



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TEMA:**

**Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de  
tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo invernadero en  
La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena**

**AUTORA:**

**Acosta Chapi, Judith Topacio**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**TUTOR:**

**Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso Ph. D.**

**Guayaquil, Ecuador  
13 de febrero del 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Acosta Chapi, Judith Topacio** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**.

**TUTOR**

---

**Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso Ph. D.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

**Ing. Pincay Figueroa, Paola M. Sc.**

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Acosta Chapi, Judith Topacio**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Integración Curricular “**Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo invernadero en La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena**”, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**

**LA AUTORA**

---

**Acosta Chapi, Judith Topacio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Acosta Chapi, Judith Topacio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular “Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo invernadero en La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**

**LA AUTORA:**

---

**Acosta Chapi, Judith Topacio**



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA

## CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, “**Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo invernadero en La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena**”, presentado por la estudiante Acosta Chapi, Judith Topacio, de la carrera de Agropecuaria, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.



### Document Information

---

Analyzed document	Acosta Chapi, Judith Topacio.pdf (D158100698)
Submitted	2023-02-07 22:38:00
Submitted by	
Submitter email	judith.acosta@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2023

Certifica,

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
Revisora - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios porque me ha permitido terminar con esta etapa de mi vida, en todo tiempo me ha sido fiel.

En segundo lugar, agradezco a mi familia y en especial a mi madre que ha sido mi apoyo incondicional, también quiero agradecer al Ing. Manuel Donoso M. Sc. porque me dio la orientación oportuna para la elección del tema de mi tesis, mi reconocimiento de gratitud al Sr. Andre Velarde y su empresa AGRODNANDY S.A. por permitirme realizar mi tesis en sus instalaciones.

De manera especial va mi agradecimiento al Lcdo. Alfonso Llanderal Quiroz, Ph. D. docente de UCSG, tutor de mi trabajo investigativo por su apoyo profesional para que mi trabajo llegue a un feliz término. También quiero agradecer a la UCSG por brindarme las instalaciones del laboratorio.

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi fortaleza para seguir adelante y terminar esta etapa de mi vida

A mi madre Margarita Chapi por siempre brindarme su apoyo incondicional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Lcdo. Alfonso Llanderal Quiroz, Ph. D.**

TUTOR

---

**Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.**

DIRECTORA DE LA CARRERA

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**

COORDINADORA DE UTE





**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Lcdo. Alfonso Llanderal Quiroz, Ph. D.**

**TUTOR**

## ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general. ....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1 Producción de tomate riñón .....	4
2.1.1 Las principales hortalizas cultivadas en Ecuador.....	4
2.1.2 Principales países productores de tomate riñón. ....	4
2.1.3 Producción de tomate riñón en Ecuador.....	5
2.2 Cultivo de tomate.....	6
2.2.1 Origen y Taxonomía .....	6
2.2.2 Descripción morfológica del tomate.....	6
2.3 Generalidades del tomate.....	8
2.3.1 Características del tomate indeterminado.....	8
2.3.2 Etapas fenológicas del cultivo. ....	8
2.4 Condiciones de desarrollo del cultivo.....	9
2.4.1 Temperatura, humedad relativa y radiación.....	9
2.5 Manejo de una planta de tomate indeterminado .....	10
2.5.1 Control de malezas.....	10
2.5.2 Marcos de plantación .....	11
2.5.3 Diferentes tutorados de cultivo de tomate.....	11
2.5.4 Aporco.....	11
2.6 Principales plagas y enfermedades .....	11
2.6.1 Plagas. ....	11
2.6.2 Principales enfermedades y control.....	12
2.7 Principales características de los híbridos de tomate indeterminado .....	13
2.7.1 Híbridos ABM 156. ....	13
2.7.2 Híbridos ABM 158. ....	13
2.8 Análisis de savia como método de diagnóstico nutricional.....	14
2.8.1 Concentración del nitrato, potasio y calcio en la savia de peciolo de las hojas de tomate.....	15

2.9 Tipos de estructuras en agricultura protegida .....	17
2.9.1 Invernaderos. ....	17
2.9.2. Macro túneles y Micro túneles. ....	19
2.9.3 Diseño agronómico de los invernaderos.....	20
2.9.4 Características de invernaderos en climas tropicales. ....	20
2.9.5 Climatización de los invernaderos. ....	21
<b>3 MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>17</b>
3.1 Localización del área de estudio .....	17
3.2 Materiales y equipos .....	20
3.2.1 Material genético. ....	20
3.2.2 Materiales para medición morfológica de la planta. ....	20
3.2.3 Materiales para laboratorio. ....	20
3.2.4 Materiales para recolectar muestras.....	20
3.3 Tratamiento en estudio .....	21
3.4 Manejo del cultivo .....	21
3.5 Manejo de la investigación.....	23
3.5.1 Recolección de datos. ....	23
3.5.2 Variables a evaluar.....	24
3.6 Diseño experimental y análisis estadístico.....	25
3.6.1 Toma de Muestras, preparación de muestras y análisis de laboratorio.....	26
3.7 Estado de gastos de experimento.....	27
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Altura total de las dos variedades .....	28
4.2 Diámetro del tallo durante su etapa vegetativa durante el experimento. ....	29
4.3 Distancia entre primer racimo, de uno a dos racimos y de dos y tres racimos.....	30
4.4 Diámetro de fruto de primer, segundo y tercer racimo entre las dos variedades.....	32
4.5 Número de frutos .....	33
4.6 Ca <sup>2+</sup> en savia de peciolo en sus distintas etapas fenológicas .....	34
4.7 K <sup>+</sup> en savia de peciolo por etapa fenológica .....	35
4.8 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en savia de peciolo por etapa fenológica .....	37
4.9 Costos del experimento .....	38

<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	40
5.1 Conclusiones .....	40
5.2 Recomendaciones .....	40
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales países productores de tomate riñón .....	5
<b>Tabla 2.</b> Principales provincias productoras en Ecuador .....	6
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía del tomate riñón .....	6
<b>Tabla 4.</b> Características agronómicas del híbrido ABM 156. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Características agronómicas de híbrido ABM 158. ....	14
<b>Tabla 6.</b> Niveles de referencia en savia [Mg. L <sup>-1</sup> ]. ....	16
<b>Tabla 7.</b> Concentraciones de savia fresca del peciolo (ppm). ....	17
<b>Tabla 8.</b> Concentración de savia de peciolo (ppm). ....	17
<b>Tabla 9.</b> Características del área de estudio. ....	17
<b>Tabla 10.</b> Resultados de análisis del suelo del experimento. ....	18
<b>Tabla 11.</b> Cálculo de Riego .....	22
<b>Tabla 12.</b> Parámetros a evaluar. ....	24
<b>Tabla 13.</b> Estructuras de diseño de siembra y diseño experimental. ....	26
<b>Tabla 14.</b> Costos totales del experimento. ....	39
<b>Tabla 15.</b> Costos financiados por la empresa durante el experimento. ....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Invernadero de tipo capilla en la hacienda La piedad, Prov. de Santa .....	19
<b>Gráfico 2.</b> Temperatura y humedad mes de octubre. ....	22
<b>Gráfico 3.</b> Temperatura y humedad del mes de diciembre. ....	23
<b>Gráfico 4.</b> Comparación de la altura de las dos variedades durante el experimento .....	28
<b>Gráfico 5.</b> Diámetro de tallo durante su etapa vegetativa.....	29
<b>Gráfico 6.</b> Distancias entre racimos .....	31
<b>Gráfico 7.</b> Diámetro del fruto por racimo (cm) .....	32
<b>Gráfico 8.</b> Número de frutos en los diferentes racimos .....	33
<b>Gráfico 9.</b> Concentraciones de calcio en las diferentes etapas fenológicas	34
<b>Gráfico 10.</b> Concentraciones de Potasio (K) expresadas en ppm en savia del peciolo .....	36
<b>Gráfico 11.</b> Nitrato en extracto de pecíolos de los diferentes estadios fenológicos. ....	37

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros morfológicos y nutricionales (análisis de savia) de dos híbridos de tomate en invernadero, el estudio se realizó en la hacienda la Piedad Prov. Santa Elena. El diseño experimental fue por bloques completamente al azar con dos tratamientos y con 10 repeticiones por bloque. Las variables morfológicas (Altura total, distancia entre racimos, diámetro del fruto, número de frutos y diámetro del tallo) y análisis de savia (nitrato, calcio y potasio) se evaluaron semanalmente. El análisis estadístico fue un ANOVA y un test de mínimas diferencias significativas. Como resultado se obtuvo que las variables morfológicas (diámetro de tallo, distancias entre racimos y número de frutos) no se encontraron diferencias significativas. Las variables de diámetro del fruto y altura si presentaron diferencias significativas. En las variables nutricionales potasio y nitrato no existen diferencias significativas, sin embargo, la concentración de calcio durante la etapa de maduración se encontraron diferencias significativas las cuales pueden estar relacionadas con las características de las variedades, pero ambas se encuentran dentro de los niveles de suficiencia recomendados.

**Palabras clave:** Fenología, Macronutrientes, Muestras, Savia, Peciolo, Variedades.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the morphological and nutritional parameters (sap analysis) of two tomato hybrids in greenhouses, the study was carried out at the farm La Piedad Prov. Santa Elena. The experimental design was completely randomized blocks with two treatments and 10 repetitions per block. The morphological variables (total height, distance between clusters, fruit diameter, number of fruits and stem diameter) and sap analysis (nitrate, calcium and potassium) were evaluated weekly. The statistical analysis was an ANOVA and a test of least significant differences. As a result, it was obtained that the morphological variables (stem diameter, distances between clusters and number of fruits) did not find significant differences. The variables of fruit diameter and height did show significant differences. In the nutritional variables potassium and nitrate there are no significant differences, however, the concentration of calcium during the ripening stage found significant differences which may be related to the characteristics of the varieties but both are within the recommended sufficiency levels..

**Keywords:** Phenology, Macronutrients, Samples, Sap, Petiole, Varieties.



## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) es uno de los más producidos a nivel mundial, entre los principales países productores se encuentran: Estados Unidos, Egipto y China. Según datos de FAOSTAT (2022) la producción de tomate a nivel mundial es considerada las más grandes del mundo, China es el principal productor con 194,442,014.07 t.

En Ecuador el cultivo del tomate se produce tanto en la región de la Sierra como en Costa. En lo que se refiere a la producción de tomate en invernadero algunos de los agricultores tienden a utilizar variedades híbridas ya sea en el cultivo orgánico o convencional. La elección de la producción de tomate orgánica es debido a que se generan menores impactos de los cambios de clima a los cultivos y también el uso indiscriminado de químicos.

Actualmente producción sostenible de tomate bajo invernadero tiene buenos rendimientos a diferencia de la producción a campo abierto que puede ser afectada por factores como plagas, enfermedades y clima (Intagri (Instituto Líder en Capacitación Agrícola), 2021).

De acuerdo con el (INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), 2008) en la Sierra Ecuatoriana para que un invernadero tenga buenos rendimientos necesita una temperatura mínima de 18 °C lo cual es necesario tomar en cuenta al construir un invernadero. Para que el producto pueda ser entregado al mercado y tenga una aceptación y calidad se requiere de un buen manejo y una buena fertilización.

La medición de nutrientes en savia durante la etapa fenológica del cultivo es muy importante y necesaria, a partir de este proceso se puede observar cuanto fertilizante se requiere aplicar a la planta y así evitar los desequilibrios entre nutrientes que pueden ocasionar una pérdida de rendimiento. La caracterización morfológica del tomate dependerá de la variedad, lo cual permite la facilidad de escoger que variedad es conveniente

para el productor. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento morfológico y nutricional de dos híbridos de tomate indeterminado , bajo invernadero en la Hacienda La piedad, provincia de Santa Elena, para analizar este estudio se tomarán en cuenta variables nutricionales mediante análisis de savia en las dos variedades, también comparar la morfología de cada una de las variedades por medio de la investigación se pretende lograr mejorar el rendimiento y calidad del cultivo, así los agricultores puedan aplicar este estudio como un componente a sus problemas de producción.

De acuerdo a lo expuesto, los objetivos planteados, son:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

- Evaluar los parámetros morfológicos y nutricionales (análisis de savia) de dos híbridos de tomate en invernadero en la provincia de Santa Elena.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Determinar las concentraciones de nitrato, potasio y calcio en la savia de peciolo de hoja recientemente madura en los diferentes estadios fenológicos de la planta de tomate en invernadero.
- Evaluar los parámetros morfológicos (Altura, numero de fruto, numero de hojas) de la planta de tomate en invernadero a lo largo de ciclo productivo.
- Comparar las concentraciones de los nutrientes en savia y morfológicas de las dos variedades.

## **1.2 Hipótesis**

Existe un efecto de las variedades de tomate en las concentraciones de peciolo de savia y caracterización de la morfología.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Producción de tomate riñón**

#### **2.1.1 Las principales hortalizas cultivadas en Ecuador.**

En Ecuador se cultivan alrededor de 30 000 ha de hortalizas, entre las principales hortalizas que se cultivan se encuentra la cebolla colorada con una superficie de 7 929 ha y una producción de 42 042 t/ha, cebolla blanca con una superficie de 4 230 ha y el tomate riñón con una superficie de 7 460 ha y una producción de 89 866 t/ha (Salcedo et al, 2018).

#### **2.1.2 Principales países productores de tomate riñón.**

La producción de tomate es una de los más importantes a nivel mundial, después de la producción de papa, la cual puede ser a campo abierto y bajo invernadero (MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), 2017).

El total de la producción mundial de tomate se ha incrementado en más del 35 % los últimos años, China actualmente es el mayor productor con 25 millones de toneladas, mientras que los otros productores como Turquía, India, Italia y Egipto tiene cifras superiores a los 5 millones de toneladas (Yara, 2022).

