

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE AGROPECUARIA



**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE RIÑÓN  
(*Solanum lycopersicum* L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN CHALTURA,  
ECUADOR”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

**AUTORA:**

Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima

**DIRECTOR:**

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

Ibarra, 2024

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

## “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN CHALTURA, ECUADOR”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Miguel Gómez, MSc.

**DIRECTOR**



FIRMA

Ing. Jefferson Andrade, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO    |  |
|----------------------|--|
| Cédula de identidad: | 100412302-0  |
| Apellidos y nombres: | Méndez Gavilima Nayeli Elizabeth   |
| Dirección:           | Ibarra   |
| Email:               | <a href="mailto:nayeli30mendez15@gmail.com">nayeli30mendez15@gmail.com</a> |
| Teléfono fijo:       | 0988000022   |

| DATOS DE LA OBRA            |   |
|-----------------------------|---|
| Título:                     | "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE RIÑÓN ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN CHALTURA, ECUADOR" |
| Autor:                      | Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima  |
| Fecha:                      | 25/07/2024  |
| Solo para trabajos de grado |   |
| Programa                    | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO  |
| Título por el que opta      | Ingeniera Agropecuaria  |
| Director                    | Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas,<br>MSc.  |

## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima, con cédula de ciudadanía Nro. 100412302-0, en calidad y titular de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital, Autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 29 días del mes de julio de 2024

LA AUTORA

Firma:  .....

Nombre: Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de julio de 2024

LA AUTORA

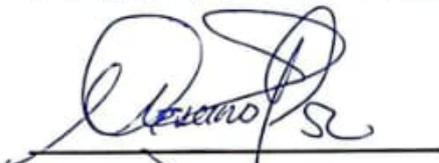
Firma:  .....

Nombre: Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 25 días del mes de julio de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Gómez', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. Miguel Gómez, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 25 días del mes de julio del 2024

**Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima:** "EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN CHALTURA, ECUADOR"

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 25 días del mes de julio de 2024, 70 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la producción de plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) bajo aplicaciones de melaza en Chaltura, Ecuador.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el efecto de las aplicaciones de melaza sobre el crecimiento de plántulas de tomate.
- Valorar la influencia de diferentes dosis de melaza en la morfología de plántulas de tomate.



Ing. Miguel Gómez, MSc.

**Director de Trabajo de Grado**



Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima

**Autora**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios y a mi familia por nunca desampararme y estar en cada paso de mi vida*

*A mi hermano Wilmer por ser el motor principal de culminar mi carrera universitaria*

*A mi persona especial y amigos que siempre me apoyaron y me impulsaron para que siga adelante y por siempre darme ánimos durante este largo trayecto.*

*A mi director de tesis Ing. Miguel Gómez y trabajadores de la Granja La Pradera por las enseñanzas y aprendizajes que han logrado que pueda formarme una gran profesional.*

*Nayeli Méndez*

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Mariana Gavilima y Polivio Méndez por siempre estar presentes en las buenas y en las malas, brindándome su cariño y apoyo incondicional.*

*A mi hermano, que no está presente físicamente, pero ha sido el principal motivo para poder seguir adelante y nunca desmayar.*

*A mis hermanos Daniela y Maykel que me entregaron su apoyo y motivación día a día.*

