ha recurrido al uso de porta-injertos tolerantes a este nematodo, entre los que se incluye el uso de *Nicotiana glauca*, con excelentes resultados en cuando a productividad. Estos porta injertos, al ser tolerantes

a nematodos ayuda reduciendo el uso de pesticidas y además alargan la vida útil del tomate de árbol e incrementan la producción además que disminuye claramente la presencia del nematodo sobre las plantaciones, favorece notoriamente al desarrollo normal del cultivo de tomate teniendo plantas vigorosas y de mejor calidad (León, J. 1996). Sin embargo, existe una clara preocupación entre los productores de este rubro debido a que algunos consumidores han manifestado el cambio de sabor en frutos provenientes de plantas injertas (**Sinclair, Johnson, and Hamill, 2004**).

Los frutales que pertenecen a la familia Solanaceae, poseen una gran incidencia de del nematodo *Meloidogyne incognita*, el cual genera daños en la planta, llegando a producir hasta su muerte. En el Ecuador, se produce pérdidas hasta del 90% del rendimiento en la producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) por la presencia de este nematodo. (Revelo, 2003). Por lo ya mencionado, es importante buscar materiales silvestres que tengan características antígenas a la infección del patógeno, para que sean utilizados como porta injertos, ayudando así a mejorar la longevidad de la planta e incrementar el rendimiento de la misma. (Revelo & Sandoval, 2003).

Este efecto de resistencia mostrado por *N. glauca* podría ser atribuido a la producción de metabolitos secundarios, tales como alcaloides. (**Estrada, 2011**). Estos metabolitos han mostrado tener una alta capacidad de translocación desde las hojas a los diferentes órganos de la planta e incluso es posible que estos compuestos pudieran ser transferidos al injerto, pudiéndose acumular en frutos, lo cual afectaría su composición química y consecuentemente su calidad (**Shoji, T. and Hashimoto, 2011a**).

Este arbusto tiene propiedades nematicidas. Contiene oxidasas en los tallos, y los alcaloides nicotina y anabasina. Según el Ministerio de Salud Pública de Argentina (2002) el palo bobo “contiene D1- anabasina, piperidina, nicotina, nornicotina, ácidos cítrico, succínico, málico y oxálico, N-metil anabesino, donde se encuentra el alcaloide anabasina, que es considerablemente más tóxico que la nicotina.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

FAO, (2003) en su investigación titulada "ENERGÍA ALIMENTARIA - MÉTODOS DE ANÁLISIS Y FACTORES DE CONVERSIÓN" demuestran que en Ecuador no se presentan variedades en sí, sin embargo, con el fin de obtener una definición para el mercado se establecen genotipos; los cuales no se conservan puros, debido a la cruza natural que se genera en los huertos y posteriormente al momento de seleccionarlos para el agricultor. Por lo general, los huertos están conformados de dos o más genotipos, teniendo mayor predominancia los frutos de color anaranjados y en menor proporción los frutos morados, que toman el nombre de "mora". El fruto de tomate de árbol anaranjado es más predominante en el mercado por su valor comercial, posteriormente comenzó a tomar fuerza el tomate "morado", de color morado y pulpa más rojiza, pero de palatabilidad inferior lo cual provoco que los agricultores empiecen a sembrar este genotipo para abastecer así la necesidad del mercado.

(Cando, 2013), en su investigación "Evaluación De Tres Tipos De Injertos De Tomate De Árbol. "concluye que para generar una mayor rentabilidad en la producción del tomate de árbol se debe optar por generar plantas que sean injertadas en plantas silvestres especialmente como lo es el "palo bobo" (*Nicotiana glauca*) esto producirá que la planta se adapte una mayor resistencia a enfermedades transmitidas por medio del agua o suelo; lo que genera mayor estabilidad a los productores y dando una cantidad de fruto mucho mayor en tamaño y cantidad que la planta tradicional: con el fin de incrementar los rubros económicos en gran medida; con plantas más duraderas en el transcurso de los años y con menos presencia de enfermedades patógenas por ende menos empleo de productos químicos.

Albornoz. 1992 "El tomate de árbol. (*Cyphomandra betaceae sendt*) en Ecuador" demuestra que la presencia de nematodos se ha posicionado como la principal plaga que enfrenta éste cultivo, siendo difícil su control por los altos niveles de poblaciones que se encuentran presentes en el suelo a nivel radicular, lo que genera un déficit en su calidad, cantidad de cosecha y vida útil de la planta. Lo que genera que para su control los agricultores empleen nematicidas sistémicos con más frecuencia variando entres los tres meses, esto provoca la acumulación de estos productos en el fruto afectando así la calidad del mismo y el bienestar de los trabajadores y consumidores.

MAG e IICA, 2000. "Identificación de Mercados y Tecnología para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación. Tomate de Árbol" identifica como las primeras causas por la difícil comercialización de tomate de árbol se encuentra la deficiente calidad del producto, por su forma artesanal en su producción y la carencia de plantas certificadas, que desfavorecen una buena producción de frutos grandes, coloridos y con tamaño para su posterior exportación. Estos problemas vienen dados por su manejo, en el ataque de enfermedades, plagas, al igual que la inadecuada nutrición y la carencia de medidas pos cosecha. Dentro de ellos se encuentra el control de enfermedades, insectos y nematodos para lo cual se ve un excesivo uso de pesticidas, lo que causa innumerables problemas a la salud de los productores, consumidores y por ende del ambiente. Siendo así necesario cumplir estándares tales como; que el producto sea sano y natural, es decir, haber sido cultivado sin químicos o con muy poca cantidad de este tipo de sustancias, y tener un tiempo de durabilidad extenso, esto se logra con mayor beneficio empleando injertos que favorezcan al cultivo.

INIAP, 2008 en su investigación "Enfermedades, nematodos e insectos plagas del tomate de árbol. Guía para la identificación en campo" Para tener un manejo adecuado y tratar de disminuir la presencia de nematodos y otras plagas en el cultivo de tomate de árbol, se ha optado por implementar un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en diferentes áreas de la sierra ecuatoriana, con el fin de ayudar y contrarrestar los efectos negativos de estos microorganismos, para lo cual se han evaluado plantas

porta injertos resistentes, implementando diversas dosis, control biológico, control químico y prácticas culturales. Con el fin de conservar las plantaciones con la menor presencia de plagas de consideración.

León et al. (2004). “Manual del Cultivo de Tomate de Árbol” expresa que el excesivo uso de pesticidas ha provocado que estas plagas y enfermedades presenten alto nivel de tolerancia y resistencia a los pesticidas que fueron empleados para su control, el poco conocimiento de los agricultores también juega un papel esencial en el incremento de patógenos en los cultivos. Todos estos inconvenientes ha generado nuevas alternativas para su control entre ellas el empleo de porta-injertos silvestres para minimizar los problemas fitosanitarios nombrados con anteriormente. Sin embargo existe desconcierto en el mercado por el sabor que adoptan los frutos que salen de esta injertación, provocando así que los precios en el mercado sean bajos o en muchos casos rechazados. Entre las ventajas que brinda el porta injertos; se encuentra su tolerancia a nematodos y Fusarium, además que ayuda a la reducción del uso de pesticidas alargando la vida útil de la planta, incrementando su producción y protegiendo el medio ambiente.

León et al., 2004 en la su Manual titulado “Manual del cultivo de tomate de árbol” Para solucionar problemáticas referente a la presencia de patógenos en la zona radicular, se han hecho múltiples investigaciones procurando la supervivencia de la planta, estas se basaron empleando la injertación del tomate de árbol sobre patrones silvestres; esto ayudo de manera notoria a la disminución de diversos problemas fitosanitarios, pero formándose un nuevo inconveniente siendo así el rechazo del fruto por la acidez obtenido en plantas injertas. En el momento de la cosecha del fruto de tomate de árbol, se parte de un criterio impropio sobre el estado fisiológico de la fruta en su tiempo de conservación. Sin embargo, la cosecha temprana de los frutos es una de las razones de la acidez de los mismos, por lo que se estudia las propiedades físico-químicas de los frutos provenientes de plantas injertadas.

Carrere (2007), en su investigación titulada “El misterioso ciudadano Palán palán (*Nicotiana glauca*)” menciona que el palo bobo posee propiedades insecticidas, fungicidas y nematocidas, esta planta entre su composición posee alcaloides tales como: nicotina, nornicotina y anabasina; reduciendo así de manera notoria la presencia de los nematodos que atacan con gran severidad al cultivo de las solanáceas.

Díaz, (2010) en su investigación “Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia” menciona que los alcaloides que se encuentran en el palo bobo (*Nicotiana glauca*), como lo son: nicotina, nornicotina y anabasina son sustancias neurotóxicas que paralizan a los nematodos, causando la inactividad en el sistema nervioso y además tiene una función insecticida de contacto, fumigante o veneno estomacal que ayuda a que estos nematodos continúen ocasionando daño en la planta.