En la siguiente Tabla, se observan los porcentajes de producción en los principales países dedicados al cultivo de tomate:

**Tabla 1.** Principales países productores de tomate riñón

<b>Países productores</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
China	30
India	11
Estados unidos	8
Turquía	7
Egipto	5
Irán	4
Otros	35

**Fuente:** MAG (2017).

**Elaborado por:** La Autora.

### **2.1.3 Producción de tomate riñón en Ecuador.**

De acuerdo a los datos de FAO (2022) encontramos que Ecuador produce el 0.02 % de la producción total de tomate a nivel mundial (186 821 216 toneladas). La superficie sembrada de tomate riñón en Ecuador es de 2 579 hectáreas con una producción de 38 43 t/ha. Es importante recalcar que las principales provincias de la región costa en Ecuador que producen tomate riñón son Guayas y Santa Elena, mientras que en la región de la sierra se encuentran las provincias como Cañar, seguida por Imbabura, Cotopaxi, Carchi, Tungurahua, Azuay y Chimborazo (INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), 2016).

En la Tabla 2, se observan las principales provincias productoras del Ecuador, la superficie y la producción de tomate. Es importante destacar que la provincia con mayor superficie de tomate es Chimborazo, sin embargo, la que mayor rendimiento tiene es la de Tungurahua. En lo que se refiere a la región de la costa se observa un bajo rendimiento el que puede estar relacionado con las altas temperaturas y la alta incidencia de plagas.

**Tabla 2.** Principales provincias productoras en Ecuador

Provincia	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Chimborazo	611	21 921	35.88
Imbabura	171	6 923	40.42
Pichincha	150	6 697	44.68
Tungurahua	124	5 691	45.87
Guayas	170	3 857	22.66
Otras	423	10 188	24.08

Fuente: MAG (2021)

Elaborado por: La Autora

El rendimiento de tomate riñón en Ecuador promedio es de 31 t /ha, se registra una producción de 62 675 t en 1 954 ha de superficie cosechada a nivel nacional producido en mayor cantidad en la sierra. La producción anual del cultivo de tomate riñón bajo invernadero es de 5 292 cajas (peso entre 20 kg a 40 kg) (Varela, 2018).

## 2.2 Cultivo de tomate

### 2.2.1 Origen y Taxonomía

El tomate (*Solanum lycopersicum*) se originó en la región andina de América del sur (Chile, Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador) y concluyó en la región de Mesoamérica (Blanca et al., 2012; Schwartz et al., 2014). En lo que se refiere a la taxonomía del cultivo de tomate se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Taxonomía del tomate riñón

Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i>
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i>
Nombre común	Tomate, jitomate

Fuente: Molina (2017).

Elaborado por: La Autora

### 2.2.2 Descripción morfológica del tomate.

#### 2.2.2.1 Planta

Las plantas de tomate se consideran perennes, tienen una raíz pivotante resistente, puede ser afectada en la producción de plántulas para trasplante, este cultivo se lo conoce como una hermafrodita, llega a medir

hasta los 10 metros en un año y por lo general su crecimiento es de forma rastrera, semierecta y en ciertas variedades el crecimiento es limitado (Larín, Días y Serrano, 2018).

#### **2.2.2.2 Hojas**

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, tienen insertados los folíolos peciolados y lobulados. En el tallo se forman nudos de los cuales aparecerán las hojas, pueden presentar de siete a nueve folíolos peciolados, la posición de las hojas en el tallo puede ser semirrecta (Gorini, 2018).

#### **2.2.2.3 Tallo**

El tallo se caracteriza por ser erguido durante su etapa vegetativa, se encuentra conformada por pelos agudos y glándulas que libera un líquido con olor característico, puede llegar a tener un grosor de 2 - 4 cm en su base, puede llegar a medir entre 2.5 metros (Godoy y Ortiz, 2013).

#### **2.2.2.4 Fruto y flor**

El fruto se considera una baya carnosa. Se presenta en distintas variedades de tamaño entre cultivares, su forma es lobulada y es de textura lisa. Está constituido por el pericarpio, tejido placentario y las semillas, cuando los tomates se encuentran maduros son generalmente rojos (Gorini, 2018).

La flor se basa en 5 o más sépalos, Las flores se pueden agrupar en inflorescencias a los que se les denomina racimos pueden estar en grupos de tres a diez y brotan de las hojas, tejido placentario y las semillas. La capacidad germinativa de las semillas de tomate esta entre 4 o 5 años (Baudoin et al., 2017; López, 2016).

## **2.3 Generalidades del tomate**

### **2.3.1 Características del tomate indeterminado.**

El tomate se diferencia dependiendo de su tipo de crecimiento, el cual puede ser determinado e indeterminado. Cuando el tomate tiene un crecimiento indeterminado puede crecer de forma consecutiva. Durante el crecimiento del tomate es necesario que este sea tutorado, hasta el momento que alcanza una altura, la cual depende del nivel de productividad del cultivo. El tipo de crecimiento, se forma en la axila de la hoja más joven una yema vegetativa la cual continua en constante crecimiento y desplaza esta hoja a una postura por encima del racimo floral más reciente y sigue su crecimiento formando tres o cuatro hojas y luego un nuevo racimo floral, este tipo de cultivares se consideran adecuados para sembrarlos en bajo invernadero (Pérez et al., 2002).

### **2.3.2 Etapas fenológicas del cultivo.**

Una etapa fenológica se refiere a una manifestación biológica, puede determinarse por la variedad y condiciones de clima del lugar en donde se desarrolle. La fenología del tomate se clasifica en tres etapas principales que se clasifican en fase inicial; fase vegetativa y fase reproductiva.

Inicia con la fase inicial la cual dura de 1 – 21 días, en esta etapa comienza con la germinación de la semilla puede durar de 20 a 25 días, existe un rápido aumento en la materia seca y la energía que adquiere la planta durante esta etapa para la síntesis de nuevos tejidos de absorción.

En la fase vegetativa continúa después de la fase inicial, son similares los factores que requiere como: temperatura, luz y agua sin embargo en esta etapa la planta se encuentra en crecimiento y desarrollo de hojas, ramas en crecimiento y expansión por lo cual requiere mayor cantidad de nutrientes.

Finalmente, la Fase reproductiva se inicia a partir de la fructificación, puede durar entre 40 o 60 días, y se caracteriza por el crecimiento de la planta y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración. En la etapa de maduración, los frutos presentan coloraciones anaranjadas en su parte inferior y el resto del fruto se mantiene verde, mientras que la coloración de verde a rojo se da por el proceso de descomposición de la clorofila y síntesis de licopeno y carotenoides (Del pino, 2020).

Para que exista una maduración apropiada es necesario que alcance el 80 % de coloración es decir una maduración plena. La coloración define en qué tipo de maduración se encuentra, este se clasifica en maduración media con el 30 a 70 %, maduración plena con el 70 a 98 % y maduración completa con el 100 %. Finalmente, en lo que se refiere a la radiación solar recomienda una radiación aculada mínima de  $8.5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ . (Pérez et al., 2002).

## **2.4 Condiciones de desarrollo del cultivo**

### **2.4.1 Temperatura, humedad relativa y radiación.**

Dentro de los principales factores climáticos que pueden afectar el desarrollo del cultivo de tomate encontramos la temperatura, humedad relativa y radiación. En lo que se refiere a la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de tomate se encuentra entre 20 y 26 °C. La temperatura es uno de los factores climáticos que pueden afectar el desarrollo de la planta a lo largo de sus diferentes estadios fenológicos, así como, la absorción y metabolización de los nutrientes (Llanderal et al., 2020). La planta de tomate se caracteriza por ser una planta termo periódica, por crecer mejor con una temperatura variable que una temperatura regular (Del pino, 2022).

El estrés por calor en una planta se refiere a la obstrucción del desarrollo y metabolismo de las plantas por el incremento de altas



temperaturas. Al existir altas temperaturas en el ambiente de desarrollo de las plantas estas pueden generar cambios anatómicos, morfológicos las plantas estas pueden generar cambios anatómicos, morfológicos y funcionales, uno de los principales efectos que se puede observar bajo estrés térmico es el cierre estomático el que afecta al evo transpiración disminuyendo la absorción de agua - nutrientes disminuyendo su desarrollo (Llenderal, 2017). De la misma manera, las temperaturas bajas pueden causar daños en el tejido de la planta al momento que se su desarrollo (Morales-Guevara et al., 2018).

Los niveles óptimos de humedad relativa (HR) oscila entre el 60 % y el 80 %. Cabe mencionar que la alta humedad puede ocasionar el cierre estomático, al mismo tiempo, un alta HR también favorece el desarrollo de enfermedades bacterianas y cuanto existe una humedad baja produce una mayor tasa de transpiración, cuando es época de floración una baja actividad radicular, estrés hídrico, entre otras (Allende et al., 2017).

## **2.5 Manejo de una planta de tomate indeterminado**

### **2.5.1 Control de malezas**

El ciclo de vida de los pulgones es relativamente complicado. Presentan numerosos casos de polimorfismo. En función de las condiciones, los adultos son alados o no alados. La duración del desarrollo será en función de numerosos parámetros, pero, en resumen, se puede concluir que en condiciones óptimas solo son necesarios algunos días. Las larvas se alimentan rápidamente de la savia, como los adultos. Estas mudan varias veces dejando sus envolturas blancas sobre las hojas. Los adultos son alados o no en función de la densidad de población de la planta. Estas formas les permiten de cambiar de planta huésped (Urrestarazu, 2004).

### **2.5.2 Marcos de plantación**

El marco de plantación se establece en función del porte comercial y también dependerá de la variedad que se escogerá. Por lo general la medición que más se ocupan son de 1.10 a 1.15 m entre líneas y de 0.3 a 0.5 m, entre plantas. Cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación de 2,2 a 3 plantas por metro cuadrado. con marcos de 1 x 0.5 m (Del Pino, 2022).

La siembra de tomate invernadero es cultivada en hileras que permiten un mejor crecimiento y buenas condiciones climáticas, se requiere de una distancia de 170 a 185 cm entre doble fila, entre plántulas es recomendable que la distancia no sea inferior a 40 cm, con las distancias mencionadas es posible tener un rendimiento de 20,000 - 25,000 plantas por hectárea (Zeida, 2005).

### **2.5.3 Diferentes tutorados de cultivo de tomate**

#### **2.5.4 Aporco**

Es recomendable hacerle a los 15 a 25 días después de realizar el trasplante, de esta forma se puede favorecer el desarrollo de las raíces en el tallo. El aporque puede cumplir dos funciones principales, una es recorrer el surco de riego para que de esta forma se pueda evitar el contacto del agua con el tallo de la planta y la otra función es mejorar el soporte e inclinar al desarrollo de raíces adventicias, de esta forma existe la absorción de nutrientes y mejorar la producción (Baudoin et al., 2017).

## **2.6 Principales plagas y enfermedades**

### **2.6.1 Plagas.**

Los principales insectos que afectan al cultivo de tomate Riñón son:

#### **2.6.1.1 Negrita (*Prodiplosis longifila*).**

Es un insecto plaga que afecta a los primeros brotes, las infestaciones también son a los frutos, provocando necrosis, la etapa fenológica donde

más ataca este insecto es durante su etapa de floración y fructificación, lo cual dependerá de las condiciones climáticas del lugar que se encuentre (Valiente et al., 2020).

#### **2.6.1.2 Polilla de tomate o minador (*Tuta absoluta*).**

Este insecto causa daños en las hojas, flores y frutos del cultivo, principalmente en solanáceas ya que solo consume la epidermis de la hoja, por lo que es notorio presentando grandes cámaras transparentes. El control biológico para esta plaga es el hongo entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* (Cherif y Verheggen, 2019).

#### **2.6.1.3 Pulgón (*Aphis sp.*)**

Son insectos pequeños de color negro, verde, gris, dependiendo de su especie. Su característica principal es su posición inmóvil al estar en las hojas liberando melaza permitiendo así que pueda existir una transmisión de hongos productores de enfermedades, su control biológico se puede implementar hongos entomopatógenos *Verticillium lecanii* y *Beuveria bassiana* (Mamani y Rivera, 2022).

#### **2.6.1.4 Trips (*Frankliniella occidentalis*).**

Se considera como una de las plagas más importantes de invernáculo en diversas regiones del mundo, tienen la capacidad de dañar el tejido vegetal y llegan a desarrollarse en temperaturas entre 25 y 30 °C (Goldarazena, 2015).

### **2.6.2 Principales enfermedades y control.**

Entre las principales enfermedades del cultivo de tomate son:

#### **2.6.2.1 Damping off (*Phytophthora rhizoetonia*).**

Es una enfermedad que se transmite por un agente fúngico el cual causa la merma de la semilla y provoca problemas en el crecimiento de la planta, este tipo de enfermedad es la causa de diversas especies de hongos que se desarrollan en el suelo. Puede tener efecto desde su etapa de pre-

emergencia, antes que la planta emerja del sustrato hasta su etapa tardía (Larios, 2019).

### **2.6.2.2 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).**

Se considera como una enfermedad por hongo, el cual aparece en época lluviosa y se reproduce rápidamente, aparece una marcha de color café oscuro en el follaje, como prevención se requiere sacar la hoja y el tallo que se encuentran infectados, tiene una amplia variedad de huéspedes (Jafari et al., 2020).

### **2.6.2.3. Oidiosis.**

Se produce por el hongo *Oidium sp.* físicamente presenta arrugamiento de las hojas, aspecto de polvo y manchas blancas en la parte superior de las hojas, puede llegar a reducir la cosecha como resultado de defoliación (Mamani y Rivera, 2022).