*Nayeli Méndez*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....                              | <b>9</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                 | <b>13</b> |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....                                  | <b>14</b> |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....                                  | <b>14</b> |
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>15</b> |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                      | <b>17</b> |
| <b>1.1 Antecedentes</b> .....                                  | <b>17</b> |
| 1.2 Problema .....   | 18        |
| 1.3 Justificación .....  | 19        |
| 1.4 Objetivos .....  | 19        |
| 1.4.1 Objetivo general.....                                    | 19        |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....                              | 20        |
| 1.5 Hipótesis .....  | 20        |
| 1.5.1 Hipótesis nula.....                                      | 20        |
| 1.5.2 Hipótesis alternativa.....                               | 20        |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                                       | <b>21</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                                     | <b>21</b> |
| 2.1 Cultivo de tomate.....                                     | 21        |
| 2.1.1 Taxonomía .....  | 21        |
| 2.1.2 Variedad del Tomate - Zodiac .....                       | 22        |
| 2.3 Exigencias del Microclima .....                            | 22        |
| 2.3.1 Temperatura .....  | 22        |
| 2.3.2 CO <sub>2</sub> .....                                    | 22        |
| 2.3.3 Humedad relativa .....                                   | 23        |
| 2.3.4 Radiación .....  | 23        |
| 2.4 Producción bajo vivero .....                               | 23        |
| 2.5 Conceptos fisiológicos aplicados en la investigación ..... | 24        |
| 2.5.1 Fotosíntesis .....                                       | 24        |
| 2.5.2 Relación fuente sumidero .....                           | 24        |
| 2.6 Fuentes de Carbono.....                                    | 25        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6.1 Melaza.....                                      | 25        |
| 2.6.2 Composición de la Melaza.....                    | 26        |
| 2.7 Marco Legal .....                                  | 27        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>                        | <b>28</b> |
| 3.1 Descripción del área de estudio .....              | 28        |
| 3.2 Ubicación de área de estudio .....                 | 28        |
| 3.3 Materiales.....                                    | 29        |
| 3.4 Métodos.....                                       | 30        |
| 3.5 Factores en estudio.....                           | 30        |
| 3.6 Diseño experimental .....                          | 30        |
| 3.7 Características del experimento .....              | 31        |
| 3.8 Características de la Unidad Experimental .....    | 31        |
| 3.9 Variables a evaluar.....                           | 32        |
| 3.9.1 Peso seco total.....                             | 32        |
| 3.9.2 Peso seco del tallo .....                        | 32        |
| 3.9.3 Peso seco de la hoja .....                       | 33        |
| 3.9.4 Peso seco de la raíz .....                       | 34        |
| 3.9.5 Área foliar .....                                | 34        |
| 3.9.6 Longitud de hipocótilo.....                      | 35        |
| 3.9.7 Longitud total de la plántula .....              | 35        |
| 3.9.8 Longitud de la raíz .....                        | 36        |
| 3.9.9 Grosor del tallo .....                           | 36        |
| 3.10 Manejo del experimento .....                      | 36        |
| 3.10.1 Obtención de semillas .....                     | 36        |
| 3.10.2 Preparación de sustrato .....                   | 37        |
| 3.10.3 Colocación de las semillas en las bandejas..... | 37        |
| 3.10.4 Distribución de bandejas en el vivero .....     | 38        |
| 3.10.5 Concentraciones de melaza .....                 | 38        |
| 3.10.6 Aplicación de melaza.....                       | 39        |
| 3.10.7 Fertilización .....                             | 40        |
| 3.10.8 Riego.....                                      | 41        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.10.9 Evaluaciones .....                  | 41        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>                   | <b>43</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>        | <b>43</b> |
| 4.1 Materia seca total .....               | 43        |
| 4.2 Peso seco raíz.....                    | 45        |
| 4.3 Peso seco del tallo.....               | 48        |
| 4.4 Peso seco de la hoja .....             | 50        |
| 4.5 Grosor del tallo .....                 | 52        |
| 4.6 Longitud de raíz .....                 | 53        |
| 4.7 Longitud de hipocótilo.....            | 54        |
| 4.8 Área foliar .....                      | 55        |
| 4.9 Longitud total.....                    | 56        |
| <b>CAPÍTULO V.....</b>                     | <b>58</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b> | <b>58</b> |
| 5.1 Conclusiones .....                     | 58        |
| 5.2 Recomendaciones .....                  | 58        |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                    | <b>59</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                         | <b>63</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> <i>Tomate, Zodiac F1</i> .....  | 22 |
| <b>Figura 2</b> <i>Transporte de azúcar a las células fuente a las células sumidero</i> ..... | 25 |
| <b>Figura 3</b> <i>Mapa de ubicación del área de estudio</i> .....                            | 28 |
| <b>Figura 4</b> <i>Área del experimento con un diseño en bloques completos al azar</i> .....  | 31 |
| <b>Figura 5</b> <i>Unidad Experimental</i> .....  | 31 |
| <b>Figura 6</b> <i>Medición de peso seco total de la planta</i> .....                         | 32 |
| <b>Figura 7</b> <i>Peso seco del tallo</i> .....  | 33 |
| <b>Figura 8</b> <i>Peso seco de las hojas</i> .....   | 33 |
| <b>Figura 9</b> <i>Peso seco de la raíz</i> .....   | 34 |
| <b>Figura 10</b> <i>Medición de Área Foliar</i> .....   | 34 |
| <b>Figura 11</b> <i>Medición del hipocótilo</i> .....   | 35 |
| <b>Figura 12</b> <i>Medición de longitud total de la plántula</i> .....                       | 35 |
| <b>Figura 13</b> <i>Medición del diámetro del tallo</i> .....                                 | 36 |
| <b>Figura 14</b> <i>Semillas de Tomate Zodiac F1 (Híbrida)</i> .....                          | 36 |
| <b>Figura 15</b> <i>Elaboración de sustrato y llenado</i> .....                               | 37 |
| <b>Figura 16</b> <i>Colocación de semillas en las bandejas</i> .....                          | 37 |
| <b>Figura 17</b> <i>Colocación de semillas en las bandejas</i> .....                          | 38 |
| <b>Figura 18</b> <i>Diferentes pesos de melaza para la aplicación</i> .....                   | 39 |
| <b>Figura 19</b> <i>Plántulas listas para ser evaluadas</i> .....                             | 42 |
| <b>Figura 20</b> <i>Peso seco total de plántulas de tomate</i> .....                          | 44 |
| <b>Figura 21</b> <i>Peso seco de la raíz de plántulas de tomate</i> .....                     | 47 |
| <b>Figura 22</b> <i>Peso seco del tallo en plántulas de tomate</i> .....                      | 49 |
| <b>Figura 23</b> <i>Peso seco de la hoja en plántulas de tomate</i> .....                     | 51 |
| <b>Figura 24</b> <i>Grosor del tallo en plántulas de tomate</i> .....                         | 52 |
| <b>Figura 25</b> <i>Longitud de raíz en plántulas de tomate</i> .....                         | 53 |
| <b>Figura 26</b> <i>Longitud de hipocótilo en plántulas de tomate</i> .....                   | 54 |
| <b>Figura 27</b> <i>Área foliar en plántulas de tomate</i> .....                              | 55 |
| <b>Figura 28</b> <i>Longitud total en plántulas de tomate</i> .....                           | 56 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> <i>Taxonomía del tomate de riñón</i> -----   | 21 |
| <b>Tabla 2</b> <i>Composición nutricional de la melaza</i> -----                                    | 26 |
| <b>Tabla 3</b> <i>Ubicación geográfica del estudio</i> -----  | 29 |
| <b>Tabla 4</b> <i>Materiales, equipos e insumos</i> -----   | 29 |
| <b>Tabla 5</b> <i>Recomendaciones de Nutrientes en Tomate</i> -----                                 | 40 |
| <b>Tabla 6</b> <i>Sales minerales utilizadas para la solución nutritiva</i> -----                   | 41 |
| <b>Tabla 7</b> <i>Análisis de varianza para la variable materia seca total de la planta</i> -----   | 43 |
| <b>Tabla 8</b> <i>Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz de la planta</i> ----- | 45 |
| <b>Tabla 9</b> <i>Análisis de varianza para la variable peso seco del tallo de la planta</i> -----  | 48 |
| <b>Tabla 10</b> <i>Análisis de varianza para la variable peso seco hoja de la planta</i> -----      | 50 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 1</b> <i>Análisis de sacarosa correspondiente a la muestra de melaza utilizada en la investigación</i> ..... | 63 |
| <b>Anexo 2</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de peso seco total</i> .....                                    | 64 |
| <b>Anexo 3</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de peso seco raíz</i> .....                                     | 65 |
| <b>Anexo 4</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de peso seco de la hoja</i> .....                               | 66 |
| <b>Anexo 5</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de peso seco tallo</i> .....                                    | 66 |
| <b>Anexo 6</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de grosor de tallo</i> .....                                    | 67 |
| <b>Anexo 7</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de longitud de raíz</i> .....                                   | 67 |
| <b>Anexo 8</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de longitud de hipocótilo</i> .....                             | 68 |
| <b>Anexo 9</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de área foliar</i> .....  | 68 |
| <b>Anexo 10</b> <i>Tablas de medias y errores estándar de longitud total</i> .....                                    | 68 |
| <b>Anexo 11</b> <i>Tabla de temperatura y humedad relativa diaria durante la investigación</i>                        | 69 |