Chango (2018). En su investigación titulada “Aplicación de extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*).” Concluye que una de las mejores maneras para controlar la presencia de nematodos en el cultivo de tomate de árbol es injertándolo en palo bobo presentando así los mejores resultados debido a que al ser utilizado como porta injerto en tomate de árbol y por sus alcaloides presentes (nicotina, nornicotina y anabasina) ayuda a controlar a los nematodos, el Ecuador *Nicotiana glauca* es utilizada como portainjerto de tomate de árbol.

## **2. 2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. Tomate de árbol.**

#### **2.2.1.1. Importancia del cultivo de tomate de árbol**

El tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) es un frutal andinos que se ha desarrollado en el Ecuador desde hace muchos años tanto por sus múltiples usos culinarios, por su calidad nutritiva, además de ser empleado como consumo para jugos e incluso en la medicina alternativa, gracias a sus características físicas, nutritivas y organolépticas. Posicionado como un cultivo con gran importancia económica. Las siembras se dan principalmente en las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Azuay. Con altitudes mayores de 1800 msnm. Hasta los 3200 INIAP (2010),

La rentabilidad obtenida de este cultivo ha sido una prioridad con respecto a otros cultivos tradicionales para los múltiples agricultores. Existe un gran interés por el tomate de árbol en otros países como lo es Europa y Estados Unidos, con una limitante para la comercialización dado a los altos volúmenes solicitados, la cantidad de pesticidas que sostiene el fruto y los controles legales sanitarios realizados para la posterior exportación. Esta posibilidad de exportación a países extranjeros ha logrado que se genere un crecimiento en la producción del mismo, teniendo como objetivo el envío a países vecinos (Camacho, 2011).

#### **2.2.1.2. Descripción Morfológica**

El tomate de árbol es una planta arbustiva que puede llegar a medir entre 2.5 a 3.0 m de altura, Su tallo se desarrolla de manera vertical, con forma cilíndrica y se divide en tres ramas a la altura de 1.0 a 1.5 m. Sus hojas son grandes, alternas, enteras, ovadas, de punta corta, con una coloración verde oscuro, teniendo nervaduras tanto centrales

como laterales. El tomate al igual que otras especies de Solanáceas, se caracteriza por su eje principal que no crece indefinidamente; este muere o termina en una flor

El fruto de tomate de árbol es una baya carnosa, con forma de ovalo, que en algunos caso termina en punta y en otros casos redondeado, estos se encuentran acoplado a la planta por su pedúnculo. La cáscara es fina, tersa y de coloración amarilla, anaranjada, rojo vino o rojo pálido, y según al genotipo; la pulpa contiene bastante líquido, ácida y su coloración es amarillo o rojo, conteniendo gran cantidad de semillas. Sus semillas son en medida pequeña, redondas, planas, con textura lisa y de color amarillo. Se encuentran dentro del futo un aproximado de 200 a 300 unidades (Bernal y Diaz, 2005).

### 2.2.1.3. Clasificación taxonómica

El tomate de árbol se clasifica de la siguiente manera, de acuerdo a Bernal y Díaz (2003):

Reino:	Vegetal
Subreino:	Espermatofita
División:	Angiosperma
Subdivisión:	Dicotiledónea
Clase:	Simpétala
Subclase:	Pentacíclica
Orden:	Tubiflorales
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Sección:	<i>Cyphomandra</i>
Especie:	<i>Solanum betaceum Cav.</i>
Nombre Común:	Tomate de árbol

### 2.2.2. Metabolitos secundarios

Las plantas han logrado protegerse por ellas solas; antes de que el ser humano jugara un rol importante en su protección. Estas sintetizan una gran cantidad de metabolitos

secundarios relacionados con la autodefensa de las mismas. Entre estos compuestos destacan los flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas, saponinas y polipéptidos. (Hernández et al, 2007).

Las plantas generan compuestos secundarios que poseen características químicas y funcionales con diferentes funciones tomando el nombre de metabolitos secundarios los cuales tiene algún tipo de función sobre ciertos patógenos. Estos tienen una gran importancia como por sus compuestos que generan sobre los organismos y sus interacciones alelopáticas, defensa sobre patógenos, atrayendo polinizadores y con bacterias benéficas. Tienen como objetivo colaborar de barrera inicial a la dispersión de bacterias u hongos dentro de los tejidos de la planta, provocando una presión selectiva sobre los patógenos de importancia, formando mecanismos de resistencia. La función principal de los metabolitos secundarios no solo es antibacteriana o anti fúngica, sino que algunos prohíben la germinación de esporas. Los diversos metabolitos secundarios producen barreras frente a la penetración de los hongos patógenos (Vivanco et al. 2005).

#### **2.2.2.1. Alcaloides**

Un alcaloide es un compuesto orgánico de tipo nitrogenado que es generado por el reino vegetal aunque en la actualidad se lo puede producir en laboratorios. Estos compuestos producen efectos fisiológicos de distintas clases, que forman la base múltiples drogas entre ella la cocaína y la morfina. Existen más de 5000 alcaloides de distinta composición. Pueden ser empleados como sedantes, anestésicos o psicotrópicos.

Los alcaloides además de ser compuestos complejos son elevadamente tóxicos para el ser humano y los animales, este provoca envenenamientos y hasta la muerte de personas que lo ingiera de manera errónea (Raddick, 1986)

#### **2.2.2.2. Anabasina**

La anabasina es un alcaloide isómero de la nicotina que está presente en el tabaco y en algunas plantas de la familia quenopodiácea. Su fórmula elemental es  $C_{10}H_{14}N_2$ , este compuesto en altas dosis un provoca un bloqueo despolarizante de la conexión nerviosa. (Furer et al., 2011).

Según Anguisaca et al., (2011) informa que la ingesta de este alcaloide provoca malformaciones congénitas, esto se debió a que en un estudio realizado cuando en cerdas que ingirieron hojas de tabaco y al igual que plantas silvestres del genero solanáceas en períodos de la gestación desarrollaron diversos tipos de malformaciones en los neonatos.

La anabasina es un compuesto que puede provocar daños en porcinos, bovinos, ovinos y caprinos. Entre ella los principales daños son artrogriposis una malformación con principios en la gestación y/o paladar hendido, esto depende de la especie de *Nicotiana* y su contenido de anabasina dentro de esta (Lee et al., 2006).

En la investigación generada por Diaz (2009) se evaluo la ingesta de *N. glauca* en ovejas gestantes con dosis de anabasina de 1.99 a 3.42 mg/kg de peso, los cuales presentaron intoxicaciones acompañado de salivación excesiva, ataxia (daños cerebrales), incoordinación y muerte.

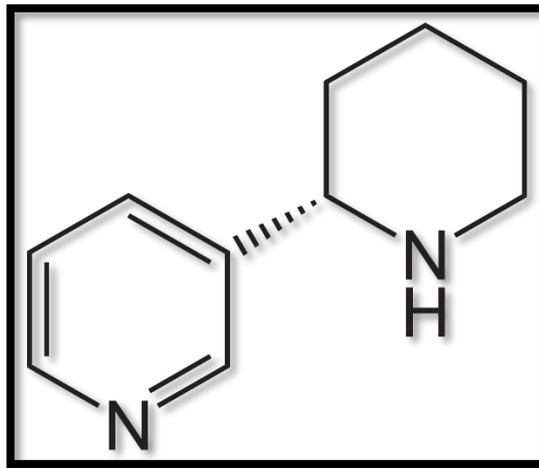


Figura 1. Estructura química de Anabasina

Fuente: Furer et al, 2011.

#### 2.2.2.2. Nicotina

La nicotina un alcaloide elevadamente tóxico en dosis desde 40 a 60mg/100g mismo que puede llegar a ser mortal. Se lo puede ingerir de varias maneras: por la mucosa oral, vías respiratorias y por la vía subepidérmica. Al ser ingerido vía oral provoca trastornos gástricos y muchas veces intestinales dentro de ellos vómitos, náuseas y diarreas al igual que puede llegar a producir trastornos concernientes a la vista y al oído. En pequeñas cantidades produce temblores, hipertensión arterial y alteración en la respiración, por otra lado en altas dosis genera convulsiones y parálisis respiratoria (Nogué et al., 2009).

La presencia de nicotina en las plantas de tabaco es un mecanismo de defensa contra insectos herbívoros. Teniendo en claro que, las plantas no poseen un compuesto específico ante el ataque de algún organismo, sino una combinación de compuestos para así obtener un resultado eficiente y positivo (Zavala, 2010).