## **2.7 Principales características de los híbridos de tomate indeterminado**

### **2.7.1 Híbridos ABM 156.**

En la Tabla 4, se presentan características del híbrido que se utilizará en la investigación, de acuerdo a Philoseed (2020) que describe que el híbrido puede llegar a pesar hasta 300 g, es una planta con vigor moderado.

**Tabla 4.** Características agronómicas del híbrido ABM 156.

<b>Descripción</b>	Carne, otoño y primavera
<b>Planta</b>	Vigor moderado, temprano
<b>Fruta</b>	Rojo, achatado profundo, buena firmeza
<b>Resistencias potenciales</b>	ToMV(Virus de mosaico del tomate), Va(Vd, Fol 0-1,(Para), TYLCV,TSWVV
<b>Peso de la fruta</b>	250 – 300 gramos

**Fuente:** Philoseed, 2020

**Elaborado por:** La Autora

### **2.7.2 Híbridos ABM 158.**

En la Tabla 5, se presentan características agronómicas del híbrido ABM 158, el cual presenta las descripciones del fruto en cuanto a su vigor y

su coloración rojo intenso, puede llegar a pesar hasta 280 g y según la calidad de su fruta llega a los parámetros aptos para las exigencias del mercado.

**Tabla 5.** Características agronómicas de híbrido ABM 158.

<b>Descripción</b>	Excelente calidad, color rojo intenso
<b>Planta</b>	Vigor moderado, temprano
<b>Fruta</b>	Rojo, achatado profundo, buena firmeza
<b>Resistencias potenciales</b>	Resistente a <i>Vertillium fusarium</i> raza 1 y 2 (F1 y F2), virus de mosaico del tabaco (TMV), Virus de la hoja rizada del tomate amarillo (TYLCV).
<b>Peso de la fruta</b>	200 – 280 gramos

**Fuente:** Philoseed, 2020

**Elaborado por:** La Autora

El desarrollo de variedades de alto rendimiento requiere del conocimiento detallado de la variabilidad genética presente en el germoplasma del cultivo, la asociación entre los componentes de rendimiento y las prácticas de cultivo (Bayomi et al., 2020).

## 2.8 Análisis de savia como método de diagnóstico nutricional

El análisis de savia se ha utilizado como indicador de nutrición durante muchos años, para la aplicación de fertilizantes es necesario realizar un diagnóstico correcto de nutrición de la planta, es uno de los aspectos más importantes para conseguir una rentabilidad óptima. La savia se considera un líquido que es extraído de tejidos conductores tanto de la xilema como del floema de la planta (Cadahía, 2015). Cuando existe un manejo adecuado de la nutrición se evitan desequilibrios de esta forma se mejoran los alimentos cosechados y se aumenta la eficiencia de uso de fertilizantes (Thompson et al., 2018).

La técnica de extracto de la savia del peciolo es una metodología la cual permite conocer en qué estado nutricional se encuentra la planta a través de la savia y la condición de fertilidad del suelo (Intagri, 2020).

Existen varios factores que pueden intervenir en la concentración de la savia de nutrientes, como la aplicación de fertilizantes, intensidad de luz, etapa fenológica y donde se realiza el muestreo (Llanderal et al, 2020).

Para realizar el análisis de savia del cultivo de tomate se utiliza las hojas recientemente maduras, por lo general se encuentran entre la tercera o quinta hoja a partir del meristema apical. El principal objetivo del análisis nutricional en plantas se basa en mejorar la productividad, es decir la calidad y cantidad del cultivo, también el prevenir los trastornos fisiológicos en el cultivo y reducir el uso de fertilizantes en las tierras del cultivo y así no tiene un mayor costo (Llanderal et al., 2019). Los rangos de suficiencia son utilizados para determinar en qué estado nutricional se encuentra la planta, de igual manera la deficiencia, suficiencia y el exceso de nutrientes (Llanderal, 2020).

### **2.8.1 Concentración del nitrato, potasio y calcio en la savia de peciolo de las hojas de tomate.**

La concentración de los nutrientes en peciolo se utiliza para diagnóstico del estado nutricional mediante la comparación de los niveles de referencia. Los nutrientes nitrogenados son captados por la planta de forma inorgánica (en forma de nitrato  $[\text{NO}_3^-]$ ) (Wang, et al., 2018; Vidal et al, 2020).

El contenido de nitrato en el tejido de las plantas se refiere a un indicador de N que contiene la planta, puede existir excesos de nitrato, si existe una mala fertilización en el cultivo (Bouzo y Astegiano, 2012).

Se considera un nivel alto de nitratos en el peciolo de  $1300 \text{ Mg. L}^{-1}$ , el nivel óptimo es de  $1000 \text{ Mg.L}^{-1}$  el cual es de las plantas que se desarrollan con normalidad durante su ciclo de producción, por otro lado, si se trata de un nivel bajo de nitrato es de  $850 \text{ Mg.L}^{-1}$ , el cual puede indicar carencia de nitrógeno (Hochmuth y Hochmuth, 2022).

El calcio es un componente importante ya que forma parte de las funciones estructurales, en la regulación de la permeabilidad de la membrana y la rigidez de las paredes celulares. Los síntomas de deficiencia del calcio se caracterizan por las hojas jóvenes se vuelven verde oscuro y los márgenes pálidos y el envés se vuelve púrpura, la hoja puede llegar a marchitar (Alarcón et al., 2006).

El potasio (K) puede ser esencial en las plantas porque cumple con muchas funciones como la síntesis de proteínas y activación enzimática, actividad fotosintética, mediador osmótico en la expansión celular, desarrollo del cultivo, entre otras (Jarrin, 2014).

En la siguiente Tabla 6, se pueden observar los niveles de referencia en savia para tomate en sus distintas etapas fenológicas según Cahadía (2015).

**Tabla 6.** Niveles de referencia en savia [Mg. L<sup>-1</sup>].

<b>Etapas</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>
Media	709	225	4850
Floración	620 – 797	190 - 269	4600 - 4900
Media	686	415	3650
Fructificación	664 – 788	340-490	3400-3900
Media	769	450	3820
Engorde fruto	354 -1414	230-700	3200 - 4420
Media	664	834	2552
Recolección	133 -1000	280 -1420	600 - 4590

**Fuente:** Cahadía (2015).

**Elaborado por:** La Autora

En la Tabla 7, se observan las concentraciones de savia fresca del peciolo en ppm propuestas por Hochmuth y Hochmuth (2022). En la etapa de trasplante al segundo racimo, segundo racimo a quinto racimo de frutos y en la temporada de cosecha.

**Tabla 7.** Concentraciones de savia fresca del peciolo (ppm).

<b>Etapa de desarrollo del cultivo</b>	<b>NO<sub>3</sub> -N</b>	<b>K</b>
Trasplante al segundo racimo	1000-1200	4500-5000
Segundo racimo a quinto racimo de frutos	800-1000	4000-5000
Temporada de cosecha	700-900	3500-4000

**Fuente:** Hochmuth y Hochmuth (2022).

**Elaborado por:** La Autora

En la Tabla 8, Se presentan las concentraciones de savia propuestas por Berrueta et al (2021) de 2 a 3 racimos, de 5 racimos, 7 racimos y maduración del fruto.

**Tabla 8.** Concentración de savia de peciolo (ppm).

<b>Estado fenológico</b>	<b>K<sup>+</sup> (ppm)</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ppm)</b>	<b>Ca<sup>++</sup>(ppm)</b>
2 a 3 racimos por planta	3000	4500	240
5 racimos por planta	3500	3500	150
7 racimos por planta	3500 -4000	2500	125
Maduración del primer racimo	4000	2000	120

**Fuente:** Berrueta et al. (2021).

**Elaborado por:** La Autora

## **2.9 Tipos de estructuras en agricultura protegida**

La funcionalidad de las estructuras de agricultura protegida de un invernadero se caracteriza en varios aspectos como son la función de protección del cultivo de lluvias y plagas, la captación de radiación solar para mejorar la integral térmica, la capacidad de almacenamiento de calor, especialmente crucial en climas fríos (Ávila y Casado, 2021).

### **2.9.1 Invernaderos.**

Los invernaderos se definen como estructuras o espacios cerrados, destinados a el cultivo agrícola, dentro del mismo es posible modificar los factores climáticos (luz, temperatura, humedad relativa y concentración), creando así microclimas y con ello cultivar las plantas en condiciones óptimas, con la finalidad de obtener mayores rendimientos que en campo abierto (Rivero, 2018).

Los principales objetivos de un invernadero es la obtención de producción del cultivo fuera de temporada y el cultivo de ciertas especies



que son imposibles de cultivar en condiciones a campo abierto, siempre buscando el aumento del rendimiento y mayores ingresos para los productores. Debido a las mejores condiciones ambientales generadas en el invernadero existe una reducción en el tiempo de cosecha y una mayor producción del cultivo. Es importante mencionar que en la producción bajo invernadero es recomendable que asesores técnicos especializados se encarguen del trabajo lo cual significa optar por una inversión más, por otro lado, existe la ventaja de reducir los insumos en el manejo de plagas y enfermedades (Ávila y Casado, 2021, Cap. 7).

Existen distintos tipos de invernaderos como: multitúnel, capilla, parral y venlo.

#### **2.9.1.1 Multitúnel.**

Se considera como una estructura modular de tejado de forma curva o semicircular que se encuentra constituida en su totalidad con contornos de acero, la estructura forma un marco sobre el que se puede montar el material de cobertura (Vázquez et al., 2011).

#### **2.9.1.2 Capilla (a un agua; a dos aguas).**

Los invernaderos de capilla simple se caracterizan por tener un techado formado a uno, tienen un alto porcentaje de ventilación, debido a las ventanas frontales y laterales lo cual puede generar la eliminación de los excesos de temperatura y humedad relativa (Lencak y Iglesias, 2019).

Están integrados por dos planchas adyacentes, son considerados por tener una mejor ventilación que otros invernaderos debido a que presenta una ventilación cenital ya cual aprovecha la circulación del aire naturalmente para la entrada al invernadero por medio de ventanas factibles, también poseen una ventilación (Capua, 2011).

### **2.9.1.3 Parral.**

Este invernadero de tipo parral se caracterizan por encontrarse equipado con ventanas cenitales y con ventanas laterales, se utilizan en zonas donde existen escasas lluvias y se considera una ventaja en cuanto a su costo ya que es más barata. Uno de los problemas de este tipo de invernadero es que exista la falta ventilación natural, lo cual puede provocar la aparición de temperaturas altas dentro del invernadero, así mismo afectaciones al cultivo (Rodríguez, 2018).

### **2.9.1.4 Venlo (holandés).**

Se considera invernadero de tipo venlo o también conocido como holandés se lo considera que tiene un mejor comportamiento térmico ya el material de su cubierta es de vidrio. Uno de los lugares más utilizados es en el norte de Europa el cual presenta climas muy fríos la mayor parte del año por lo cual tiene ventanas en el techo para evitar las pérdidas del calor (Barrera, 2021).

### **2.9.2. Macro túneles y Micro túneles.**

Las estructuras de macro túneles están forradas principalmente por arcos, están compuestos por módulos simples o múltiples lo cual varía en altura de 2 a 3 m y ancho de 4 a 5 m. Se consideran fáciles de construir, utilizando cubierta de plástico con menor inercia térmica que los invernaderos. Como desventaja es la falta de ventilación la cual puede producir el aumento de temperatura y humedad relativa. Los invernaderos conocidos como micro túneles son pequeñas estructuras que están formadas por arcos y recubiertas de diferentes tipos de láminas, Los micro túneles se pueden considerar alternativas dentro de los sistemas de producción bajo cubierta, necesario nuestra zona para la producción bajo cubierta, necesarios en nuestra zona de producción (Ávila y Casado, 2021).

### **2.9.3 Diseño agronómico de los invernaderos.**

Los diseños agronómicos de los invernaderos ayudan a definir los materiales que se ocupan en la estructura del mismo como: tamaño, orientación y cubierta, lo que depende de la localización en donde se realiza de esta forma se logra tener mejores condiciones climáticas para el desarrollo de los cultivos dentro del invernadero. Los elementos que se deben de considerar para el diseño de los invernaderos son: el cultivo, el sistema de cultivo, temperaturas mínimas, medias, máximas y extremas mensuales del lugar, frecuencia, duración e intensidad de heladas por mes del lugar, dirección, humedad relativa, irradiación o luminosidad (Gamboa, 2022).

Para construir un invernadero es necesario conocer los tipos de estructuras que existen, como invernaderos para climas templados, para climas tropicales y subtropicales; Invernaderos para climas tropicales y subtropicales húmedos. Se deben de tomar en cuenta características de la estructura como pilares, arco, el principal factor en los invernaderos de climas tropicales es el viento: la dirección del viento, horas de la dirección del viento, altura de la caída y la altura que le debe de dar al centro (Santiago, 2014).

### **2.9.4 Características de invernaderos en climas tropicales.**

La producción en invernaderos en climas tropicales es una actividad que existió durante años pasados, estos iniciaron con una estructura muy sencilla, se utilizaron materiales como madera y ventilación natural, la cual en su mayoría escasea. Por lo general en los climas tropicales y subtropicales la radiación no presenta limitaciones en ningún momento del año, mientras que la elevada temperatura y humedad ambiente son aquellas que marcan el camino a seguir en los avances tecnológicos (Gamboa, 2022).

En este tipo de invernaderos, el comportamiento térmico incide por la ventilación y el evo transpiración. La ventilación ayuda a favorecer el intercambio de aire con el medio exterior, con la cual se regula la temperatura y la humedad del aire y como consecuencia, las concentraciones de dióxido de carbono y oxígeno (Boulard et al., 2018).