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE  
RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN  
CHALTURA, ECUADOR”**

Nayeli Elizabeth Méndez Gavilima

Universidad Técnica del Norte

Correo: [nayeli30mendez15@gmail.com](mailto:nayeli30mendez15@gmail.com)

**RESUMEN**

La producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en vivero puede disminuir su calidad debido a la alta densidad. La adición de melaza, rica en sacarosa, mejora la salud y vigor de las plántulas al aportar energía extra. La investigación se realizó en la Granja Experimental “La Pradera”, Chaltura. Teniendo como objetivo evaluar la producción de plántulas de tomate riñón bajo aplicaciones de melaza con un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas en tiempo, probando diferentes dosis de melaza distribuidas en tres bloques. Se llevó a cabo con un testigo y tres niveles de melaza: 1, 10 y 100 mM en aplicaciones foliares durante cinco tiempos de evaluación a los 27, 31, 35, 39 y 43 después de la siembra donde se evaluaron las siguientes variables: materia seca de hoja, tallo, raíces y total, grosor de tallo, área foliar, longitud de raíz, de hipocótilo, y total. Las aplicaciones de melaza influyeron en la acumulación de materia seca total. El tratamiento de 1 mM tuvo efectos negativos, mientras que los tratamientos de 100 y 10 mM destacaron en acumulación de materia seca de hojas y raíces, con el de 100 mM siendo resultó el mejor. Por otra parte, el tratamiento de 1 mM redujo el grosor del tallo y las longitudes del hipocótilo y total, pero mejoró raíces y área foliar. Los tratamientos de 10 y 100 mM fueron superiores, con 100 mM fue el mejor en todas las variables, para longitud de raíz, longitud total, grosor de tallo, longitud de hipocótilo y área foliar los de mejores resultados fueron con 10 y 100 mM.

**Palabras clave:** vivero, alta densidad, energía extra, sacarosa, aplicaciones foliares.

**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE  
RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO APLICACIONES DE MELAZA EN  
CHALTURA, ECUADOR”**

**ABSTRACT**

The production of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) in the nursery can decrease its quality due to high density. The addition of molasses, rich in sucrose, improves the health and vigor of the seedlings by providing extra energy. The research was carried out at the Experimental Farm "La Pradera", Chaltura. The objective was to evaluate the production of kidney tomato seedlings under molasses applications with a randomized complete block design with repeated measures in time, testing different doses of molasses distributed in three blocks. It was carried out with a control and three levels of molasses: 1, 10 and 100 mM in foliar applications during five evaluation times at 27, 31, 35, 39 and 43 after planting where the following variables were evaluated: leaf, stem, root and total dry matter, stem thickness, leaf area, root length, hypocotyl length, and total. Molasses applications influenced the accumulation of total dry matter. The 1 mM treatment had negative effects, while the 100 and 10 mM treatments stood out in dry matter accumulation of leaves and roots, with the 100 mM being the best. On the other hand, the 1 mM treatment reduced the stem thickness and the hypocotyl and total lengths, but improved roots and leaf area. The 10 and 100 mM treatments were superior, with 100 mM being the best in all variables, for root length, total length, stem thickness, hypocotyl length and leaf area the best results were with 10 and 100 mM.