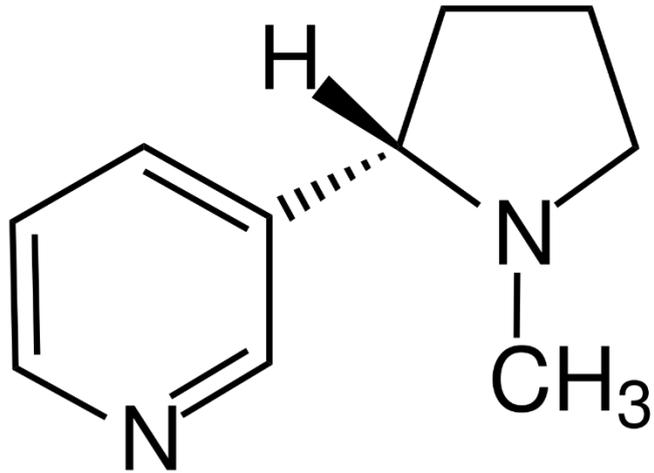


Figura 2. Estructura química de la Nicotina

Fuente: Furer et al., 2011.

### 2.2.3. Identificación de alcaloides

#### 2.2.3.1 Cromatografía de capa delgada

La cromatografía es una técnica fisicoquímica utilizada para separar dos o más compuestos de una mezcla por distribución de una fase móvil y una fase estacionaria. La fase móvil es la que se encarga de transportar las sustancias que se van a separar de la mezcla de sustancias en nuestra muestra, la fase móvil progresa en relación con la fase estacionaria. La cromatografía es una técnica analítica que se emplea para separar mezclas de productos naturales (Novo et. Al 2009)

En la cromatografía se da la adsorción de la muestra aplicada en la capa en la superficie del material por medio de fuerzas electrostáticas, cuando la capa se somete a la fase móvil, por capilaridad se da una competencia de enlaces entre los sitios activos del adsorbente y la muestra con la fase móvil (Lozada, 2018).

La fase móvil que asciende por acción capilar en la fase estacionaria arrastra los compuestos y los separa, dejando a su paso las bandas donde se encuentran algunos compuestos. Los compuestos concentrados en las bandas que va dejando a su paso la fase móvil se detectan por medio de la luz UV, la cual permite detectar las sustancias que absorben la longitud de onda larga (365nm) y la de onda corta (254nm). También es recomendable rociar la placa con diferentes reactivos químicos que sirven como reveladores en presencia de algunos compuestos (Novo et. Al 2009).

#### **2.2.4. Palo bobo**

##### **2.2.4.1. Generalidades**

Esta es una especie original de Sudamérica, que se ha desarrollado con una gran diseminación en la región Mediterránea. Es pariente del tabaco, es un cultivo muy común en distintos lugares cultivados y desérticos. En ocasiones es cultivado como ornamental. Esta planta no necesita mayor cuidados por su alta rusticidad, Se desarrolla por lo general en las orillas de caminos y carreteras, en orillas de ríos y riachuelos, en diversos cultivos y patios de casas.

El palo bobo (*Nicotiana glauca*) es un vegetal arvense, es una planta considerada como “malezas” sin embargo, también es una parte fundamental de la biodiversidad vegetal de las zonas donde se encuentren ya que contribuyen al mantenimiento y estabilidad de ecosistemas como refugio de muchas especies, como aves o insectos (Aviña, 2007).

##### **2.2.4.2. Clasificación taxonómica**

El palo bobo se clasifica de la siguiente manera, de acuerdo Rzedowski et al., (2001)

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Solanaceae
Género:	Nicotiana
Especie:	Glauca
Nombre científico:	Nicotiana Glauca
Nombres vulgares:	Tabaquillo, palo bobo, árbol del tabaco, tabaco negro

#### **2.2.4.3. Características botánicas**

El palo bobo (*Nicotiana glauca*) es una planta silvestre que mide alrededor de 7 metros de altura, se desarrolla en suelos pobres por lo general suelos áridos, posee un tallo carente de pubescencia y copa piramidal. Sus hojas son simples y sin pubescencias, pecíolo alargado de color verde azulados, la inflorescencia son de tonalidad amarillo. El fruto es una cápsula dentro de ella se encuentran las semillas redondas de 0.5 mm, con gran importancia por el alto contenido de alcaloides que poseen (Viteri et al., 2010).

#### **2.2.4.4. Nematicida**

La plantación de tomate de árbol tiene muchos inconvenientes relacionados con el manejo, ataque de enfermedades, plagas, y problemáticas en el manejo pos cosecha. Todos estos problemas han provocado que se utilicen porta-injertos silvestres para minimizar los daños fitosanitarias citadas con anterioridad. Sin embargo no hay una buena aceptación en el mercado por el sabor de estos frutos.

Este porta injertos, al ser tolerantes a nematodos y Fusarium ha provocado mayor interés en los agricultores para su ocupación. Con el propósito de solucionar uno de los mayores problemas del cultivo del tomate de árbol como es la presencia del nemátodo agallador de la raíz (*Meloidogyne sp.*) y el empleo indiscriminado de productos químicos nocivos, el INIAP realizó investigaciones para el empleo de porta-injertos en el tomate de árbol siendo uno de los más adecuado el Palo Bobo (*Nicotiana glauca*), por su acción en el control de nematodos disminuyendo así el uso de los agroquímicos tóxicos (Camacho. 2011).

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### 3.1. HIPÓTESIS

Existe presencia de alcaloides en el fruto de tomate de árbol por la injertación con la planta de palo bobo (*Nicotiana glauca*)

#### 3.2. OBJETIVOS

##### 3.2.1. Objetivo general

Evaluar la presencia de alcaloides en el fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*).

##### 3.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar química y físicamente el fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) en tres estados fenológicos.
- Identificar la presencia del alcaloide Anabasina en los frutos del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) en tres estados fenológicos.
- Determinar la presencia del alcaloide Nicotina en los frutos del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) en tres estados fenológicos.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)**

El trabajo de investigación se realizará en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, en el laboratorio de suelo y de sanidad vegetal. Ubicada en el cantón Cevallos en el sector El Tambo, provincia de Tungurahua. Situado a  $01^{\circ} 24' 27''$  latitud Sur y  $78^{\circ} 35' 00''$  longitud Oeste, a una altitud de 2850 msnm". Al Sureste del cantón Ambato.

#### **4.2. Caracterización del lugar**

Laboratorios de Suelos de Servicio al Público y de Microbiología agrícola y ambiental, de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, mismo que cuentan con condiciones de ambiente controlado, conservándose a una temperatura promedio de  $20^{\circ}\text{C}$  y una humedad del 48%.

### **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

#### **4.3.1. Equipos**

Estufa

Calibrador “pie de rey”.

Balanza electrónica

Rota vapor

Espectrofotómetro

Penetrómetro digital

Cromatógrafo (CG)

Acidométrico

Potenciómetro

Refractómetro manual

#### **4.3.2. MATERIALES**

Materiales vegetales (fruto de tomate de árbol, pulpa, cascara de la misma)

Malla de 200 ( $\mu\text{m}$ ).

Molino de cuchillas

Probeta

Cartuchos C8-C15

Rollo de placa de silico - gel

Balanza analítica

pH-metro

Plancha de agitación

Mortero

Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup>

Balón aforado 50 cm<sup>3</sup>

Bureta

### **4.3.3. REACTIVOS**

Hexano

Etanol P. A.

Etanol grado cromatográfico

Éter

NH<sub>4</sub> OH

Hidróxido de sodio. 0,1 N

Fenofaleina

#### **4.4. FACTORES EN ESTUDIO**

Los factores de estudio que esta investigación se va a tomar en cuenta son los siguientes:

##### **4.4.1. Variedades vegetales**

**Amarillo**            V1

**Morado**            V2

##### **4.4.2. Característica**

Cascara            C1

Pulpa                C2

##### **4.4.3. Estados fenológicos del fruto según tabla Munsell 2017**

**Verde**            E1    7.5 GY6/6

**Pintón**           E2    10 R 5/10

**Maduro**          E3    7.5YR 6/10

#### 4.5. TRATAMIENTOS

**Tabla 1. Tratamientos investigativos**

<b>N°</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Variable</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	AICV	Amarillo injerto	Cascara	Fruto Verde
2	AICP	Amarillo injerto	Cascara	Fruto Pintón
3	AICM	Amarillo injerto	Cascara	Fruto Maduro
4	AIPV	Amarillo injerto	Pulpa	Fruto Verde
5	AIPP	Amarillo injerto	Pulpa	Fruto Pintón
6	AIPM	Amarillo injerto	Pulpa	Fruto Maduro
7	ANICV	Amarillo no injerto	Cascara	Fruto Verde
8	ANICP	Amarillo no injerto	Cascara	Fruto Pintón
9	ANICM	Amarillo no injerto	Cascara	Fruto Maduro
10	ANIPV	Amarillo no injerto	Pulpa	Fruto Verde
11	ANIPP	Amarillo no injerto	Pulpa	Fruto Pintón
12	ANIPM	Amarillo no injerto	Pulpa	Fruto Maduro
13	MICV	Morado injerto	Cascara	Fruto Verde
14	MICP	Morado injerto	Cascara	Fruto Pintón
15	MICM	Morado injerto	Cascara	Fruto Maduro
16	MIPV	Morado injerto	Pulpa	Fruto Verde
17	MIPP	Morado injerto	Pulpa	Fruto Pintón
18	MIPM	Morado injerto	Pulpa	Fruto maduro
19	MNICV	Morado no injerto	Cascara	Fruto Verde
20	MNICP	Morado no injerto	Cascara	Fruto Pintón
21	MNICM	Morado no injerto	Cascara	Fruto Maduro
22	MNIPV	Morado no injerto	Pulpa	Fruto Verde
23	MNIPP	Morado no injerto	Pulpa	Fruto Pintón
24	MNIPM	Morado no injerto	Pulpa	Fruto maduro
25	Testigo (PB)		PALO BOBO	
26	Testigo (T)		TABACO	

## **4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se realizó un análisis factorial para determinar diferencias estadísticas y rangos de significación utilizando la prueba de Tukey al 5% con 10 repeticiones.