### **2.9.5 Climatización de los invernaderos.**

El crecimiento y desarrollo de los cultivos se refleja en el clima. Existen dos sistemas de manejo de clima principales, los cuales se clasifican en sistemas pasivos (ventilación natural) y sistemas activos (Por ventilación forzada) (Salcedo et al, 2018).

#### **2.9.5.1 Sistemas pasivos.**

Los sistemas pasivos se los considera como métodos simples, no son tan costosos dependiendo de los materiales que se utilizarán que hacen intervenir muy poca cantidad de energía para su instalación y funcionamiento.

La ventilación de los invernaderos se basa en tres aspectos los que se clasifican en temperatura interna, los invernaderos requieren disminuir el exceso de calor por lo que se debe de generar un buen movimiento del aire interior; composición del aire interior, cuando existe poca ventilación puede producir déficits de CO<sub>2</sub>, Es importante destacar que si no se tiene una adecuada ventilación que se debe tener una humedad relativa que puede ser alta y puede requerir un enriquecimiento carbónico. Existe una diferencia de presión que producen una ventilación natural estas se deben a fuerzas térmicas que se originan por la diferencia de temperatura entre el interior y exterior del invernadero, también por las fuerzas del viento (Lenschak y Iglesias, 2019).

La función de los invernaderos pasivos es cambiar determinadas variables climáticas como radiación solar, lluvia, viento, granizo y otras. Este

tipo de invernaderos puede servir como paraguas, sombreros, cortavientos, siempre dependerá de los factores que se quieran modificar para la protección del cultivo (Salcedo et al., 2018).

#### **2.9.5.2 Sistemas activos.**

Por ventilación forzada utilizar ventiladores ayuda a un control de temperatura más específico, la refrigeración por evaporación de agua, si se utiliza un equipo capaz de vaporizar agua en el invernadero, la vaporización absorberá calor del aire del invernadero disminuyendo la temperatura ambiente (Lenschak y Iglesias, 2019).

Puede producir una mejor circulación de la masa de aire en el interior del invernadero ya que se colocan de manera estratégica los ventiladores, la ventilación artificial se puede conservar el calor y reducir los gastos para calentar la masa de aire en los meses fríos porque se mantienen cerradas las ventanas durante periodos de tiempo largos (Matallano y Montero, 1995).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización del área de estudio

El lugar de estudio se realizó en la hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena el cual presenta algunas características, localizado en el mapa con las siguientes coordenadas: 2°17'04.7" S 80°35'22.3" W. Presenta un clima tropical con temperaturas con un rango de 18 a 30 °C y HR 80 % con un suelo franco arcilla, y un pH entre neutro y ligera ácido como se observa en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Características del área de estudio

<b>Temperatura máxima</b>	<b>30 °C</b>
<b>Temperatura mínima</b>	<b>18 °C</b>
<b>Clima</b>	<b>Tropical</b>
<b>Humedad %</b>	<b>80%</b>
<b>Ph</b>	<b>6.8 – 7</b>
<b>Suelo</b>	<b>Franco-arcilloso</b>

**Fuente:** INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología) (2021).

**Elaborado por:** La Autora

En la Tabla 10, se presentan las propiedades físico-químicas del análisis de suelo realizado en el lugar del estudio, en lo que respecta a los porcentajes del contenido del suelo, se observa que la textura media de suelo es franco-arcilloso. El pH es 8 es básico y puede limitar la disponibilidad de nutrientes.

Por otro lado, la CE está en niveles de 1.10 dS m<sup>-1</sup> el cual no presenta ningún inconveniente para el cultivo y el pH (Putra y Yuliando, 2015).

En cuanto a los cationes solubles, Ca<sup>+</sup> se encuentra con un 7.66 meq L<sup>-1</sup>. se considera que se encuentra en los valores mínimos, Na<sup>+</sup> tiene un valor de 2.37, el cual no alcanza los valores mínimos que la solución de suelo propuesta por Llanderal que es de 9.71 meq L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> es 0.66 meq L<sup>-1</sup> el cual alcanza los valores mínimos, ya que el valor mínimo es de 6.24 meq L<sup>-1</sup>.

también se observa la materia orgánica (M.O.) que es 1.60 %, se considera baja.

**Tabla 10.** Resultados de análisis del suelo del experimento

<b>Distribución de las partículas del suelo (%)</b>	Arena	41
	Limo	24
	Arcilla	35
<b>Propiedades químicas del suelo</b>	Ph	8
	CE (ds m <sup>-1</sup> )	1.10
	M.O.(%)	1.60
<b>Cationes solubles (meg L<sup>-1</sup> )</b>	Ca	7.66
	Na	2.37
	Mg	1.32
	K	0.66
	NH <sub>4</sub>	10
<b>Elementos disponibles (ppm)</b>	P	34
	K	382
	Ca	3836
	Mg	14
	S	375
	Zn	2.5
	Cu	8.2
	Fe	11
	Mn	8.0
	B	1.11

**Elaborado por:** La Autora

El invernadero que se utilizó es tipo capilla y con manejo orgánico (fue elaborado con caña garúa), se clasifica en tres partes (lateral derecha, medio y lateral izquierda). Las dimensiones son las siguientes: largo 80 m y ancho 60 m, Apertura cenital 0.90 m, pared lateral 4,80 m y 2,60 m. El área total es de 1.040m<sup>2</sup>.

**Gráfico 1.** Invernadero de tipo capilla en la hacienda La piedad, Prov. de Santa Elena.



Dentro del invernadero se sembraron 1 400 semillas (700 semillas serán del híbrido ABM 156 y 700 semillas de ABM 158) en semilleros hasta su germinación y luego fueron trasplantadas al suelo del invernadero. La siembra se realizó en diferentes distancias. En los semilleros se utilizó materia orgánica como: Humus, Turba, tierra de sembrado.

En la preparación del suelo se aplicaron 4 sacos de 40 kg en el área total del invernadero de fertilizante orgánico, el cual está constituido por: nitrógeno total (NT) 1.64%; Fósforo (P) 2.90%; Potasio (K) 3.19%; Calcio (Ca) 4.89%; Magnesio (Mg) 1,63%; Hierro (Fe) 1,41%; Zinc (Zn) 0.05%; 0.06 %; Magnesio (Mn) 0.06 %; Boro (B) 0.01%; Materia Orgánica (MO) 40.68 %.

Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron productos orgánicos que contenían: *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningii* .Tambien se utilizaron hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* ; *Paecilomyces Lilacinos* ; *Beauveria bassiana* e Inertes .



## **3.2 Materiales y equipos**

### **3.2.1 Material genético.**

Se utilizarán dos híbridos de tomate:

- ABM 156
- ABM 158

### **3.2.2 Materiales para medición morfológica de la planta.**

- Tabla de datos
- Cinta métrica
- Computadora
- Termómetro Datta logger
- Libreta de campo
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Calibre

### **3.2.3 Materiales para laboratorio.**

- Medidor de nitrato LAQUAtwin
- Medidor de calcio LAQUAtwin
- Medidor de potasio LAQUAtwin
- Prensa
- Tijeras
- Guantes
- Agua destilada
- Pipeta
- Mandil

### **3.2.4 Materiales para recolectar muestras.**

- Fundas ziploc
- Cooler
- Hielo

- Tijera para podar
- Etiquetas para fundas

### **3.3 Tratamiento en estudio**

Los tratamientos fueron constituidos mediante dos híbridos como se detallan a continuación:

#### **Factor (Variedades de tomate)**

**V1:** (ABM 156)

**V2:** (ABM 158)

#### **Variables respuesta**

- Estado nutricional
- Características morfológicas

### **3.4 Manejo del cultivo**

Las plantas fueron trasplantadas en diferentes fechas (algunas plantas tuvieron problemas de germinación, por lo cual se resembró). El primer trasplante se realizó el 29 de septiembre del 2022. En las líneas 3,5 y 23 se sembró la variedad 2 (ABM 158) en líneas pertenecientes al Bloque A y C; Las líneas 7, 9, 12, 14, 18 y 20 fueron sembradas con la variedad 1 (ABM 156) ubicadas en los bloques A y B.

El segundo trasplante se realizó cuatro días después del primer trasplante, en el cual se sembró las líneas 25 (Variedad 2); 27 y 29 (Variedad 2) del bloque C.

El riego se llevó a cabo realizarlo 3 días entre semana por 30 minutos por día. El sistema de riego que se utilizó fue por goteo el cual se utilizaron cintas de 16 mm, con un caudal de gotero de 2.1 litros por hora, a una distancia de 20 cm. En la Tabla 11 se observa el cálculo de riego.

**Tabla 11.** Cálculo de Riego

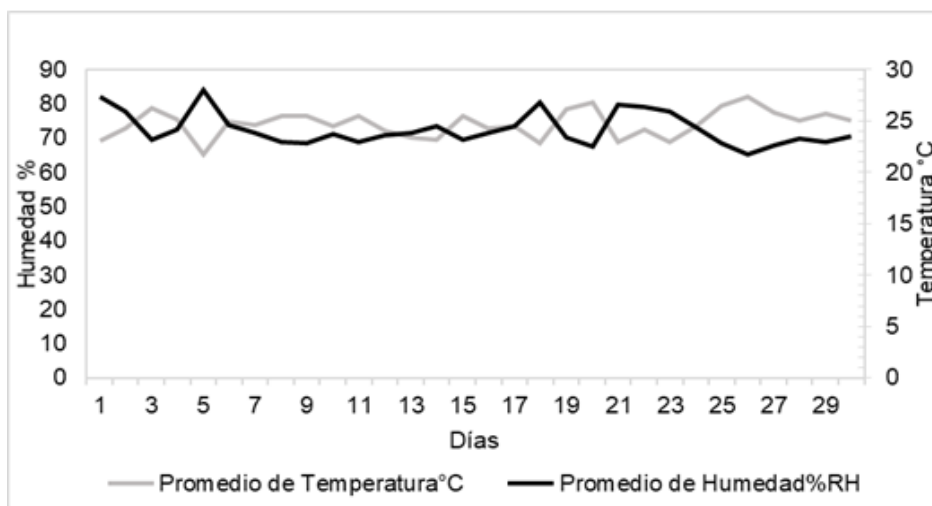
Minutos de riego	Litros
60 (1 hora caudal)	2.5 L
30 ( 3 días a la semana)	1.25 L diarios
Total semanal	3.75 L de agua

**Elaborado por:** La Autora

Durante la semana 5 se aplicó fertirriego con sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) una vez a la semana, hasta la semana 8, en cantidades de 2 kg de sulfato de Potasio en 20 L de agua.

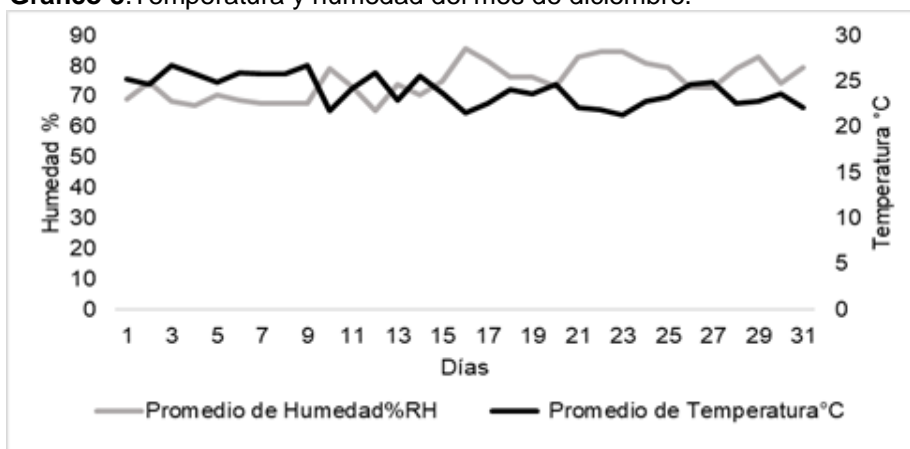
Para las mediciones de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero se utilizó un termómetro Data Logger Elitech RC-51 Alta exactitud. En el Gráfico 1 se observa la humedad y temperatura del mes de octubre y en el Gráfico 2. del mes de noviembre. Se tomaron estos datos desde el 03 de octubre, desde esa fecha fue tomada la temperatura hasta la semana 8, la cual representa el mes de noviembre.

**Gráfico 2.** Temperatura y humedad mes de octubre.



**Elaborado por:** La Autora

**Gráfico 3.** Temperatura y humedad del mes de diciembre.



Elaborado por: La Autora

### 3.5 Manejo de la investigación

En el trabajo de investigación se tomaron datos después del trasplante, se escogieron diez plantas de manera aleatoria por los tres bloques del invernadero (un total de 30 repeticiones por variedad) en las líneas seleccionadas, como se mencionan en la Tabla 13.

#### 3.5.1 Recolección de datos.

La recolección de datos se realizó dos veces por semana utilizando una tabla y libreta de campo para anotaciones de las variables a evaluar, las cuales se procedieron a anotar en la computadora.

Entre otros materiales que se utilizaron fueron un flexómetro, para la mediación de la altura, cinta métrica para las distancias entre racimos y calibre para el diámetro del tallo y de los frutos. Se utilizó una cámara para las fotografías las actividades realizadas.

### 3.5.1.1 Muestreo de hojas.

Las recolecciones de muestras se realizaron en las cuatro etapas fenológicas del cultivo (desde su etapa vegetativa hasta su etapa inicial de maduración), en cada colecta de hojas se recogían 10 muestras de cada variedad en los tres bloques, dando un total de 60 muestras (30 muestras del ABM 156 y 30 muestras del ABM 158).