**Keywords:** nursery, high density, extra energy, sucrose, foliar applications.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es considerado uno de los productos más rentables de la horticultura mundial por su consumo masivo, su demanda en la alimentación diaria y la creciente popularidad de su producción y rentabilidad (Cacoango, 2018). Además, el tomate de riñón forma parte de la canasta básica por ser uno de los alimentos más consumidos por la población por su valor nutritivo y versatilidad culinaria. (Carvallo y Rodas, 2010).

Según INEC (2017), registra una producción de 62.675 t en 1.954 ha de superficie cosechada a nivel nacional, producido en mayor cantidad en la región Sierra con un 75.35%, en las provincias de Imbabura, Cañar y Chimborazo y en la costa con un 24.65% (Cacoango, 2018).

En el sector agrícola, los viveros han crecido a lo largo de los años debido a su dinamismo distintivo, la mejora tecnológica continua y la inversión en nuevas técnicas de cultivo para satisfacer la creciente demanda de plántulas de alta calidad, es decir, sanas, vigorosas y desarrollo equilibrado. Sin embargo, parámetros morfológicos directos como la altura de la planta, diámetro del tallo, longitud de la raíz, peso seco y área foliar; parámetros fisiológicos como contenido de clorofila y minerales se utilizan generalmente para evaluar la calidad de las plántulas (Formisano et al., 2022).

La producción de azúcares o fotoasimilados se distribuyen a los órganos que componen la planta, producidos en la fotosíntesis como energía (Matarín y Morales, 2018). La velocidad de fotosíntesis depende de la cantidad de luz; la reacción de ésta es más alta a medida que aumenta la radiación fotosintéticamente activa (RFA) (López, 2022). En el proceso de la fotosíntesis la sacarosa es el producto más abundante y es el transportador de azúcar en plantas (Rojas, 2019).

Según Li et al. (2020) en condiciones de campo, una pequeña cantidad de concentraciones de melaza soluble ( $0.05 \text{ g L}^{-1}$ ) en la colza (*Brassica napus* L.) sobre la base del suministro normal de nutrientes aumentó significativamente la biomasa de la planta, el vigor y el desarrollo de la raíz, y mejoró la actividad del superóxido dismutasa (SOD) de los

brotos en la etapa de crecimiento de la plántula. Sin embargo, una alta concentración de concentraciones de melaza soluble ( $0.2 \text{ g L}^{-1}$ ) inhibió el crecimiento de la planta y el desarrollo de la raíz.

Según Gaafar et al. (2019) aplicaciones de melaza y vinaza en el cultivo de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) con dos dosis (4% y 6% como aspersión foliar) y aplicadas al suelo con dos dosis (60 y 120 L/fed.), registraron incrementos significativos en los caracteres de crecimiento vegetativo como la longitud de la planta, diámetro del tallo, número de ramas y hojas/planta, área foliar/planta y peso seco de la planta, a su vez mejor calidad en las características de la fruta y rendimiento de la fruta en ambas temporadas de crecimiento. Los mejores tratamientos fueron los mayores índices a partir de melaza o vinaza en un 6% como aspersión foliar en la utilización de 120 L/fed. al aplicar al suelo en comparación con los demás tratamientos.

Valladares (2021), demostró que la aplicación de melaza con dosis de 0.64 % P/V en plantas de *Medicago sativa* L., tuvo una mayor diferencia significativa teniendo un efecto positivo en la altura de la planta, materia seca, a su vez la aplicación de melaza ayudó a las leguminosas en la formación de nódulos y fijar  $\text{N}_2$ , como también en la mejora de la simbiosis y disponibilidad de N para futuros cultivos.

## **1.2 Problema**

Las técnicas de vivero basadas en una alta densidad de plantación pueden reducir la calidad de las plántulas debido a cambios no deseados en parámetros morfológicos, en plántulas de alta densidad en espacios reducidos ya que provocan una ardua lucha por la luz, un escenario que desencadena adaptaciones fotomorfogenéticas para aumentar la competitividad entre las plantas (Formisano et al., 2022).

La calidad de la luz fluctúa ligeramente en la naturaleza, principalmente según la ubicación del invernadero. Esta variación influye en la tasa de fotosíntesis, debido a que, plantas cultivadas bajo condiciones de mucha sombra reciben abundante luz de las fracciones azul y roja, lo que perjudica su crecimiento, ya que se desarrollan más largas y delgadas debido a una menor tasa fotosintética. Por otro lado, intensidades de luz muy altas pueden reducir el crecimiento debido al estrés hídrico (Jaramillo et al., 2012).

Por otra parte, los sistemas bajo plástico se encuentran en condiciones de altas temperaturas y de baja humedad relativa, por lo tanto, para mantener una temperatura adecuada

en la hoja, el proceso de respiración es muy alto como también el consumo energético en la hoja. Esto da como resultado que el crecimiento de la planta no distribuya los asimilados a la zona apical y radical de la planta; al mismo tiempo se producen situaciones de déficits que fácilmente podemos visualizar como insuficiente desarrollo de los frutos, la caída de flores, la reducción en la distancia de sus entrenudos o el adelgazamiento del tallo (Matarín y Morales, 2018).