## **4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **4.7.1. Preparación de los extractos de la planta**

Se recolectó frutos de cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en diferentes estados fenológicos verde, pintón y maduro tomadas al azar, en la localidad de Sigualo alto parroquia del cantón Pelileo, mismas que fueron lavadas y posteriormente separadas su pulpa de la cascara.

### **4.7.2. Obtención de los extractos**

**Para la obtención de los extractos se realizó el siguiente procedimiento**

**Selección:** se separó la fruta que tenga el estado fisiológico adecuado, sin defectos o podredumbre.

**Lavado y desinfección:** se lavó la fruta sana con agua limpia y clorada (con una concentración de 3 ppm de cloro). Escaldado: sumergir la fruta en agua a 60 °C durante 5 minutos. Esta operación se conoce como escaldado y tiene la función de eliminar microorganismos.

**Secar y triturar:** se depositó 250 g de fruto en un molino de discos de anillos de cromo para que el 85% pase por una criba de 75 $\mu$ .

Una vez pulverizadas finamente se colocó en la muestra en fundas de cantón los restos de las cascara y en envases de plástico las pulpas ya trituradas. Esto se calentó a 105°C, hasta obtener peso constante. Trascorrió alrededor de 24 horas para secar las muestras para posteriormente ser trituradas

**Maceración:** se colocó el material crudo y molido en recipientes plásticos de color ámbar con alcohol etílico, protegidos de la luz solar durante 8 días, posteriormente el extracto se filtrará y se centrifugará en un rotavapor para recuperar el extracto vegetal

**Evaluación cualitativa de alcaloides:** para la determinación la presencia de Anabasina y Nicotina; la muestra se depositó cerca de un extremo de una placa o aluminio que previamente fue recubierta por una fina capa de adsorbente (fase estacionaria). Entonces, la lámina se colocará en una cubeta cerrada que contiene uno o varios disolventes mezclados (fase móvil). A medida que la mezcla de disolventes asciende por capilaridad a través del adsorbente, se produce un reparto diferencial de los productos presentes en la muestra entre el disolvente y el adsorbente. Todo esto se contrarrestará contra un estándar patrón de alcaloide empleando la metodología de Tituaña, 2013.

## **4.8. VARIABLE RESPUESTA**

### **4.8.1 Caracterización física del fruto**

Se realizó la toma de datos de 10 frutos de tomate de árbol amarillo tanto amarillo como morado, y se tomó los siguientes datos

#### **4.8.1.1. Peso**

Se utilizó una balanza electrónica, tomando el peso de cada uno de los tomates de árbol por separados.

#### **4.8.1.2. Volumen**

Se determinó empleando una probeta con agua, basándose en el principio de Arquímedes, para el cálculo de volúmenes irregulares, donde se observó la diferencia de volumen desplazado por la fruta, al momento de la inmersión.

#### **4.8.1.3. Diámetro y longitud**

Se midió con un calibrador “calibrador Vernier”, marcando los centímetros dados por el calibrador

#### **4.8.1.4. Color**

Se determinó por el empleo de la tabla Munsell de vegetales con la codificación: Fruto Verde 7.5 GY6/6. Fruto Pintón 10 R 5/10 y Fruto Maduro 7.5YR 6/10

#### **4.8.1.5. Dureza:**

Las mediciones se obtuvieron a través del equipo penetrómetro digital de frutas con una escala de 0 a 20 kg, ejerciendo presión sobre la fruta hasta q esta traspasara su corteza superior.

## **4.8.2. Caracterización química del fruto**

Se realizó la toma en 10 frutos de cada una de las variedades para la determinación de los siguientes parámetros:

### **4.8.2.1 pH**

Fue tomado con un pH metro, formando una pasta uniforme de cada uno de los frutos. Después de tener los frutos previamente lavados y pelados se procedió a pelarlos y triturarlos con ayuda de un mortero y un pistilo hasta obtener una pasta para y así realizar la toma del pH en cada una de ellas.

### **4.8.2.2. Acidez Titulable**

Con la ayuda de un equipo acidométrico y el potenciómetro, se tituló muestras de tomate de árbol amarillo y morado en solución acuosa, mediante el Método Oficial A.O.A.C 962.12 (AOAC, 2012).

Se tomó un aproximado de 2 gr de cada muestra ya triturada para colocarlo en un vaso de precipitación.

Se mezcló con 50 ml de agua destilada y se homogenizo

Se toma una alícuota de 25 ml de la mezcla

Se añadió una solución de Na OH 0,1 N indicador fenolftaleína hasta viraje a color violeta y pH aproximadamente de 8,2. Se anotó el volumen de Na (OH) consumido en cada muestra

#### 4.8.2.3. Identificación de alcaloides:

##### **Identificación de alcaloides por cromatografía en capa delgada.**

Se utilizaron placas de silico-gel 60 F254 placad de 10 x 10 cm. Las cuales fueron cortadas en dos partes iguales.

Previamente las placas fueron activadas por una hora a 110 °C para su reacción.

Cada una de las muestras fue aplicada en punto aproximadamente a 0,5 cm del extremo de la placa.

Se corrieron las placas en un tanque cromatográfico cubierto.

Se colocó en el tanque 15 centímetros cúbicos de la fase móvil

Cloroformo (60%)

Etanol (20%)

Agua (20%)

El tiempo aproximado de corrido fue de 60 min, partiendo del origen a 1 cm antes del límite superior de la placa.

Las placas corridas se revelaron con luz UV de onda larga, onda corta y reactivo de drafendorff

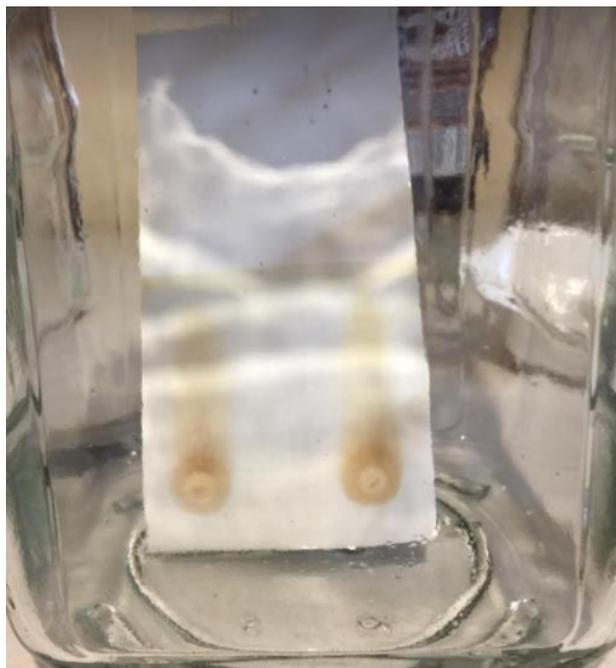


Figura 3. Corrido ascendente de las Placas cromatográficas en el tanque sellado.

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

Para el cálculo y análisis de los datos físicos y químicos del tomate de árbol se registró en Excel 2016, para posteriormente procesar la información, mediante la utilización del Análisis Statistix versión 10.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 caracterización física del fruto de tomate de árbol

Se realizó la caracterización físico (peso, volumen, dureza, longitud, diámetro). Los datos de los 4 genotipos fueron extraídos en las primeras dos semanas del experimento tanto de pulpa como de cascara. En la primera parte de éste estudio se analizó cuatro genotipos de tomate de árbol dados por la variedad: amarilla injerto, amarilla sin injertar, Morado injerto y morado sin injertar, cosechas de la provincia Tungurahua cantón Pelileo, parroquia Sigualo.