La primera recolección de hojas recientemente maduras se realizó el 21 de octubre del 2022, a partir de ahí cada muestra se la tomaba pasando 15 días, hasta llegar a la etapa de maduración de los primeros racimos. El tipo de hoja que se recolectaba era la hoja recientemente madura (se encontraba entre la 3 era o 4ta hoja desde el punto de crecimiento). Para el almacenamiento de las hojas se las colocaba en bolsas plásticas que se encontraban etiquetadas con cintas de cada variedad y se conservaban en hieleras.

### 3.5.2 Variables a evaluar.

En la siguiente Tabla, se especifica las variables que se tomarán en cuenta en el estudio:

**Tabla 12.** Parámetros a evaluar.

1. <b>Altura de planta (m):</b> Se realizó con flexómetro en metros, midiendo la planta desde la superficie del suelo hasta a parte apical.
2. <b>Diámetro del tallo (mm):</b> Se realizó midiendo con un calibre el grosor del tallo a una altura de 20cm de base.
3. <b>Altura de planta al primer racimo:</b> Se realizarán mediciones desde el suelo al primer racimo
4. <b>Distancia entre primer y segundo racimo (cm)</b>
5. <b>Distancia entre el segundo racimo y tercer racimo (cm)</b>
6. <b>Diámetro ecuatorial de los frutos (cm)</b>
7. <b>Número de frutos</b>
8. <b>Medición de nitrato en la savia de peciolo (ppm)</b>
9. <b>Medición de calcio en la savia del peciolo (ppm)</b>
10. <b>Medición de potasio en la savia del peciolo (ppm)</b>

Elaborado por: La Autora.

### **3.6 Diseño experimental y análisis estadístico**

El diseño experimental fue por bloques completamente al azar con dos tratamientos (variedad 1 y variedad 2) y con 10 repeticiones por bloques. El análisis estadístico fue un ANOVA y un test de mínimas diferencias significativas con un nivel de confianza de  $p < 0.05$ . Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Statgraphics Centurion XVI © (Statpoint Technologies, Inc. Warrenton, VA, EE. UU.). Los análisis estadísticos morfológicos se realizaron por semana y los nutricionales realizaron por estadios fenológicos.

El número de repetición es por bloque, se determinó con los datos proporcionados por Ayala et al. (2022) con el programa Statgraphics Centurion XVI © (Statpoint Technologies, Inc. Warrenton, VA, EE. UU.) en la que se determinó el número era de 10 repeticiones con una potencia del 80 %.

En la Tabla 13, se describe la estructura del diseño experimental que se implementará para el estudio, el cual se conforma por los dos tratamientos. En bloque C está conformado por 10 filas, el bloque B por 11 filas y el bloque A por 10 filas.

**Tabla 13.** Estructuras de diseño de siembra y diseño experimental.

Variedades	N° filas	Bloque
	31	
	30	
V <sub>1</sub>	29	
	28	
	27	
	26	C
	25	
	24	
V <sub>2</sub>	23	
	22	
	21	
V <sub>1</sub>	20	
	19	
	18	
	17	
	16	B
	15	
	14	
	13	
V <sub>2</sub>	12	
	11	
	10	
V <sub>1</sub>	9	
	8	
	7	
	6	
	5	A
	4	
V <sub>2</sub>	3	
	2	
	1	

Elaborado por: La Autora.

### 3.6.1 Toma de Muestras, preparación de muestras y análisis de laboratorio.

Los cual es útil para la identificación de la diferencia generada en las variables morfológicas (diámetro del fruto; Altura total; diámetro del tallo; distancia entre racimos; número de frutos) y las variables nutricionales (concentración de nitrato, potasio y calcio) que fueron tomados durante las diferentes etapas fenológicas que se tomaron semanalmente.

Los diferentes estadios fenológicos del 1 al 23 día después del trasplante (DDT). En la etapa vegetativa se recolectaron hojas recientemente

maduras. Del 24 a 44 días (DDT) se recolectaron las muestras que se encontraban en la etapa de floración y en la etapa de fructificación se recolectaron a los 45 a 68 días (DDT). Finalmente, la última toma de muestras se fue a los 69 DDT en la etapa de maduración.

### ***3.6.1.1 Preparación de muestras y análisis de laboratorio.***

#### ***3.6.1.1.1 Hojas.***

La selección de las hojas y extensión de la savia se realizó con la metodología propuesta por Cadahía (2015). La hoja que se seleccionó, fue hojas recientemente maduras previamente recolectadas en fundas ziploc y colocadas en una hielera y posteriormente fueron llevadas al laboratorio donde fueron congeladas a el traslado al laboratorio se realizó en un tiempo máximo de 3 horas. Las hojas que se seleccionaban estaban entre la 3era o 4ta hoja.

Posteriormente se procedía a separar los folíolos de los peciolo de cada hoja y se cortaba en partes de 5 cm. Las muestras de peciolo de 5 cm se introdujeron una prensa. Es importante mencionar que las muestras antes de ser cortadas se limpiaban con un trapo húmedo con agua destilada para evitar contaminaciones.

#### ***3.6.2.1 Determinación de concentración de nutrientes.***

Para la determinación de concentración de nutrientes, la savia extraída se colocaba directamente en los medidores de iones selectivos de nitrato, calcio y nitrógeno marca LAQUAtwin.

### **3.7 Estado de gastos de experimento**

El análisis de costos se realizó teniendo en cuenta los costos totales que se han tenido durante el experimento (semillas, agua, fertilizantes, mano de obra, entre otros).

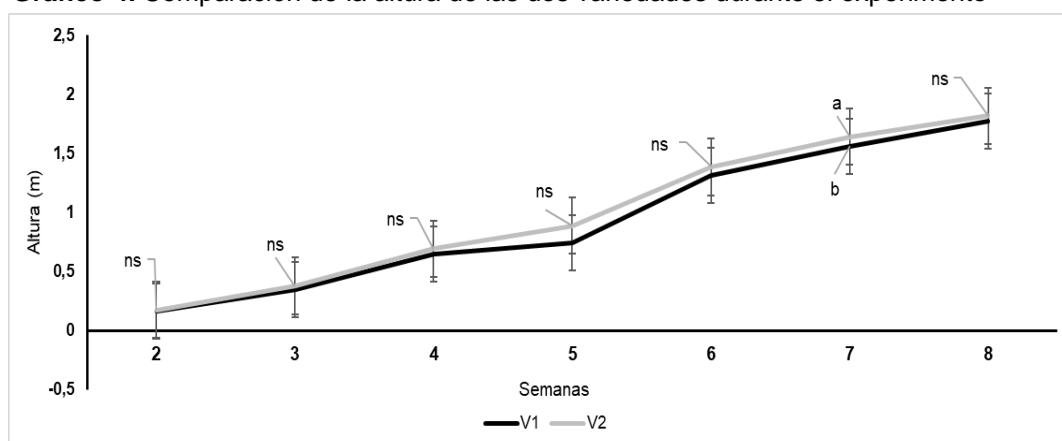


## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura total de las dos variedades

En lo que se refiere a las alturas de las dos variedades evaluadas de la semana 2 a las 8 del cultivo (Gráfico 4), encontramos que no existen diferencias significativas en las semanas 2,3,4,5,6, y 8. Sin embargo, en la semana 7 se encontró que la variedad 2 fue significativamente mayor que la variedad 1.

**Gráfico 4.** Comparación de la altura de las dos variedades durante el experimento



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

**Elaborado por:** La Autora.

Comparando nuestros resultados con los propuestos por Ayala et al, (2022) quien indica que los tomates indeterminados pueden llegar a 7 m en un ciclo largo, sin embargo, estos datos no son superiores debido a que en nuestro caso solo se llegó a 8 semanas de cultivo.

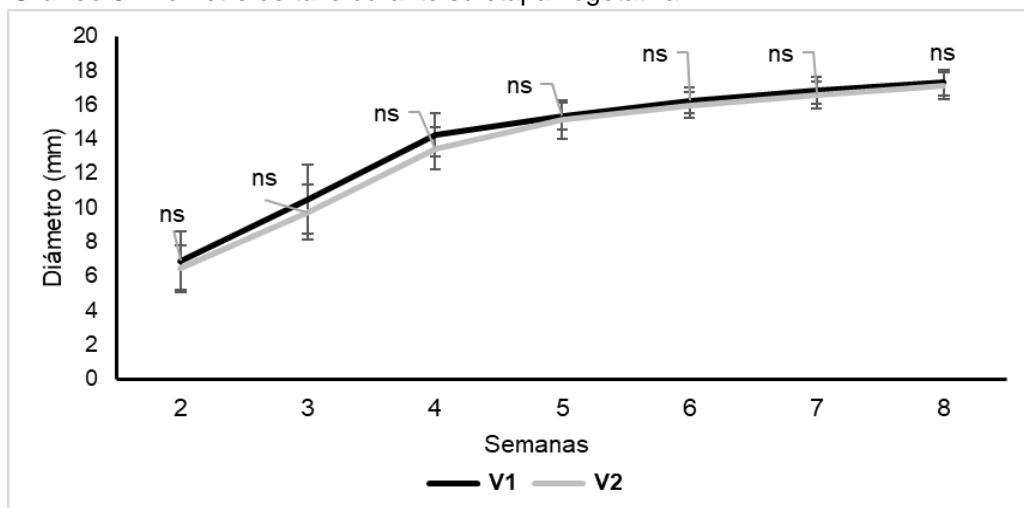
Adicionalmente el tutoreo que se estaba realizando en el invernadero era de tipo español con tutores a 2m tal y como recomienda Godoy y Ortiz (2013) para tipo de tomate indeterminado contrario al tutoreo tipo holandés realizado por Ayala et al. (2022).

En la semana 7 se presentan diferencias significativas lo puede estar relacionado al mayor número de frutos lo que se explicará más adelante. Esta disminución de altura de la V1 puede estar relacionada con la relación fuente/sumidero donde los bioasimilados son enviados a sumidero (fruto) lo cual puede ocasionar una disminución en la altura Ramírez y Nienhuis (2012). De la misma manera esta diferencia previamente relacionada puede ser debido a crecer el fruto y tallo la planta puede doblarse por el peso, por lo contrario que requieren tutorado, de esta forma puede afectar a la altura de la planta (Chavarin, 2016).

#### 4.2 Diámetro del tallo durante su etapa vegetativa durante el experimento.

En el Gráfico 5, se observa el desarrollo del diámetro del tallo durante el experimento. Cabe destacar que no se encontraron diferencias significativas a lo largo del cultivo.

**Gráfico 5.** Diámetro de tallo durante su etapa vegetativa



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

**Elaborado por:** La Autora.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por Pérez y Zeledón (2016), menciona que el tamaño estándar de diámetro del tallo del tomate puede llegar a medir entre 2- 4 cm (20 a 40 mm), encontramos que nuestros diámetros son menores a los que propone. Uno de los posibles

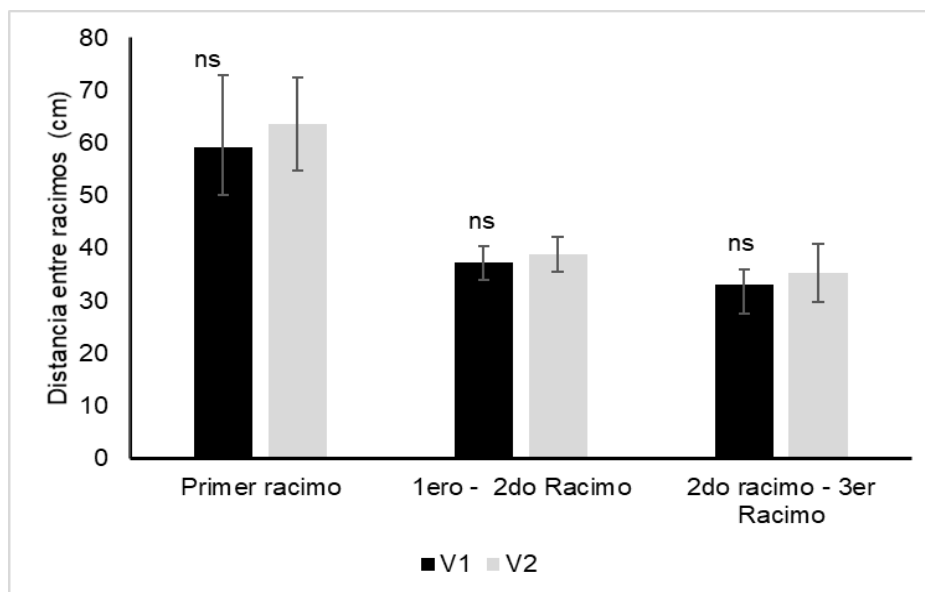
factores que pueden afectar el diámetro del tomate, encontramos temperaturas mayores a los 30°C esto debido a que durante el ciclo del cultivo se obtuvieron temperaturas mayores a la temperatura previamente mencionada (Ortega-Martínez et al., 2010). En cuanto a la humedad relativa no influyó en el diámetro de los tallos durante esa semana ya que Miovich y Miranda (2019) indican que la humedad relativa adecuada para el desarrollo de la planta en el cultivo de tomate cultivado bajo invernadero es de 65 - 85 % y durante la semana 3 la humedad se encontraba en los rangos.

Autores como Mendoza et al. (2018), indican que las variaciones del diámetro del tallo del tomate es porque durante el día la planta reduce el potencial hídrico de los conductores del xilema, esto se debe al desequilibrio entre las condiciones climáticas y la suficiencia absorbente de raíces, lo cual favorece el movimiento lateral desde el floema al xilema y provoca la disminución del tallo después del mediodía, en la noche las plantas recuperan el estado de agua y movimiento del agua es el contrario, es decir que va desde el xilema al floema, esto provoca el hinchamiento del tallo y existen los máximos diámetros del tallo, sin embargo para tomar los datos se realizó en horas de la mañana.