### **1.3 Justificación**

Los viveros comerciales de tomate son menos numerosos, su establecimiento en las regiones productoras de tomate no solo ayudará a los posibles productores de tomate a obtener plántulas sanas, sino que también promoverá la capacidad empresarial entre los productores de tomate y los viveristas (Patil et al., 2017).

La adición de los carbohidratos es de suma importancia en las plantas ya que son productos primarios que necesitan para el crecimiento y desarrollo de tejidos, raíces, tallos, hojas y es fundamental en la fase vegetativa y maduración de la mayoría de los cultivos, por otra parte, aplicaciones adicionales de carbohidratos liberan energía para procesos metabólicos, permitiendo que los cultivos canalicen una mayor cantidad de su propia energía para sintetizar aminoácidos e importantes metabolitos secundarios.

Por otra parte, los carbohidratos se pueden usar para compensar parcialmente los efectos adversos de los cultivos agrícolas bajo diversas condiciones de estrés al estar sometidas en la competencia de luz entre plantas, basado en los fotoasimilados adicionales, no provenientes de la actividad fotosintética (Bonza et al., 2016).

Los conocimientos generados en esta investigación aportarán a futuras investigaciones, debido a lo mencionado por Li et al. (2020), que la adición de melaza a los cultivos aportará como fuente natural extra de carbono a su vez servirá como fertilizante económico para los cultivos.

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar la producción de plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) bajo aplicaciones de melaza en Chaltura, Ecuador.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de las aplicaciones de melaza sobre el crecimiento de plántulas de tomate.
- Valorar la influencia de diferentes dosis de melaza en la morfología de plántulas de tomate.

### **1.5 Hipótesis**

#### **1.5.1 Hipótesis nula**

La utilización de fuentes externas de carbono (melaza) en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) no influye sobre su crecimiento y morfología.

#### **1.5.2 Hipótesis alternativa**

La utilización de fuentes externas de carbono (melaza) en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) influye sobre su crecimiento y morfología.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Cultivo de tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es perteneciente a la familia de las solanáceas y es originario de América del Sur específicamente de la región de los Andes, integrada por los países de Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde se localiza la mayor variabilidad genética, ya que existen incontables variedades con aspectos diferentes, color y sabor, también hay abundancia de tipos silvestre (Cacoango, 2018).

La domesticación del tomate se produjo en dos etapas: la primera en los Andes, por selección de semillas y por auto fecundación; la segunda etapa se lleva a cabo en México, donde las civilizaciones prehispánicas Maya y Azteca continuaron su domesticación. Se han encontrado pruebas en México de que el tomate ya se cultivaba hacia el año 700 AC. Es probable que las civilizaciones que habitaban en los actuales territorios de México y Perú domesticaran las plantas del tomate de forma coetánea. Ambos países defienden que el cultivo del tomate es propio de sus respectivos territorios (Balado et al., 2018).

##### 2.1.1 Taxonomía

La taxonomía del tomate riñón está disponible en el Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT), una plataforma que recopila datos taxonómicos de numerosas especies. Esta información se ha obtenido teniendo en cuenta la morfología, la diversidad genética y los estudios moleculares (tabla 1).

**Tabla 1**

*Taxonomía del tomate de riñón*

| Clasificación taxonómica del tomate |               |
|-------------------------------------|---------------|
| <b>Reino</b>                        | Plantae       |
| <b>División</b>                     | Magnoliophyta |
| <b>Clase</b>                        | Magnoliopsida |
| <b>Orden</b>                        | Solanales     |
| <b>Familia</b>                      | Solanaceae    |

---

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| <b>Género</b>  | <i>Solanum</i>                 |
| <b>Especie</b> | <i>Lycopersicon esculentum</i> |

---

Fuente: Vega, (2022).

### **2.1.2 Variedad del Tomate - Zodiac**

Planta Indeterminada balanceada muy productiva con frutos de 180 a 220 g de peso con color rojo intenso. La firmeza de su fruto hace más fácil el transporte y manejo en largas distancias. Además, es excelente para la comercialización (figura 1) (Alaska, 2017).

#### **Figura 1**

*Tomate, Zodiac F1*



### **2.3 Exigencias del Microclima**

El manejo de los factores micro climáticos, como temperatura y humedad relativa, es fundamental para mantener un buen estado sanitario del cultivo (Proain, 2020).

#### **2.3.1 Temperatura**

El tomate es un cultivo capaz de crecer y desarrollarse en condiciones climáticas variadas. La temperatura óptima para el crecimiento está entre 21 y 27 °C, y para el cuajado de frutos durante el día está entre 23 y 26 °C y durante la noche entre 14 y 17 °C (Proain, 2020).

#### **2.3.2 CO<sub>2</sub>**

La concentración de CO<sub>2</sub> en el invernadero, también juega un papel fundamental en la tasa de asimilación de este. La concentración actual de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es de 350 a 400 ppm, mientras que la concentración que permite tener la mayor tasa de fotosíntesis en las plantas es aquella que va de las 900 a 1000 ppm (Proain, 2020).