Se observó un efecto de interacción entre la variedad, la condición de injerto y el grado fisiológico sobre las variables peso, diámetro, volumen y dureza del fruto de tomate de árbol (Tabla 1). Con relación al peso de fruto, el máximo valor fue encontrado en la variedad amarilla injertada con estado fisiológico pintón, el cual Alcanzó 137,62 g, contrariamente los frutos verdes de la variedad morado injerto mostraron el menor peso, con 87,80 g. El resto de los tratamientos mostraron valores intermedios.

Con relación al volumen del fruto, el máximo valor fue encontrado en la variedad amarilla injertada con estado fisiológico pintón, el cual Alcanzó 134,80 ml, contrariamente los frutos de la variedad morado injerto en estado verde que mostraron el menor volumen, con 81,00 ml. El resto de los tratamientos mostraron valores intermedios.

Con respecto a la dureza del fruto, el máximo valor fue encontrado en la variedad morada injertada en estado fisiológico verde, el cual Alcanzó 12,10 kg/cm<sup>2</sup>, contrariamente los frutos de la variedad amarillo sin injertar en estado maduro que mostraron la menor dureza, con 4,92 kg/cm<sup>2</sup>. El resto de los tratamientos mostraron valores intermedios.

El diámetro del fruto; su máximo valor fue encontrado en la variedad morada injertada en estado fisiológico maduro, el cual Alcanzó 62,28mm, contrariamente los frutos de la variedad amarillo sin injertar en estado fisiológico pintón que mostraron el menor

diámetro, siendo este 53,82mm. El resto de los tratamientos mostraron valores intermedios.

La longitud del fruto, su máximo valor fue dado por la variedad morada no injerta en estado fisiológico verde, el cual alcanzo un valor de 77.39 mm, por el contrario el fruto con menor longitud fue el de la variedad amarilla injerta en estado maduro obteniendo una longitud de 69,28mm. El resto de los tratamientos mostraron valores intermedios.

Mientras que Aliva. (2009) en su investigación se estudió las características físicas del fruto junto a algunas propiedades antioxidantes de dos genotipos de tomate de árbol que poseen una mayor demanda en los mercados de Ecuador: Anaranjado Gigante y Morado Gigante. En las frutas se estudió las propiedades físicas (peso, diámetro, longitud y firmeza) presento que los genotipos morado presentaron mayor peso obteniendo así (175.5 g), en diámetro (6,6cm), longitud (8,1 cm) y un volumen de (179.3 ml). Lo que se asume que estos resultados se podrían haber presentado por el manejo agronómico, los factores climáticos o a su vez requerimiento nutricional como lo menciona (Parra, 2019).

**Tabla 2. Variación de los caracteres físicos en frutos de tomate de árbol**

Variedad	Tratamiento	Grado de madurez	Peso (g)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Volumen (ml)	Dureza
Amarillo	Injerto	Maduro	110,65±3,118abc	54.82±2.537ab	69.28±2.477a	107.50±3.218abcd	5.64±0.443de
		Pintón	137,62±8,005a	57.56±1.306ab	74.65±1,392a	134.80±7.745a	8.47±0.581bc
		Verde	109,82±5,629abc	54.81±1.095ab	76.10±1.402a	121.30±6.406abc	12.05±0,040 <sup>a</sup>
	No injerto	Maduro	120,49±8,222ab	54.32±1.233ab	74.59±2.378a	120.40±7.786abc	4.92±0.259e
		Pintón	111.44±6,787abc	53.82±1.241b	72.09±1.331a	113.00±6.971abc	6.93±0.303cd
		Verde	107,10±4,490bc	54.34±1.032ab	71.38±1.034a	105.70±5.192bcd	11.93±0.065a
Morado	Injerto	Maduro	104,96±7,006bc	62.28±2.306a	75.91±1.895a	98.60±4.397cd	5.96±0.542de
		Pintón	111.78,5,608abc	61.32±2.420ab	70.53±2.839a	100.80±6.553abcd	9.32±0.720b
		Verde	87.80±6,966c	60.93±2.645ab	71.90±2.657a	81.00±5.811d	12.10±0.051a
	No injerto	Maduro	127,10±5,596ab	55.75±1.024ab	75.30±1.208a	127.50±5.873ab	6.40±0.518de
		Pintón	126,98±3,938ab	56.72±0.626ab	75.20±0.789a	124.30±4.623abc	7.59±0.506bcd
		Verde	117,39±4,947ab	57.14±2.085ab	77.39±1.683a	119.60±5.818abc	11.85±0.113a

Valores promedios en una columna con letras diferentes mostraron diferencias significativas según Tukey (p<0,05)

## 5.2 Caracterización química del fruto de tomate de árbol

Se realizó la caracterización química (pH, acidez titulable y presencia de alcaloides). Los datos de los 4 genotipos fueron extraídos tanto de pulpa como de cascara. Con respecto a los datos de pH realizados en la pulpa del fruto de tomate de árbol (tabla 4), se obtuvo que la variedad amarillo no injerto en estado fisiológico verde tiene un mayor pH correspondiente a 4,07 mientras que la variedad morada no injerta en estado fisiológico maduro tuvo el pH más bajo con 3,51. Mientras que las demás variedades tuvieron valores intermedios. Mientras que Carrera (2013) menciona en su investigación donde evaluó las propiedades fisicoquímicas del fruto de tomate de árbol a diferentes tiempos de cocción; donde su pH inicial (frutos aun no sometidos a ebullición) demostraron que los frutos de tomates criollos (3,69) son mayores a los valores dados por los tomates de árbol rojos (3,66). Asumiendo que estos valores vienen dado principalmente por el grado fisiológico de los frutos en el que fueron tomados y la altura a la que se encuentra sembrados los tomates de árbol así como menciona Andrade (2013) en el que indica que el valor de pH de tomate de árbol de dos localidades distintas aumentaron al tener mayor tiempo de maduración ya que hay una diferencia significativamente mayor en frutos que poseen un estado de fisiológico diferente (inmaduros y maduros).

**Tabla 3. Variación del carácter químico. pH.**

Variedad	Tratamiento	Grado de madurez	Ph
Amarillo	Injerto	Maduro	3,55±0,044
		Pintón	3,84±0,136
		Verde	3,80±0,063
	No injerto	Maduro	3,64±0,066
		Pintón	3,72±0,152
		Verde	4,07±0,136
Morado	Injerto	Maduro	3,80±0,097
		Pintón	3,55±0,066
		Verde	3,57±0,017
	No injerto	Maduro	3,51±0,015
		Pintón	3,87±0,1069
		Verde	3,68±0,1272

### Acidez Titulable

Se encontró que los frutos morados tienen un mayor porcentaje de acidez titulable en referencia a los frutos de tomate amarillo como lo muestra el fruto morado no injerto en estado fisiológico maduro que contiene 2,11% de acidez titulable por el contrario el fruto injerto amarillo en estado fisiológico verde que presenta 1,27% de acidez titulable y los demás valores fluctúan entre ellos, lo que concuerda con la investigación genera por Carrera (2013) donde se observó que los extractos elaborados con tomates rojos tienen valores mayores de acidez titulable en comparación con los extractos preparados con tomates criollos o amarillo. Esto viene dado principalmente por el mayor contenido de ácido cítrico que tienen los tomates rojos y su sabor más ácido.

$$\text{Acidez (\%)} = ((A * B * C) * 100 / D) * FD$$

Donde:

A = Volumen de NaOH utilizado.

B = Normalidad del NaOH (0.098)

C = peso equivalente expresado en g de ácido predominante en el fruto (ácido málico 0.064 g/meq).

D = peso en gramos de la muestra utilizada

FD= factor de dilución

**Tabla 4. Variación de los caracteres químicos del fruto: acidez titulable**

<b>Tratamiento</b>	<b>Variedad</b>	<b>Madurez</b>	<b>Gr./ Muestra</b>	<b>VOL. Na OH 0,1 N (MI)</b>	<b>% Acidez (Expresada Como Porcentaje De Ácido Cítrico)</b>
Injerto	Amarillo	Maduro	2,0034	2,5	<b>1,59</b>
Injerto	Amarillo	Pintón	2,0045	2,3	<b>1,46</b>
Injerto	Amarillo	Verde	2,0026	2	<b>1,27</b>
Injerto	Morado	Maduro	2,0087	2,6	<b>1,65</b>
Injerto	Morado	Pintón	2,0057	2,4	<b>1,53</b>
Injerto	Morado	Verde	2,0071	2,1	<b>1,33</b>
No Injerto	Amarillo	Maduro	2,0012	2,9	<b>1,85</b>
No Injerto	Amarillo	Pintón	2,0046	2,8	<b>1,78</b>
No Injerto	Amarillo	Verde	2,006	2,6	<b>1,65</b>
No Injerto	Morado	Maduro	2,005	3,3	<b>2,11</b>
No Injerto	Morado	Pintón	2,0018	2,6	<b>1,66</b>
No Injerto	Morado	Verde	2,0027	2,2	<b>1,40</b>

**Identificación de presencia de alcaloides**

### **Tamizaje fitoquímico**

El tamizaje fitoquímico se realizó con el objetivo de determinar la presencia de alcaloides en tomate de árbol (pulpa y cascara) que dependiendo de sus características estructurales permitan su identificación con los reactivos químicos (R. Mayer, R. Wagnery R. Dragendorff) específicos para identificación de alcaloides.