#### **4.3 Distancia entre primer racimo, de uno a dos racimos y de dos y tres racimos**

En el Gráfico 6, se presentan las distancias entre racimos. En la altura al primer racimo se observa que en las dos variedades existe un promedio entre los 59 a los 65 cm de altura, entre la distancia del 1er y el 2do racimo se encuentran rangos aproximados de 35 cm. La distancia del racimo 2do – 3ero en torno a los 33 cm.

**Gráfico 6.** Distancias entre racimos



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

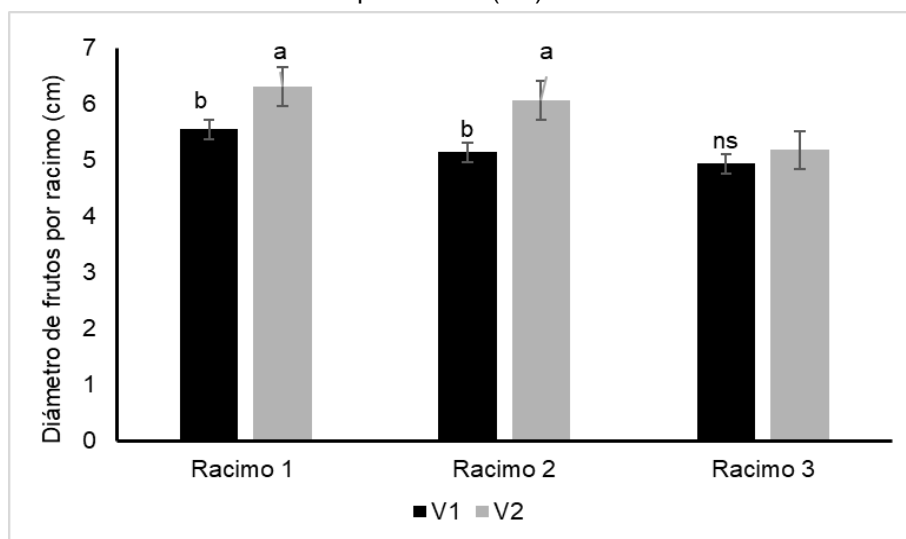
**Elaborado por:** La Autora.

En los resultados entre las distancias de los racimos del estudio realizado no se encontraron diferencias significativas. Comparando nuestros resultados con los de los propuestos por León y Yépez (2008) quienes indican que en las distancias entre racimos se pueden variar desde los 39.54 hasta los 41.15 cm, encontramos valores similares para la distancia del racimo del 1 a 2 y los racimos 2 a 3, sin embargo, en lo que respecta al primer racimo encontramos que son superiores a los propuestos por los autores (V1 59.08 cm y V2 63.6 cm). Estas diferencias pueden estar relacionadas con las características del híbrido, como es el caso específico del tomate híbrido fortuna quien presenta distancias por racimos de 25 a 30 cm (Gedera, 2013) y también puede depender de la interacción del genotipo ambiente en el cual las plantas compiten por nutrientes, luz y otros elementos que requiere el cultivo.

#### 4.4 Diámetro de fruto de primer, segundo y tercer racimo entre las dos variedades

En el Gráfico 7, se observa que el diámetro del fruto del primer racimo y del segundo racimo se presentan diferencias significativas siendo mayor para la V2. En el caso del tercer racimo no existen diferencias significativas.

**Gráfico 7.** Diámetro del fruto por racimo (cm)



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

**Elaborado por:** La Autora.

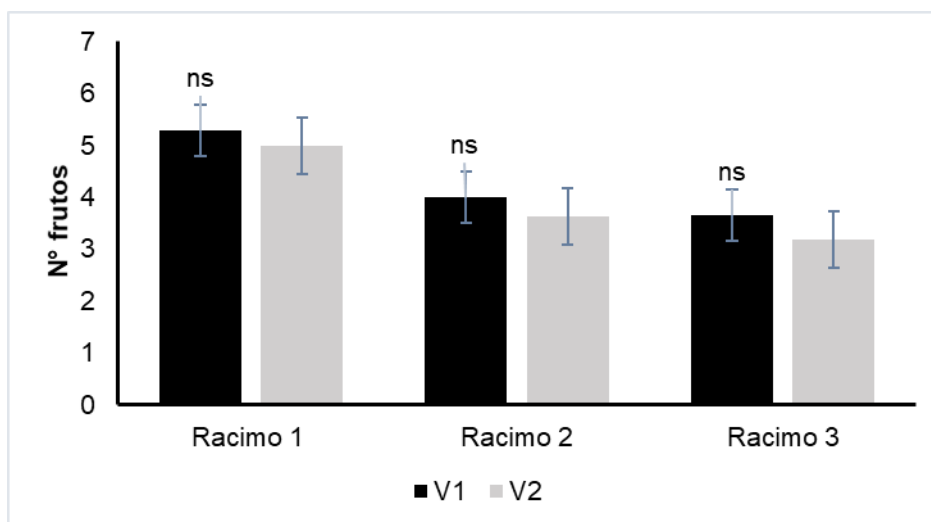
En respuesta al diámetro del fruto, Fornaris (2007) indica que la fruta del tomate puede tener una variación de tamaño desde 0.5 pulgadas (1.27 cm) hasta seis pulgadas (15.24 cm), es decir que las medidas del fruto en los racimos no se sobrepasaron las medidas en centímetros propuestas por el autor. En el racimo uno y dos existieron diferencias significativas lo cual puede atribuirse a que el diámetro de fruto se tomó durante la semana 8 en la cual las plantas se encontraban en desarrollo de fruto. Cabe mencionar que a pesar que las dos variedades no muestran diferencias en las descripciones agronómicas de sus frutos en cuanto a color y forma del fruto (Tabla 4 y 5) pero en cuanto a su diámetro pueden llegar a ser muy distintos (Rodríguez et al. 2001).

Quispe et al. (2022) también indica que en las distintas variedades de tomate presentan características genéticas particulares, en cuanto a su tamaño de frutos lo cual puede ser el efecto en de la diferencia de estas variedades, sin embargo, estos dos híbridos se consideran nuevos en el mercado lo que explica la escasa información en cuanto a sus diámetros y de su comportamiento a lo largo del ciclo del cultivo.

#### 4.5 Número de frutos

En el Gráfico 8, se refleja el número de frutos de las dos variedades en donde se refleja que en el 1er, 2do y 3er racimos no presentan diferencias significativas.

**Gráfico 8.** Número de frutos en los diferentes racimos



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

**Elaborado por:** La Autora.

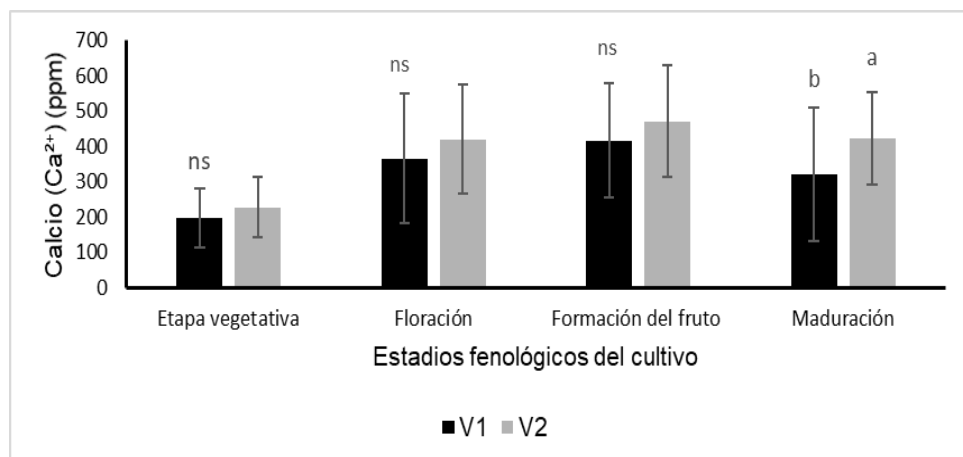
Bugarín et al. (2002) indica que el número de frutos por racimo en la planta de tomate es de aproximadamente cinco o seis, en el Gráfico 8, los valores se encuentran en los rangos citados por el autor. De acuerdo con Velasco et al. (2011), para conseguir la calidad de los frutos, el desarrollo de los frutos se recomienda eliminar uno o dos frutos por racimos que se encuentren recientemente desarrollándose, lo cual puede atribuirse a que el número de frutos por racimo puede variar en la Gráfica 8 ya que al momento del desarrollo de los frutos se podaron algunos de los frutos que crecen se

encontraban en cuaje. Por otro lado, las plantas que no se encuentran podadas presentan mayores racimos florales es decir próximamente mayor número de frutos por racimo (Arébalo et al., 2018).

#### 4.6 Ca<sup>2+</sup> en savia de peciolo en sus distintas etapas fenológicas

En el Gráfico 8, se presentan los resultados del análisis de extracto del peciolo en cuanto a las concentraciones de Ca<sup>2+</sup>, durante su etapa vegetativa, floración, fructificación no se encuentran diferencias significativas. Cabe destacar que en la etapa de maduración existieron diferencias significativas siendo la variedad 2 con un promedio de 422.67 ppm mayor que la variedad 1 con 320.6 ppm.

**Gráfico 9.** Concentraciones de calcio en las diferentes etapas fenológicas de las dos variedades



**ns:** indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .  
**Elaborado por:** La Autora.

Las concentraciones de calcio presentan diferencias significativas, lo cual puede estar relacionado con la variedad, sin embargo, se encontraban en los rangos establecidos por Cadahía (2015) que en los estadios fenológicos presentan estos valores: floración (190 a 260 ppm); fructificación (340 a 490 ppm) y desarrollo del fruto (230 - 700 ppm) presentan. Es importante mencionar que, aunque se encontraron diferencias significativas en la etapa de maduración ambas variedades se encuentran en los niveles óptimos de referencia.

Por otro lado, Salas et al. (2020) indican que el calcio tiende a ser inmóvil por lo cual se coloca en los órganos más viejos ,en cambio los de mayor actividad metabólica son los tejidos que necesitan un mayor aporte, Como las hojas de crecimiento ,flores, frutos y meristemas apicales, las hojas más viejas pueden tener concentraciones normales de calcio, mientras que las jóvenes, frutos pueden presentar deficiencias y es así donde se produce la pudrición apical de la fruta o también conocido "*Blosson end rot*" (Vásquez, 2004), lo que significa que se presentó deficiencia de calcio durante esta etapa de maduración del tomate en el experimento, esta deficiencia puede estar relacionado por las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero y a lo previamente mencionado (Llanderal, 2017).

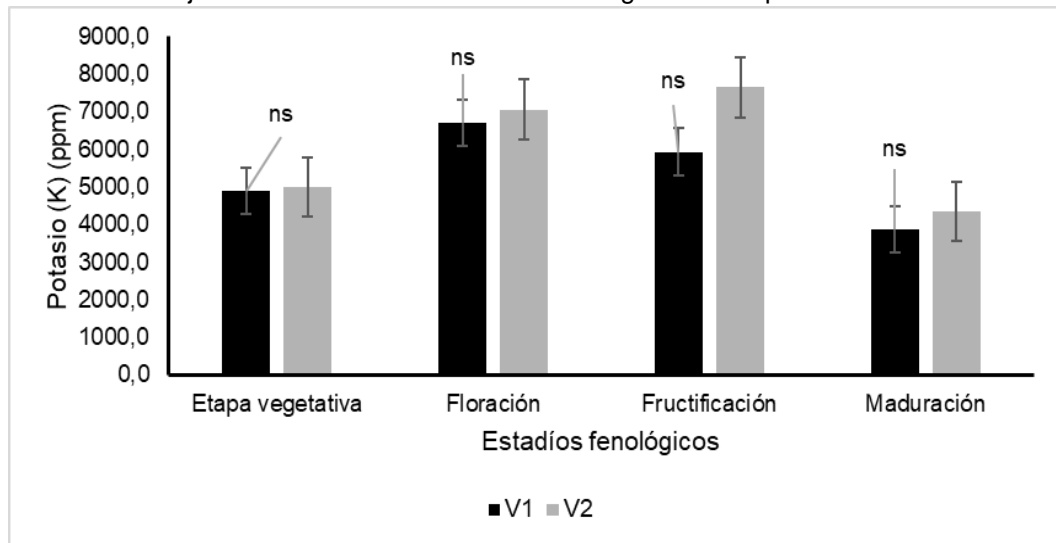
Según Llanderal et al. (2019) las concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$  en los peciolo de las hojas de tomate pueden ser similares en los distintos estadios de madurez de la hoja.

#### **4.7 $\text{K}^+$ en savia de peciolo por etapa fenológica**

En el Gráfico 10, se presenta la concentración de potasio ( $\text{K}^+$ ) en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de tomate, en el que no existen diferencias significativas.



**Gráfico 10.** Concentraciones de Potasio (K) expresadas en ppm en savia del peciolo de hojas de tomate en sus estadios fenológicos en respuesta a la fertilización.