### **2.3.3 Humedad relativa**

Una humedad relativa inferior al 50% es inconveniente porque la planta expulsa el agua en forma de vapor hacia la atmósfera, lo que puede marchitar la planta y favorecer el desarrollo del *Oidium* sp. Valores muy altos pueden reducir la absorción del agua y los nutrientes, y ocasionar déficit de elementos como calcio, induciendo desórdenes fisiológicos que reducen la cosecha. Son óptimos los valores entre 50 y 70% (Pichisaca et al., 2003).

### **2.3.4 Radiación**

Las plantas que se desarrollan en entornos con densidades de población elevadas no obtienen la cantidad adecuada de luz, lo que restringe su crecimiento. Niveles intensos de luz generan plantas con tallos cortos y robustos, mientras que niveles bajos producen tallos largos y delgados. La luz influye en la transpiración de las plantas al regular la apertura de las estomas, facilitando el intercambio de gases necesario para la fotosíntesis y la respiración celular.

La relación entre la luz y la temperatura es significativa. Un aumento en la intensidad lumínica se traduce en un incremento en la temperatura. Los excesos en la transpiración pueden ocasionar deficiencias en el suministro de agua, y estas deficiencias a su vez impactan en el rendimiento (Pichisaca et al., 2003).

## **2.4 Producción bajo vivero**

En los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, se ha difundido a nivel global la práctica de utilizar enmiendas orgánicas para cultivar hortalizas. Esta práctica implica reemplazar la siembra directa en el suelo por la siembra en sustratos, incorporando residuos orgánicos. Estos residuos han permitido minimizar el uso de fertilizantes sintéticos como fuente de nutrición para las plantas (Marcano y Rodríguez, 2019).

Los cultivos bajo cubierta demuestran ser más exitosos en términos de mayor producción por planta y mejor calidad de los frutos comparados con la producción a campo abierto, lo que sugiere que la cobertura por sí sola ofrece ventajas significativas. Sin embargo, aunque esto es cierto y los resultados han sido positivos, cultivar en invernaderos implica más que solo cubrir las plantas. Los cambios climáticos dentro del invernadero tienen una influencia significativa en el desarrollo fisiológico y en la producción final de las plantas (Jaramillo et al., 2012).

## **2.5 Conceptos fisiológicos aplicados en la investigación**

### **2.5.1 Fotosíntesis**

Según Labarthe y Pelta (s.f), la fotosíntesis es el proceso mediante el cual se captura la energía de la luz y se utiliza para impulsar la síntesis de los azúcares a partir de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua. Además, es el proceso por el cual las plantas transforman la materia inorgánica de su medio externo en materia orgánica que utilizarán para su crecimiento y desarrollo.

Consiste en la elaboración de azúcares a partir del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) del aire, minerales y agua con la ayuda de la luz solar. En esta reacción se liberan moléculas de Oxígeno y se fijan carbohidratos en la planta. Las plantas absorben la luz solar mediante un pigmento denominado clorofila.

La fotosíntesis es el proceso biológico más importante que aprovecha la energía solar, que usa para sintetizar compuestos complejos de carbono. La energía de la luz solar induce la producción de carbohidratos y la liberación de oxígeno, dióxido de carbono y agua. La energía almacenada en estas moléculas se utiliza para impulsar los procesos celulares en las plantas y sirve como fuente de energía para todas las formas de vida (Montero, 2022).

Los factores ambientales más importantes que influyen en esta tasa de la fotosíntesis son la cantidad de luz, el suministro de dióxido de carbono, la temperatura, el suministro de agua y la disponibilidad de minerales. Además, la tasa de fotosíntesis varía según la especie de planta y su estado fisiológico, incluyendo su salud, madurez y si está en floración (Bassham y Lambers, 2024).

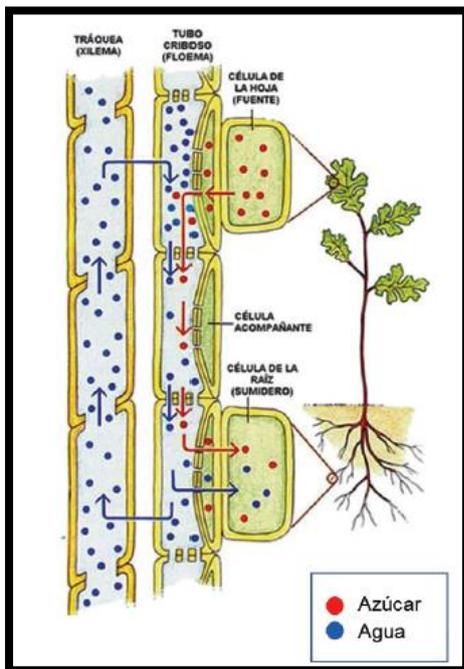
### **2.5.2 Relación fuente sumidero**

Las plantas de tonalidad verde poseen un pigmento denominado clorofila, el cual, junto con otros pigmentos secundarios, absorbe una porción específica del espectro solar conocida como radiación fotosintéticamente activa (PAR). Esta radiación comprende longitudes de onda de 400 a 700 nanómetros, que básicamente constituyen el espectro de colores. Las hojas que generan más asimilados de los que consumen son identificadas como las "fuentes" de la planta, mientras que otras partes de la planta que consumen más asimilados de los que producen son clasificadas como "sumideros".