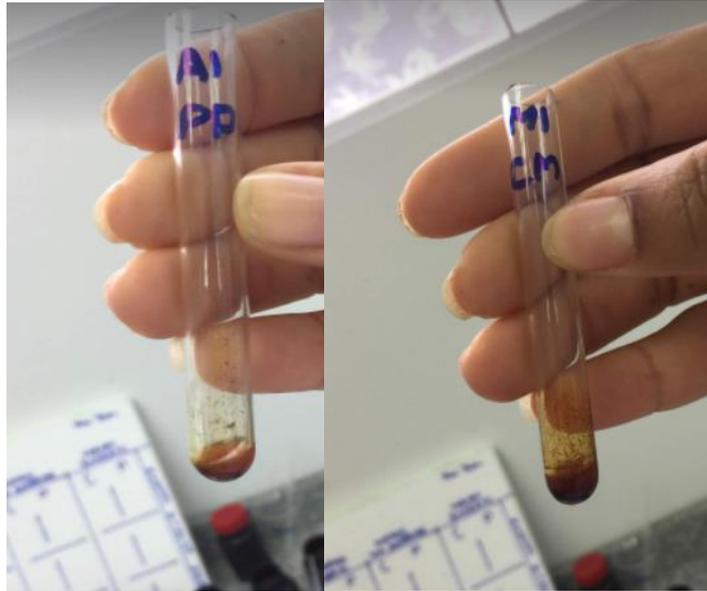
Los resultados en el tamizaje fitoquímico realizado a los extractos, etanólico de la pulpa y cascara de las muestras en estudio, mostraron la presencia de alcaloides. En la tabla 5 se presentan estos resultados.

### **Reactivo de Wagner**

Se observó que en todas las muestras de tomate de árbol tanto para cascara como pulpa se encuentra presencia de alcaloides por el precipitado que se aprecia dentro del tubo de ensayo, siendo mayor la presencia de alcaloides en los tomates no injertados de la variedad morada tanto para pulpa como para cascara al igual que pulpa que se observó mayor cantidad distintivo por (+++) abundante. Por otro lado donde se apreció una cantidad moderada (++) de alcaloides al ser expuesto a este reactivo fue la variedad Amarillo en pulpa como cascara obteniendo así mejor concentración de alcaloides (tabla 5).

### **Obtención del reactivo**

El reactivo de Wagner se realizó con la mezcla de 2g de yodo y 2.0 g de yoduro de potasio, se disolvió en 30 ml de agua destilada para posteriormente aguitar y luego se aforó a 100 ml. Los alcaloides. Los alcaloides en las muestras se presentaron como un precipitado de color café oscuro.



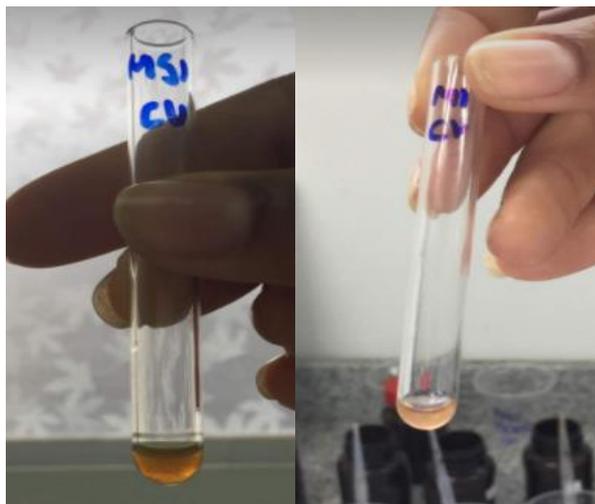
**Figura 4.** Presencia de precipitado por alcaloide con reactivo Wagner

### **Reactivo de Mayer**

A diferencia del reactivo de Wagner; con este reactivo se aprecia una menor cantidad de alcaloides en las muestras tomadas, encontrando con un concentrado moderado (++) de alcaloides en su mayoría de muestras a excepción de las muestras de tomate de árbol de la variedad morada no injertada donde se observó una escasa (+) cantidad de alcaloides en el producto de la cáscara y por último la variedad de tomate de árbol morado injerto en palo bobo obtenida de la cascara donde hubo ausencia (-) de alcaloides (tabla 5).

### **Obtención del reactivo**

Para el reactivo de Mayer se disolvió 1.358 gr de cloruro de mercurio en 60 ml de agua destila, se añadió 5 g de yoduro de potasio en 20 ml de agua destilada para posteriormente mezclar y aforar a 100ml. Los alcaloides en las muestras se presentaron como un precipitado de color crema blanquecina.

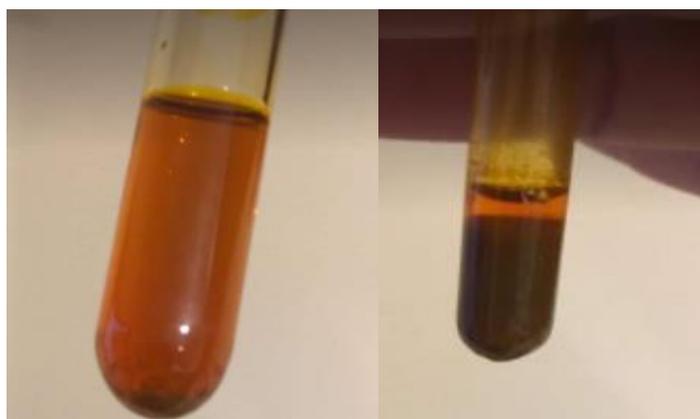


**Figura 5.** Presencia de precipitado por alcaloide con reactivo Mayer

### **Prueba de Dragendorff**

Con la incorporación de dos gotas de este reactivo en cada muestra se observa un mayor precipitado en todas las muestras dando como señal positivo para la presencia de alcaloides señalado como (+++) abundante.

El reactivo de Dragendorff se formó mezclando 8gr de nitrato de bismuto en 20 ml de ácido nítrico, con una solución de 27.2 g de yoduro de potasio en 50 ml de agua. La presencia de alcaloides se presentó como un precipitado de color naranja rojizo en cada una de las muestras al colocar una gota de este reactivo.



**Figura 6.** Presencia de precipitado por alcaloide con reactivo Dragendorff

**Tabla 5. Presencia de alcaloides en frutos de tomate de árbol**

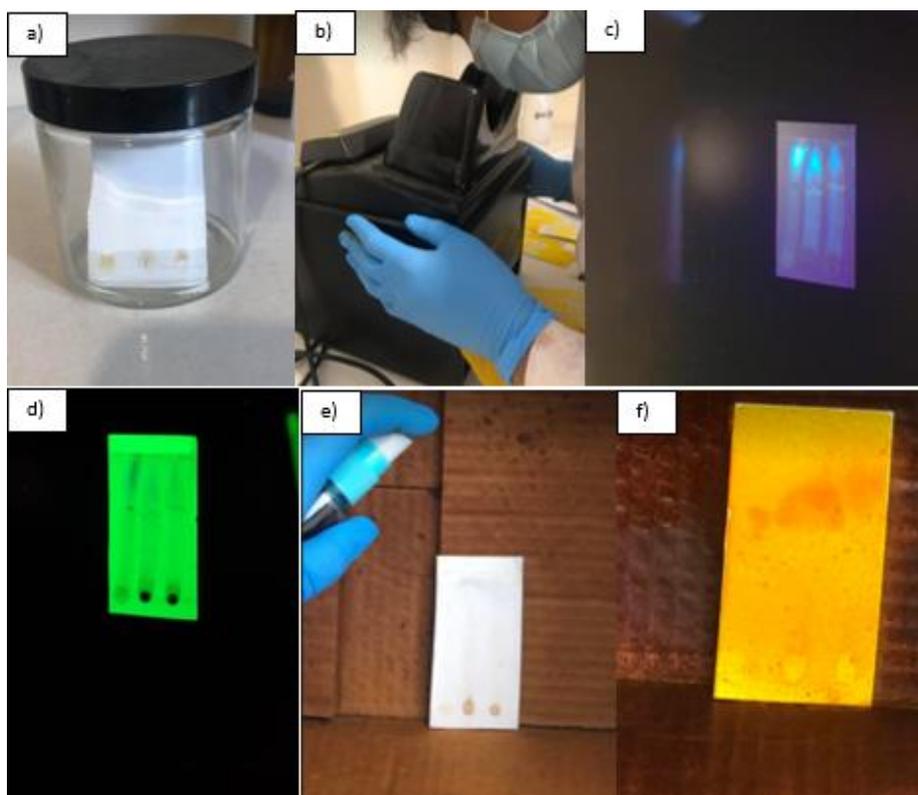
Variedad	Tratamiento	Pulpa			Wagner	Cáscara		
		Maduro	Pintón	Verde		Maduro	Pintón	Verde
Amarillo	Injerto	+++	++	++		++	++	++
	No injerto	++	++	++		+++	+++	++
Morado	Injerto	+++	+++	++		+++	+++	+++
	No injerto	+++	+++	+++		+++	+++	+++
Amarillo	Injerto	++	++	+	Mayer	+	+	+
	No injerto	++	+	+		+	+	+
Morado	Injerto	++	++	+		-	-	-
	No injerto	++	++	++		+	+	+
Amarillo	Injerto	+++	+++	+++	Dragendor	+++	+++	+++
	No injerto	+++	+++	+++		+++	+++	+++
Morado	Injerto	+++	+++	+++		+++	+++	+++
	No injerto	+++	+++	+++		+++	+++	+++