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

**Elaborado por:** La Autora.

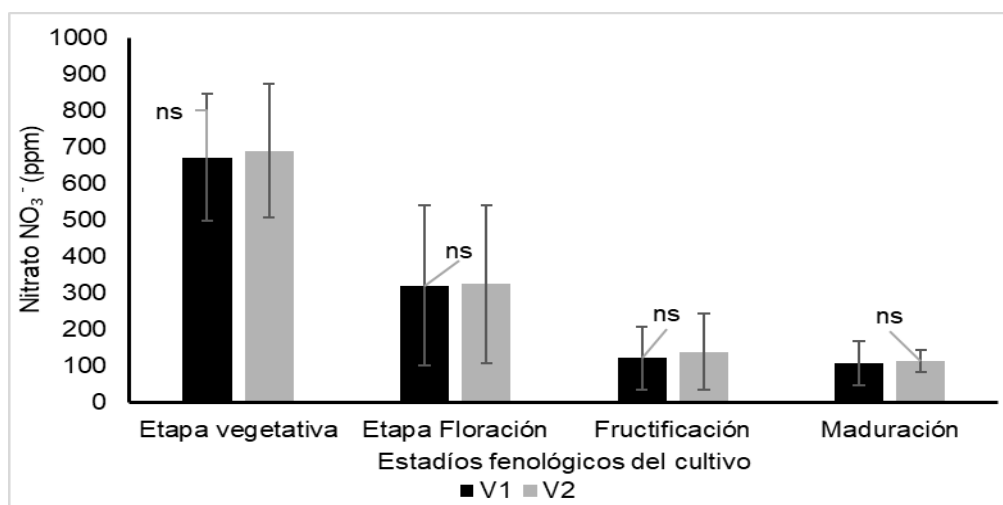
En respuesta a las concentraciones de  $K^+$ . En el potasio no se encontraron diferencias significativas en los diferentes estadios fenológicos, sin embargo, los rangos son superiores a los propuestos por los autores (Hotchmuth y Hothmuth, 2022). El cual indica que del segundo racimo a quinto racimo de frutos de tomate bajo invernadero (etapa de floración) se encuentran entre los valores de 4000 - 5000 ppm, significa que los valores del estudio se encuentran mayores a los valores citados por los dos autores.

Berrueta et al. (2021), indica que los rangos de K que se encuentra con 2 o 3 racimos por planta están entre 3000 ppm es decir en su etapa vegetativa, comparando con los rangos de la investigación durante ese estadio, existen valores mayores, se encuentran de 4883 ppm en la variedad 1 y 5006 ppm en la variedad 2. El exceso de potasio puede estar relacionado con la mineralización del suelo y el aporte de Sulfato potásico (Llanderal et al., 2020).

#### 4.8 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en savia de peciolo por etapa fenológica

En el Gráfico 11, se presentan los valores de concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el que no existieron diferencias significativas en las diferentes etapas fenológicas, Durante la etapa vegetativa existió un incremento mayor a diferencia de las etapas de formación del fruto y maduración que se mantuvieron en los mismos rangos.

**Gráfico 11.** Nitrato en extracto de peciolo de los diferentes estadios fenológicos.



ns: indica no diferencia significativa; letras distintas indica diferencia significativa a  $p < 0.05$ .

Elaborado por: La Autora.

En respuesta a las concentraciones de nitrato en la savia del peciolo no existieron diferencias significativas entre los distintos estadios fenológicos de las variedades, adicionalmente se encuentran por debajo de los rangos de suficiencia (Cadahía, 2015). Según Hochmuth (1994), indica que los valores del trasplante al segundo racimo (etapa vegetativa) son de 1000 - 1200 ppm y del segundo racimo al quinto racimo es de 800 – 1000 ppm, a comparación del Gráfico 10 no cumplen con los rangos establecidos. Así mismo He et al. (1994) reportaron que los niveles de nitrato en peciolo de las hojas de tomate durante su etapa vegetativa pueden ser superiores a 1300 Mg.L<sup>-1</sup>, sin embargo las concentraciones de las variedades 1 y 2 se encuentran en rangos no superiores a 700 ppm es decir que existe un escaso nivel de suficiencia de nitrógeno en la planta.

Por otro lado, Cadahía et al. (2015), indica que en la etapa de floración las concentraciones de nitrato son de 4300-6400 ppm comparando con los rangos de la gráfica se encuentra bajos en ambas variedades.

Durante la etapa de maduración Hochmuth y Hochmuth (2020), indica que la savia del peciolo en tomate puede estar en los rangos de 700 - 900 ppm, sin embargo, los rangos en el Gráfico de ambas variedades se muestran en un rango aproximado de 100 ppm lo cual demuestra una deficiencia de este nutriente.

Por otro lado, el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) se considera un compuesto inorgánico, el cual no fue aplicado durante el manejo del cultivo puesto que el manejo es orgánico también se relaciona con la capacidad de mineralización del suelo. Vega et al (2022), indican que la mineralización está afectada por factores climáticos, materia orgánica, entre factores que se encuentran en el suelo. Con lo anterior mencionado es importante destacar que existe una relación significativa entre las concentraciones de nitrato en suelo y el de peciolo (Llanderal et al., 2020), lo que supone bajas concentraciones de este elemento en el suelo.

#### **4.9 Costos del experimento**

En cuanto al total de costos de este experimento fue un total de USD 209,78. En el cual se incluyen materiales de laboratorio, transporte y materiales utilizados para la medición de los parámetros morfológicos.

En la Tabla 14, son detallados los costos de los insumos utilizados durante el experimento.

**Tabla 14.** Costos totales del experimento

<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Costos</b>
Fundas de ziploc (paquetes de 25 fundas), Etiquetas, Agua destilada	USD 15.65
Guantes, Paño para laboratorio, Hoja de tabla de datos	
<b>Materiales para mediciones</b>	
Cina métrica, calibrador, flexómetro, guantes, tijera de poda, impresiones de tablas para tomar datos	USD 24.18
Transporte	USD 170
<b>Total</b>	<b>USD 209.78</b>

**Elaborado por:** La Autora.

En la Tabla 15, se detallan los costos financiados por la empresa durante el experimento.

**Tabla 15.** Costos financiados por la empresa durante el experimento.

<b>Insumos</b>	<b>Costos</b>
5 MBP Dosis (100g)	USD 150
3 sacos biofertilizante	USD 78
Semillas (híbridos)	USD 440
1 saco de cal	USD 21
Transporte	USD 110.23
<b>Total</b>	<b>USD 799.23</b>

**Elaborado por:** La Autora.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Para las variables morfológicas (diámetro del tallo, distancias entre racimos y N° de frutos) en el crecimiento vegetativo las dos variedades fueron similares entre sí. En cambio, para la variable de diámetro del fruto y Altura si presentaron diferencias significativas.
- Para las variables nutricionales se concluyó que en las concentraciones de potasio y nitrato no existen diferencias significativas, sin embargo, en la concentración de calcio durante la etapa de maduración se encontraron diferencias significativas, cabe destacar que se encuentra en los niveles de suficiencia.

### **5.2 Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede recomendar lo siguiente:

- El análisis de savia de peciolo para los cultivos de tomate bajo invernadero ayuda a observar si los niveles de nutrientes son los adecuados para el cultivo, sin embargo, se requiere generar niveles para la zona y para un cultivo orgánico.
- Con los resultados de la morfología de las dos variedades no se puede dar una recomendación de que variedad se podría utilizar porque no se ha terminado el ciclo del cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A., Justibró, X. y González, L. (2006). Bases prácticas para optimizar la asimilación del calcio. *Fruticultura profesional*, ISSN 1131-5660, N° 161. Págs. 49-60.
- Allende, C., Salinas, P., Rodríguez, A., Olivares, P., Riquelme, S., Antúnez, B. y Felmer, E. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)., 16-18.
- Álvarez, E. (2018). Cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*).
- Arévalo-Madrigal, M., Mérida-Reyes, J., Escalante - Gonzalez, J., Yáñez-Coutino, J. y Osorio - Hernández, E. (2018). Efecto de podas tempranas en tomate (*Solanum lycopersicum*) var. Ramses para la formación de plantas con dos tallos. *Agro Productividad*, 11(10).
- Ávila, M. y Casado, G. (2021). Ecuador perspectives of the past, present and future, A Multi-Criteria Approach to Social Evolution. Protected Horticulture of Ecuador. Cap 7. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. ISBN: 978-1-53619-533-0 (eBook). Published by Nova Science Publishers, Inc.
- Ayala-Contreras C., González-Fuentes J., Zermeño-González A., Benavides-Mendoza A., Peña-Ramos F. y Hernández-Mauriri J. (2022) Respuesta fisiológica y productiva de tomate en un sistema NTF modificado tipo carrete. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(2): e3361.
- Baudoin, W., Nono-Womdim, R., Lualadio, N., y Hodder, B. (2013) A. *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops: Principles for Mediterranean Climate Areas*; Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations: Rome, Italy, p. 616.
- Bawden, J. (2019). Cómo sembrar, cultivar y cosechar tomates. GARDENTECH:<https://www.gardentech.com/es/blog/garden-and-lawn-protection-protection/easy-steps-to-grow-your-own-tomatoes>

- Bayomi, K., Abdel-Baset, A., Nasar, S. y Al-Kady, A. (2020). Performance of some tomato genotypes under greenhouse conditions. *Egyptian Journal of Desert Research*. 70(1): 1-10.
- Benincasa, P., Beccafichi, C., Guiducci, M. y Tei, F. (2006). Source-sink relationship in processing tomato as affected by fruit load and Nitrogen availability. *ACTA HORTICULTURAE*, 700: 63-66 ISSN 0567-7572. ISBN 90 6605 260 0. Disponible en: [https://www.actahort.org/books/700/700\\_5.htm](https://www.actahort.org/books/700/700_5.htm)
- Berrueta, C., Grasso, R., Giménez, G., Bentacur, J., Rivero, D. y Falero, M. (2021). Análisis de savia para la determinación rápida del nivel de potasio, nitrato y calcio en el campo. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16156/1/Revista-INIA-67-Dic-2021-13.pdf>
- Blanca, J., Cañizares, J., Cordero, L., Pascual, L., Diez, M. J., y Nuez, F. (2012). Variation revealed by SNP genotyping and morphology provides insight into the origin of the tomato. *PloS one*, 7(10), e48198.
- Boulard, T., Kittas, C., Roy, J. y Wang, S. (2018). Convective and ventilation transfers in greenhouses Part II: Determination of the Distributed Greenhouse Climate, *BiosystemsEngineering*.83(2):129-147.
- Bouzo, C., y Astegiano, E. (2012). Efectos de diferentes agro ecosistemas en la dinámica de nitrógeno, fósforo y potasio en un cultivo de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(5), 907-924.
- Bugarín, M., Galvis, S., Sánchez, G. y García, P. (2002) . Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *TERRA Latinoamericana*. 20(4): 401–409.
- Cabrera, F. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Univ. Nacional de Colombia.
- Cadahía, C. (2015). El análisis de savia como índice de fertilización para las plantas de tomate. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/53938/1/5322355491.pdf>
- Capua. (2011). Estructura e instalaciones de un invernadero. s.l., s.e

- Chavarin L. (2016). Manual de Tutorio de solánaceas con Hortomallas.
- Cherif, A., y Verheggen, F. (2019). A review of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) host plants and their impact on management strategies. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(4).
- Del Pino, M. (2020). Guía Didáctica: Cultivo y Manejo del Cultivo de Tomate Fresco. Curso de Horticultura y Floricultura. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Del Pino, M. (2022). Guía didáctica: cultivo y manejo del cultivo de tomate fresco. CURSO DE HORTICULTURA Y FLORICULTURA. Universidad Nacional De La Plata.
- FAOSTAT. (2022). Cultivos y productos de ganadería. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la Agricultura. fao.org. Disponible en: fao.org: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Flores, A., Gutiérrez, C., Saldaña , N., Saldaña , A., y Saldaña , A. (2018). Estudio de las estrategias para la gestión del clima en invernaderos de baja tecnología en climas cálidos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE21), 4383-4394.
- Gamboa, S. (2022) Guía didáctica-, cultivos protegidos. Facultad de Ciencias agrarias y Forestales. Universidad Nacional De La Plata.
- Gedera, Z. (2013). IsraelAgri. Israeli Agriculture International Portal. Disponible en: <https://israelagri.com/agrotech-index/zeraim-gedera/>
- Geraldson C M., y Tyler, K. (1990) Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. *Soil Testing and Plant Analysis*, 3, 549-562.
- Geraud-Pouey, F., Contreras, N., Geraud-Chirinos, J. (2022). *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae), evolución como plaga y un método para evaluar sus poblaciones en tomate. *Revista Colombiana de Entomología* 48 (1).
- Godoy R. y Ortiz, P. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>



- Goldarazena, A. (2015). Clase insecta orden thysanoptera. Revista IDE@A-SEA, 1-20p.
- Gorini, F. (2018). Guía completa del cultivo de tomate. Editorial De Vechi,S.A. ISBN: 978-1-68325-585-7.
- Guzmán, A., Corradini, F., Martínez, J., y Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre.
- Haifa, G. (2014). Recomendaciones nutricionales para tomate. *Recuperado de [https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Tomate\\_2014.pdf](https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Tomate_2014.pdf)*.
- Halbrooks, M. y Wilcox, G. (1980). Tomato plant development and elemental accumulation. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 105:826-828.
- He Y Q, S Terabayashi, T Namiki, Y Q He (1994) Fundamental study for diagnosis on nutrient status of tomatoes cultured in hydroponics—concentration of elements in leaves as influenced by nitrate feeding. Scientific Rep. Kyoto Prefectural University, Agriculture 46:7-14.
- Hochmuth, G., y Hochmuth, R. (2022). Plant Petiole Sap-Testing for Vegetable Crops: CV004/CIR1144, rev. 5/2022. *EDIS*, 2022(3).
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) (2021). Características meteorológicas de la provincia de Santa Elena. Disponible en: <https://www.gob.ec/inamhi>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2016). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/.../espac/espac2016/Indice%20de%20publicacion%20ESPAC>
- INIAP (2008). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Guía Técnica de Cultivos (Aida Villavicencio, Wilson Vásquez ed.). Quito: INIAP.
- Intagri, (2020). Extracto Celular de Peciolo.
- Intagri. (2021). El cultivo de tomate. Intagri.