Las hojas jóvenes son consideradas "sumideros" ya que su demanda de asimilados supera su capacidad de producción. En contraste, las raíces generalmente representan el sumidero más vulnerable de la planta, siendo las primeras en responder a la escasez de asimilados (manifestándose mediante la muerte de algunas raíces) o al exceso (manifestándose mediante una rápida expansión de las raíces), como se puede observar en la figura 3 (Geleen, 2019).

## Figura 2

*Transporte de azúcar a las células fuente a las células sumidero*



Fuente: Caballero, (2017).

## 2.6 Fuentes de Carbono

Las fuentes de carbono desempeñan un papel crucial al ser absorbidas por las plantas. Por ende, diversas estrategias se emplean para proporcionar nutrientes, como el uso de glicerol, melaza, glutamato, extracto de levadura y sales. La sacarosa desempeña un papel central en el metabolismo de todas las plantas, siendo sintetizada como producto principal de la fotosíntesis en la mayoría de ellas (Solís, 2017).

### 2.6.1 Melaza

Es un líquido denso y viscoso de tonalidad oscura que alberga sales y diversos compuestos. Este líquido constituye el resultado final del proceso de elaboración o

refinamiento de la sacarosa, glucosa y fructosa obtenidas de la caña de azúcar. Además, incluye sustancias no fermentables y melanoidinas generadas a partir de la condensación de azúcares y compuestos de aminoácidos.

Las aplicaciones foliares de melaza son una práctica agronómica a la que recurre el agricultor con cierta frecuencia, principalmente cuando el cultivo presenta síntomas de estrés, y su función puede ser análoga a la que realizan los aminoácidos como fuente nitrogenada. (Arjona et al., 2004). Además puede aumentar la disponibilidad de N, P, K y materia orgánica en el suelo en comparación con los fertilizantes químicos como también aumentar el rendimiento de los cultivos (Li et al., 2020).

### 2.6.2 Composición de la Melaza

La melaza está compuesta por componente mayores, contenido de minerales, contenido de aminoácidos y contenido de vitaminas, como se detalla a continuación (tabla 2):

**Tabla 2**

*Composición nutricional de la melaza*

| <b>Componentes</b>              | <b>Constituyentes</b> | <b>Contenido</b> |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|
| <b>Componentes Mayores</b>      | Materia seca          | 78%              |
|                                 | Proteínas             | 3%               |
|                                 | Sacarosa              | 60 - 63 % p/p    |
|                                 | Azúcares reductores   | 3-5 % p/p        |
|                                 | Sustancias Disueltas  | 4-8 % p/p        |
|                                 | Agua                  | 16%              |
|                                 | Grasas                | 0.40%            |
|                                 | Cenizas               | 9%               |
| <b>Contenido de Minerales</b>   | Calcio                | 0.74%            |
|                                 | Magnesio              | 0.35%            |
|                                 | Fósforo               | 0.08%            |
|                                 | Potasio               | 3.67%            |
| <b>Contenido de aminoácidos</b> | Glicina               | 0.10%            |
|                                 | Leucina               | 0.01%            |
|                                 | Lisina                | 0.01%            |
|                                 | Treonina              | 0.06%            |
|                                 | Valina                | 0.02%            |

|                               |                  |           |
|-------------------------------|------------------|-----------|
| <b>Contenido de Viatminas</b> | Colina           | 600 ppm   |
|                               | Niacina          | 48.86 ppm |
|                               | Ácido Pantotéico | 42.90 ppm |
|                               | Piridoxina       | 44 ppm    |
|                               | Riboflavina      | 4.40 ppm  |
|                               | Tiamina          | 0.88 ppm  |

*Nota.* % p/p = porcentaje peso/peso. Fuente: Valladares, (2021).

## **2.7 Marco Legal**

La investigación se encuentra sustentable dentro de las Leyes Orgánicas de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de Agricultura, en el artículo 48. Se entiende por agricultura sustentable a los sistemas de producción agropecuaria que permiten obtener alimentos de forma estable, saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer la calidad presente y futura del recurso suelo, así también dentro de las leyes establecidas que rigen el estado ecuatoriano, la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA), en el artículo 14. Fomento de la producción agroecológica y orgánica (Serrano y Rivas, 2017).