**Ausente -**  
**Escaso +**  
**Moderado ++**  
**Abundante +++**

## Cromatografía en capa fina

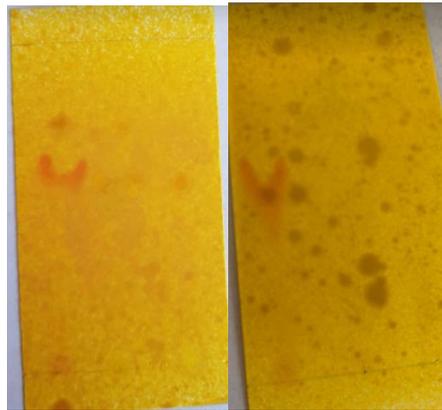
La cromatografía en capa delgada se llevó a cabo utilizando como fase estacionaria las placas de silico-gel 60 F254 placad de 10x10 cm y como fase móvil una mezcla de cloroformo, etanol, agua (60:20:20). La fase móvil se colocó en una cámara de cromatografía, la cual tuvo 60 minutos de reposo para su saturación, una vez corridas se dejaron secar y se procedió a realizar el revelado utilizando una lámpara con luz ultravioleta (254 nm-366 nm), para poder visualizar las manchas sobre las placas y así posteriormente se revelaron con Reactivo de dragendorff. Se detectó la presencia de alcaloides en el estándar (Anabasina y Nicotina) por medio de una cromatografía de capa delgada (TLC), esto se confirmó al generar un color naranja en la muestra, indicador positivo con el revelador de Dragendorff, específico para alcaloides.

En las diferentes muestras EN ESTUDIO corridas por cromatografía en capa fina no dio reacción positiva al ser revelado con reactivo de Dragendorff.



**Figura 7.** Presencia de las placas de silico-gel. a). Tanque sellado, b). Introducción de las placas en el equipo de onda, c). Onda larga, d). Onda corta, e). Placa silico-gel antes del reactivo dragendorff, f). Placa de silico-gel después del reactivo dragendorff

**Tabla 6. Revelado de la cromatografía**

<b>REVELADOR</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
Cámara de onda larga		El revelado de las placas cromatográficas de silico-gel a onda larga muestra las franjas de color azul fluorescentes que es un indicador de alcaloides
Cámara de onda corta		La presencia de la franja negra en las placas cromatograficas de silico-gel al ser reveladas en onda corta es un indicador de presencia de alcaloides
Dragendorff		La mancha formada de color rosado en las placas cromatográficas después de haber sido sumergidas en el tanque sellado y haberse hecho la reacción en el corrido ascendente de los alcaloides muestra la presencia de alcaloides en el estándar.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

En la caracterización química y físicamente el fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) en tres estados fisiológicos. El mayor peso en fruto lo obtuvo la variedad amarilla injertada con estado fisiológico pintón, el cual Alcanzó 137,62 g, la misma que poseyó su mayor volumen con 134,80 ml, en relación a la dureza el fruto que alcanzó su mayor valor fue la variedad morada injertada en estado fisiológico verde con 4,92 kg/cm<sup>2</sup>. En diámetro la variedad morada injertada en estado fisiológico maduro, el cual Alcanzó 62,28mm. La longitud del fruto, su máximo valor fue dado por la variedad morada no injerta en estado fisiológico verde, el cual alcanzo un valor de 77.39 mm. Con respecto a los datos de pH realizados en la pulpa del fruto de tomate de árbol, se obtuvo que la variedad amarillo no injerto en estado fisiológico verde tiene un mayor pH correspondiente a 4,07. Por otro lado referente a la acidez titulable se encontró que los frutos morados obtienen el mayor porcentaje en referencia a los frutos de tomate amarillo como lo presenta el futo morado no injerto en estado maduro que contiene 2,11% de acidez titulable. Los resultados en el tamizaje fitoquímico realizado a los extractos, etanólico de la pulpa y cascara de las muestras en estudio, mostraron la presencia de alcaloides dando positivo en la mayoría de las muestras, mientras que en la prueba para alcaloides como nicotina y anabasina que se realizaron posteriormente por medio de las corridas por cromatografía en capa fina no dio reacción positiva al ser revelado con reactivo de Dragendorff.

El alcaloide Anabasina no se encuentra presente en los frutos del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) ya que en las diferentes muestras en estudio corridas por cromatografía en capa fina no dio reacción positiva al ser revelado con reactivo de Dragendorff frente a su estandar.

El alcaloide Nicotina no se encuentra presente en los frutos del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*) ya que en las diferentes muestras en estudio corridas por cromatografía en capa fina no dio reacción positiva al ser revelado con reactivo de Dragendorff.

## 6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, G. 1992. El tomate de árbol. (*Cyphomandra betaceae* sendt) en Ecuador. Quito. FUNDAGRO.130p.
- Anguisaca, I., Cadena, L., Guzmán, J., & Ochoa, K. (2011). Alcaloides. (Q. U. Ecuador, Ed.) . 133p.
- Andrede, M. (2013) EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES EN TRES ESTADOS DE MADURACIÓN DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.) CULTIVADO A DIFERENTES ALTURAS (m.s.n.m.). Quito. Pichincha. Ecuador.
- Aliva, 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". Quito, Pichincha. Ecuador.
- AOAC. (2012). Método Oficial AOAC 960.19 – pH. Gaithersburg: Association of Analytical Communities INTERNATIONAL
- AOAC. (2012). Método Oficial AOAC 962.12 – Acidez Titulable. Gaithersburg: Association of Analytical Communities INTERNATIONAL
- AOAC. (2012). Método Oficial AOAC 932.12 – Sólidos Solubles. Gaithersburg: Association of Analytical Communities INTERNATIONAL.
- Bernal J., Díaz, C. 2005. Tecnología para el Cultivo del Tomate de Árbol. Rionegro, Antioquía: Corpoica. 127 p.
- Bernal, J. Díaz, C. (2013). Tecnología para el cultivo de tomate de árbol. Rionegro. Antioquia: Corpoica. 127 p.
- Brito, B. (2008). Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav). Características físicas y nutricionales de la fruta importantes en la investigación y desarrollo de pulpas y

chips. Quito: INIAP.

Carrera, P. (2013). “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL JUGO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav) PREPARADO A DIFERENTES TIEMPOS DE COCCIÓN DEL FRUTO”, Quito, Pichincha. Ecuador

Camacho, V. (2011). “INFLUENCIA DEL PORTA-INJERTO EN LA CALIDAD DEL FRUTO DE TOMATE DE ARBOL Y SU INCIDENCIA COMERCIAL”. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1777/1/MSc.10.pdf>

Cando, L. F. (2013). Evaluacion De Tres Tipos De Injertos De Tomate De Arbol. Evaluacion De Tres Tipos De Injertos De Tomate De Arbol. Guaranda, Bolibar, Ecuador

Carrere, R. (2007). El misterioso ciudadano Palán palán (*Nicotiana glauca*). Recuperado de: <http://www.guayubira.org.uy/monte/Palan.pdf>

Chango, L. (2018). Aplicación de extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*).”Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27253/1/Tesis-189%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20560.pdf>

Díaz, L. (2009). Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. Revista de Estudios Transdisciplinarios, 1(2), 32-55

Estrada, C. (2011). Influencia del porta-injerto en la calidad del fruto de tomate de arbol y su incidencia commercial. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1777>

FAO. 2003. Food energy methods of analysis and conversion factors FAO – Food and Nutrition Paper. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). p 12-13.