- Jafari, F., Mostowfizadeh-Ghalefarsa, R., Safaiefarahani, B., y Burgess, T. (2020). Potential host range of four Phytophthora interspecific hybrids from clade 8a. *Plant Pathology*, 69(7), 1281-1290.
- Jano, F. (2006) "Cultivo y Producción de Tomate". Ed. Ripalme. Lima, Perú.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. (2007). Manual técnico: buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea).
- Jarrin, G. (2014). EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA Y LA PROFUNDIDAD DE APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO EN DOS VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum Mill*). TUMBACO, PICHINCHA. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2493/1/T-UCE-0004-60.pdf>
- Larín, M., Díaz, L. y Serrano, R. (2018). Cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*). El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal "Enrique Álvarez Córdova". [http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa\\_Tomate%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf)
- Larios, E., Valdovinos, J., Chan, W., García, F., Manzo, G., y Buenrostro, M. (2019). Biocontrol de *Damping off* y promoción del crecimiento vegetativo en plantas de *Capsicum chinense* (Jacq) con *Trichoderma* spp. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(3), 471-483.
- Lenscak, M. y Iglesias, N. (2019). Invernaderos: tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino. (del paralelo 23 al 54). INTA Ediciones.
- Llenderal, A. (2017). Study of diagnostic methods and evaluation of nutritional parameters in the intensive horticulture cropping systems as basis for a sustainable management of the fertigation. Ph.D. Thesis, University of Almeria, La Canada, Spain.
- Llenderal, A., García-Caparrós, P., Contreras, J., Lao, M., Segura, M. (2019) La savia como herramienta de diagnóstico nutricional para mejorar la

gestión del fertirriego en cultivos hortícolas. I Jornadas de Transferencia Hortofrutícola de CIAIMBITAL. Pp. 193-209. ISBN: 978-84-16389-98-8

- Llenderal, A., García-Caparrós, P., Pérez-Alonso, J., Contreras, J. I., Segura, M. L., Reca, J., y Lao, M. T. (2020). Approach to petiole sap nutritional diagnosis method by empirical model based on climatic and growth parameters. *Agronomy*, 10(2), 188.
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).
- Lugo, M. (2007). Malezas. Conjunto tecnológico para la producción de Tomate de Ensalada. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayaguez – Colegio de Ciencias Agrícolas. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2017). Sistema de información agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Coordinación general del sistema de Información Nacional.
- MAG. (2021). Boletín situacional cultivo de tomate riñón. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Coordinación general del sistema de Información Nacional.
- Mamani, J. y Rivera, F. (2022). Plagas y enfermedades del cerco vivo en especies representativas del Humedal Los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *South Sustainability*, 3(1). e048.
- Matallana G. y Montero C. (1995). Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Mendoza, P., Ramírez, A., Ojeda, B., Trejo, L., López, O., Quevedo, N. y Martínez, R. (2018). Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to water consumption, leaf area and yield with respect to the number of stems in the greenhouse. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 50(2):87-104.
- Mendoza-Pérez C, Ramírez-Ayala C, Martínez-Ruiz A, Rubiños-Panta J., Trejo C. y Vargas - Orozco A. (2018). Efecto de número de tallos en la producción y calidad de jitomate cultivado en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9: 355-366.

- Miovich, C. y Miranda, T. (2019). Diseño e implementación de un sistema electrónico de control basado en FPGA, para las condiciones climáticas de un invernadero para el cultivo de tomate en la ciudad de Tacna. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 1(1), 96-106.
- Molina, N. (2017). Producción Hortícola Correntina Análisis técnico y económico del tomate en la campaña 2017. Buenos Aires, Argentina: Publicación Técnica nº 40. INTA - estación experimental agropecuaria bella vista. Centro regional corrientes. ISSN 1515-9299.
- Mollinedo, V., Mariotti, J. y Borquez, A. (2018). Evaluación de marco de plantación y densidad de plantas en tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo cubierta.
- Morales-Guevara, D., Rodríguez-Larramendi, L., Dell'Amico - Rodríguez, J., Jerez-Mompie, E., y Estrada-Prado, W. (2018). Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos tropicales*, 39(3), 41-48.
- Pérez, A., y Zeledón, M. (2016). Segundo Congreso Nacional del Cultivo de Tomate. MAG: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/A50-5910.pdf>
- Pérez, F., Arévalo, M., Pérez, L., Lobato, R., y Ramírez, M. (2020). Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1).
- Pérez, J., Hurtado G., Aparicio, V., Argueta, Q. y Larín, M. (2002). Guía técnica, Cultivo de Tomate, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Y Forestal, San Salvador.
- Philoseed. (2020). Segmentos de productos. Disponible en: <https://philoseed.com/product/abm-156-beef/>
- Pino, M., Campos, A., Saavedra, J., Álvarez, F., Salazar, C., Hernández, C., Soto, S., Estay, P., Vitta, N., Escaff, M., Pabón, C. y Zamora, O. (2018). Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. *Boletín INIA* N° 360, 110 p.

- Putra, A. y Yuliando, H. (2015). Soilless Culture System to Support Water Use Efficiency and Product Quality: A Review. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3(1), 283-288.
- Quispe, G., Rojas, S. y Maydana, A. (2022). Diversidad morfológica de fruto de una colección de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) mediante fenotipado basado en imágenes digitales.
- Ramírez-Vargas, C., y Nienhuis, J. (2012). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 25(1), ág-3.
- Rodríguez, N. (2018). *Mantenimiento y manejo de invernaderos. AGAH0108*. IC Editorial.
- Rodríguez, R., Tabares, J., y Medina, J. (2001). Cultivo moderno del tomate. (2ª.ed.). España: Mundi-Prensa.
- Salas, C., Quiroz, C. y Puelles, J. (2016). Pulgones. Plagas de tomate. Chile. *Agricultura Técnica*.
- Salas-Rivera, R., Valdez-Aguilar, L., Alvarado-Camarillo, D., Rascón-Alvarado, E., Peña-Ramos, F., y González-Fuentes, J. (2020). Balance potasio: calcio, relación con el déficit de presión de vapor y la radiación fotosintéticamente activa en tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 301-311.
- Salcedo, G., Lao, M., Reza, J. y Pérez, M. (2018). *CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE INVERNADEROS: Estudio de la demanda hídrica y nutricional del pepino (Cucumis sativus L.) en el trópico ecuatoriano*. ISBN:978-9942-30-744-6.
- Schwarz, D., Thompson, A. y Kläring, H. (2014). Guidelines to use tomato in experiments with a controlled environment. *Frontiers in Plant Science*, 5, 625.
- Solorzano, L. (1979) Una aproximación a las relaciones nutricionales desde el enfoque de la estequiometría ecológica. /J. Flórez; A. Fernández; D. Miranda; B. Chávez y J. M. Guzmán. En: *Avances sobre fertirriego en*

- la floricultura colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 179-190 p.
- Thompson, R., Fernández, M., Cánovas, G. y Gallardo, M., (2018). Mejora en la eficiencia del uso de agua y fertilizantes en agricultura. Aplicaciones prácticas de los sistemas de análisis rápidos de nutrientes para mejorar el manejo del nitrógeno en cultivos de invernadero. 181-202.
- Valiente, J., Quispe, S., Tapia, W., Julca-Otiniano, A., Saenz, M. y Sanchez, T. (2020). Prodiplosis longifila Gagné (*Diptera: Cecidomyiidae*) in asparagus (*Asparagus officinalis*) crop in Chavimochic Irrigation Project. *Peruvian Journal of Agronomy*, 4(3), 75-81
- Varela, A. (2018). Estudio de la producción y comercialización del tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum*) en el cantón pimampiro, de la provincia de Imbabura (Bachelor's thesis).
- Vázquez, J., Pérez, J., Callejón, A. J., y Carreño, A. (2011). Diseño de un nuevo capitel para invernaderos multitúnel. *Informes de la Construcción*, 63(521), 47-56.
- Vega, L., Márques, K., Figueroa, J., Álvarez, I, Asado, A. y Vangeli, S. (2022). Potencial de mineralización de Nitrógeno de suelos del valle interandino de Huánuco. *Producción+ Limpia*, 17(1), 148-168.
- Vidal, E., Alvarez, J., Araus, V., Riveras, E., Brooks, M., Krouk, G., Ruffel, S., Lejay, I., Crawford, N., Coruzzi, G., y Gutiérrez, R (2020). Nitrate in 2020: thirty years from transport to signalling networks. *The Plant Cell*, 32 (7), 2094–2119.
- Wahid, A., Gelani S., Ahsraf M., y Fooland M. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environ. Exp. Bot.* 61:199-223.
- Wang, Y., Cheng, Y., Chen, K. y Tsay, Y. (2018). Nitrate Transport, Signaling, and Use Efficiency. *Annual review of plant biology*, 69, 85–122.
- Yáñez, C., Racines, M., Sangoquiza, C., Cuesta, X., (2018). Artículos del Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 13 y 14 de junio de 2018. Quito, Ecuador. Pp. 204.

Yara (2022). Producción mundial de tomates. Disponible en:  
<https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/tomate/produccion-mundial-de-tomates/>

Zeidan, O.(2005). Tomato production under protected conditions. CINADCO , the center for International Cooperación al desarrollo Agrario del Ministerio de Relaciones Exteriores y el Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural.p.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Plántulas para trasplante de los dos híbridos de tomate



**Anexo 2.** Primer trasplante de plántulas de tomate





**Anexo 3. Segundo trasplante de plántulas de tomate**



**Anexo 4. Toma de datos de parámetros morfológicos**



**Anexo 5. Laboreo cultural (Poda y tutoreo)**



**Anexo 6. Medición del calibre del fruto**



**Anexo 7.** Recolección de hojas recientemente maduras durante su etapa de maduración



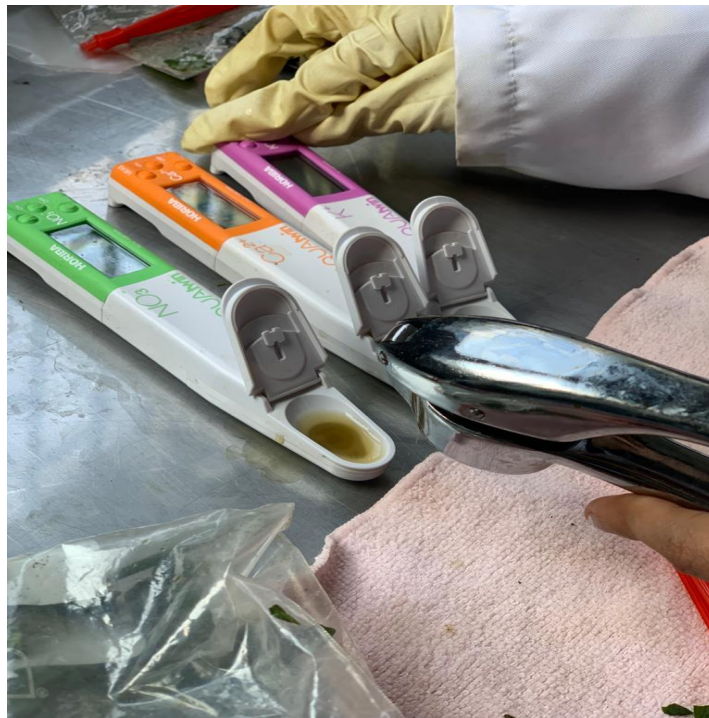
**Anexo 8.** Medidores de potasio, nitrato y calcio



**Anexo 9. Análisis de savia en el laboratorio**



**Anexo 10. Extracto de savia del peciolo con prensa**



**Anexo 11.** Frutos con deficiencia de calcio



**Anexo 12.** Mal cuaje de frutos durante su etapa de fructificación





## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **Acosta Chapi, Judith Topacio**, con C.C: # 20001219 autora del **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo invernadero en La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena**, previo a la obtención del título de **Ingeniería Agropecuaria** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 13 de febrero de 2023**

---

Nombre: **Acosta Chapi, Judith Topacio**  
C.C: **2000121943**



## FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Evaluación morfológica y nutricional de dos híbridos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), bajo invernadero en La Hacienda La Piedad, prov. de Santa Elena		
<b>AUTOR(ES)</b>	Judith Topacio Acosta Chapi		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Lcdo. Alfonso Llanderal Quiroz, Ph. D.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Carrera de Agropecuaria		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniera Agropecuaria		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de febrero de 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	56 páginas
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Agricultura protegida, variedades de tomate		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Fenología, Macronutrientes, Muestras, Savia, Peciolo, Variedades.		
<b>RESUMEN:</b>	<p>El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros morfológicos y nutricionales (análisis de savia) de dos híbridos de tomate en invernadero, el estudio se realizó en la hacienda la Piedad Prov. Santa Elena. El diseño experimental fue por bloques completamente al azar con dos tratamientos y con 10 repeticiones por bloque. Las variables morfológicas (Altura total, distancia entre racimos, diámetro del fruto, número de frutos y diámetro del tallo) y análisis de savia (nitrato, calcio y potasio) se evaluaron semanalmente. El análisis estadístico fue un ANOVA y un test de mínimas diferencias significativas. Como resultado se obtuvo que las variables morfológicas (diámetro de tallo, distancias entre racimos y número de frutos) no se encontraron diferencias significativas. Las variables de diámetro del fruto y altura si presentaron diferencias significativas. En las variables nutricionales potasio y nitrato no existen diferencias significativas, sin embargo, la concentración de calcio durante la etapa de maduración se encontraron diferencias significativas las cuales pueden estar relacionadas con las características de las variedades, pero ambas se encuentran dentro de los niveles de suficiencia recomendados.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 991633509	<b>E-mail:</b> topacio_a2000@hotmail.com / judith.acosta@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.		
	<b>Teléfono:</b> +593 987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			