- Furer , V., Hersch, M., Silvetzki, M., Breuer, G., & Zevin, S. (2011). *Nicotiana glauca* (tree tobacco) intoxication -- two cases in one family. *Journal of Medical Toxicology* , 7(1), 47-51. doi:10.1007/s13181-010-0102.
- INIAP. 2008. enfermedades, nematodos e insectos plagas del tomate de árbol. Guía para la identificación en campo (INIAP)
- INIAP. 2010. Noticias del sector de frutas y verduras. 26 octubre 2010. [http://www.freshplaza.es/news\\_detail.asp?id=35701](http://www.freshplaza.es/news_detail.asp?id=35701)
- Kutchan, T.M. (2005) A role for intra- and intercellular translocation in natural product biosynthesis. *Curr. Opin. Plant Biol.* 8: 292–300.
- Lee, S., Wildeboer, K., Panter, K., Kem, W., Gardner , D., Molyneux, R., . . . Pfister, J. (2006). Relative toxicities and neuromuscular nicotinic receptor agonistic potencies of anabasine enantiomers and anabaseine. *Neurotoxicology y Teratology* , 28(2), 220-228. doi:10.1016/j.ntt.2005.12.010
- Lozada, T. (2018). ANÁLISIS QUÍMICO MEDIANTE TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS Y ESPECTROSCÓPICAS DEL ANTIBIÓTICO PRODUCIDO POR LOS GÉNEROS *Stenotrophomonas* Y *Burkholderia* AISLADOS DE MUESTRAS DE SUELO. Quito. Pichincha. Ecuador
- MAG, IICA. 2000. Identificación de Mercados y Tecnología para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación. Tomate de Árbol Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Nogué , S., Simón , J., Blanche , C., & Piquera, J. (2009). Intoxicación por plantas y setas. Retrieved from Barcelona: Menarini. 155 p.
- Novo, J., Abril, J., Barcena, A., (2009). Separación de aminoácidos por cromatografía en capa fina y detección mediante reaccion con ninhidrina.
- Parra, A. (2019). Influencia de las condiciones climáticas de cultivo en la calidad en cosecha y en el comportamiento poscosecha de frutos de Feijoa. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/332666618\\_Influencia\\_de\\_las\\_condicio](https://www.researchgate.net/publication/332666618_Influencia_de_las_condicio)

nes\_climaticas\_de\_cultivo\_en\_la\_calidad\_en\_cosecha\_y\_en\_el\_comportamiento\_poscosecha\_de\_frutos\_de\_Feijoa

- Shoji, T. and Hashimoto, T. (2011a) Nicotine biosynthesis. In Plant Metabolism and Biotechnology. Edited by Ashihara, H., Crozier, A. and Komamine, A. pp. 191–216. John Wiley & Sons, New York.
- Raddick, J. (1986). Steroidal alkaloids of the solanaceae. In W. G. Darcy, & C. U. Press (Ed.), Solanaceae: biology and systematics (pp. 321-330). New York, USA.
- Revelo, J., & Sandoval, P. (2003). Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en la Región Amazónica del Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP.
- Sinclair, S., Johnson, R. and Hamill, J.D. (2004) Analysis of wound-induced gene expression in *Nicotiana* species with contrasting alkaloid profiles. *Funct. Plant Biol.* 31: 721–729.
- Tituaña, G. (2013). Estudio del proceso de obtención de extracto de plantas medicinales cultivadas por la asociación flor de campo en la estancia Mushukwiñary en Tambalo de Pasa, para promover su desarrollo. Universidad Técnica de Ambato. FCIAL, trabajo de investigación. 136 p.
- Vivanco, J; Cosio, E; Loyola, V; Flores, H. 2005. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. 1-8.
- Zavala, A. J. (2010). Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos. *Revista Ciencia Hoy*, 20(117), 52-59.

### 6.3. ANEXOS

#### ANEXO 1. RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS (10 MUESTRAS) DE TOMATE MORADO INJERTO Y SIN INJERTAR Y AMARILLO INJERTO Y SIN INJERTAR



#### ANEXO 2. PESAJE DE TODAS LAS MUESTRAS EN UNA BALANZA



#### ANEXO 3. PESAJE DE LOS VOLÚMENES DE CADA MUESTRA MEDIANTE EL DESPLAZAMIENTO DE LÍQUIDOS CON AYUDA DE UNA PROBETA Y AGUA.



**ANEXO 4. TOMA DEL DIÁMETRO Y LONGITUD DE LOS FRUTOS CON AYUDA DE UN CALIBRADOR**



**ANEXO 5. TOMA DE LA DUREZA DE LOS FRUTOS CON AYUDA DE UN PENETRÓMETRO**



**ANEXO 6. TOMA DE LOS PH DE LA PULPA DE LOS FRUTOS DE TOMATE DE ÁRBOL**



**ANEXO 7. SEPARACIÓN DE LA CASCARA Y DE LA PULPA DE LOS FRUTOS**



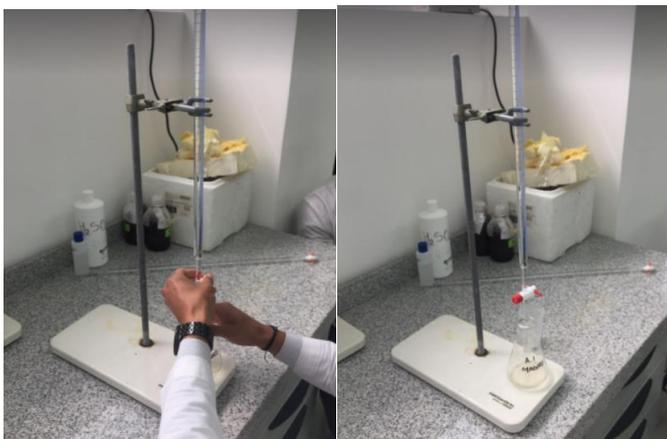
**ANEXO 8. TRITURADO DE LA PULPA DE TOMATE DE ÁRBOL CON AYUDA DE UN MORTERO**



**ANEXO 9. TRITURADO DE LA CASCARA DE LOS FRUTOS DE TOMATE DE ÁRBOL SECADA POR 48 HORAS**



**ANEXO 10. TITULACIÓN DE MUESTRAS PARA OBTENER LOS DATOS DE ACIDEZ TITULABLE**



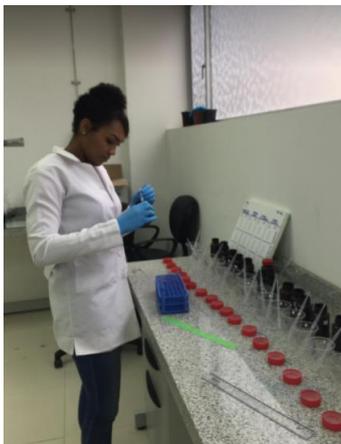
**ANEXO 11. SECADO DE LAS MUESTRAS EN ESTUFA Y TRASVASADO A ENVASES**



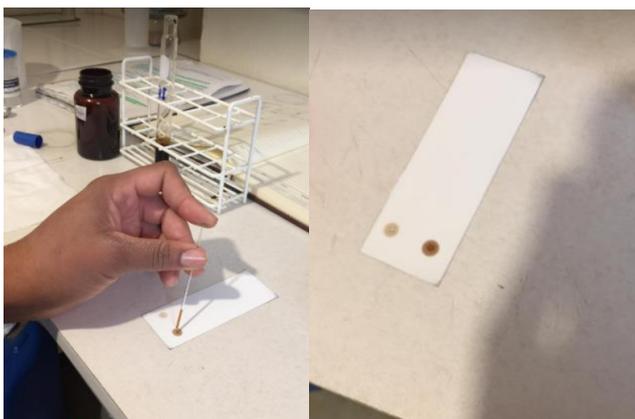
**ANEXO 12. FILTRADO Y GUARDADO DE MUESTRAS EN ENVASES ÁMBAR**



**ANEXO 13. OBSERVACIÓN POR TAMIZAJE DE ALCALOIDES CON REACTIVO DE MAYER Y WAGNER**



**ANEXO 14. SIEMBRA EN LAS PLACAS DE SILICO-GEL DE LOS EXTRACTOS JUNTO A ESTÁNDAR**



**ANEXO 15. TANQUE SELLADO PARA PLACAS CROMATOGRAFÍAS**



**ANEXO 16. PLACAS SOMETIDAS A REACTIVO DRAGENDORFF**



**ANEXO 17. PLACAS DE CILICAGEL EN LUZ DE ONDA CORTA Y LARGA PARA IDENTIFICACIÓN DE ALCALOIDES**