# CAPÍTULO III

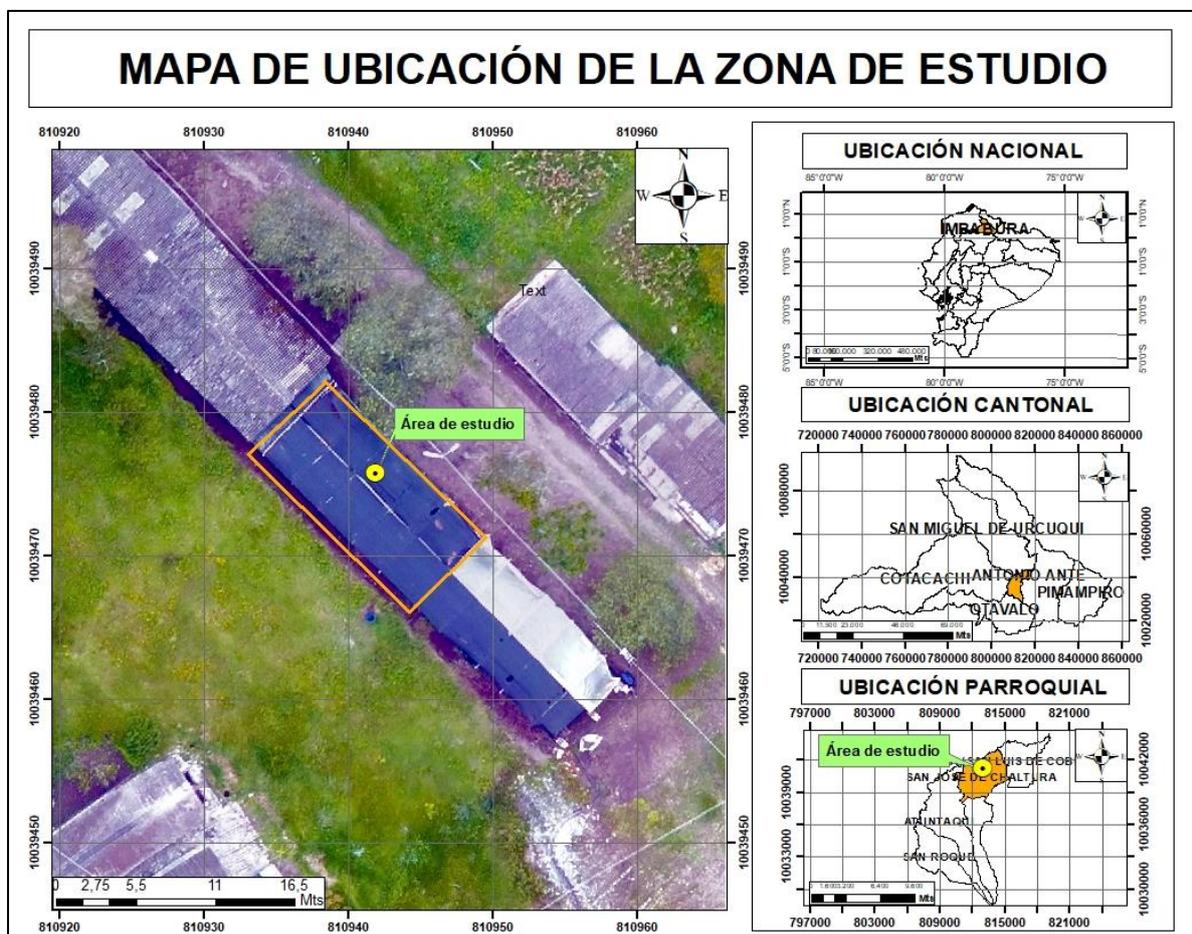
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la Granja Experimental “La Pradera” de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la Parroquia San José de Chaltura del cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura (figura 3).

**Figura 3**

*Mapa de ubicación del área de estudio*



### 3.2 Ubicación de área de estudio

La ubicación geográfica del área de estudio se detalla a continuación (tabla 3):

**Tabla 3***Ubicación geográfica del estudio*

| <b>Ubicación geográfica</b>     |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Provincia</b>                | Imbabura                          |
| <b>Cantón</b>                   | Antonio Ante.                     |
| <b>Parroquia</b>                | San José de Chaltura.             |
| <b>Lugar:</b>                   | Granja experimental “La Pradera”. |
| <b>Altitud:</b>                 | 2300 msnm.                        |
| <b>Temperatura media anual:</b> | 18-20 ° C.                        |
| <b>Coordenadas geográficas:</b> | UTM: X:811204 Y:10039746.         |

### 3.3 Materiales

Los materiales que se utilizaron en la investigación se detallan a continuación. (tabla 4)

**Tabla 4***Materiales, equipos e insumos*

| <b>Materiales de campo</b> | <b>Materiales de laboratorio</b> | <b>Equipos</b> | <b>Insumos</b>     |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| Bandejas de germinación    | Balanza                          | Computadora    | Sustratos          |
| Libreta de campo           | Probeta                          | Celular        | Melaza             |
| Regla                      | Recipientes plásticos            |                | Semillas de tomate |
| Soporte de bandejas        | Guantes                          |                | Sales minerales    |
| Fundas de papel            | Horno secador                    |                |                    |
| Bandejas plásticas         | Balanza analítica                |                |                    |
| Manguera                   | Medidor foliar                   |                |                    |
| Estilete                   |                                  |                |                    |

### **3.4 Métodos**

La investigación se llevará a cabo en condiciones de campo cerrado (vivero), en donde se utilizarán bandejas de germinación con la adición de sustrato en donde se colocará la semilla de tomate. De acuerdo con los tratamientos las plantas recibirán diferentes niveles de melaza vía foliar, evaluando posteriormente el crecimiento y morfología del tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

### **3.5 Factores en estudio**

Para la investigación los factores en estudio utilizados fueron diferentes dosis de melaza y los tiempos de evaluación.

#### **Factor 1: Niveles de sacarosa**

- M1: 0 mM (testigo)
- M2: 1 mM de sacarosa usando melaza como fuente
- M3: 10 mM de sacarosa usando melaza como fuente
- M4: 100 mM de sacarosa usando melaza como fuente

#### **Factor 2: Tiempos de evaluación**

- 5 niveles ( 27, 31, 35, 39 y 43 días después de la siembra)

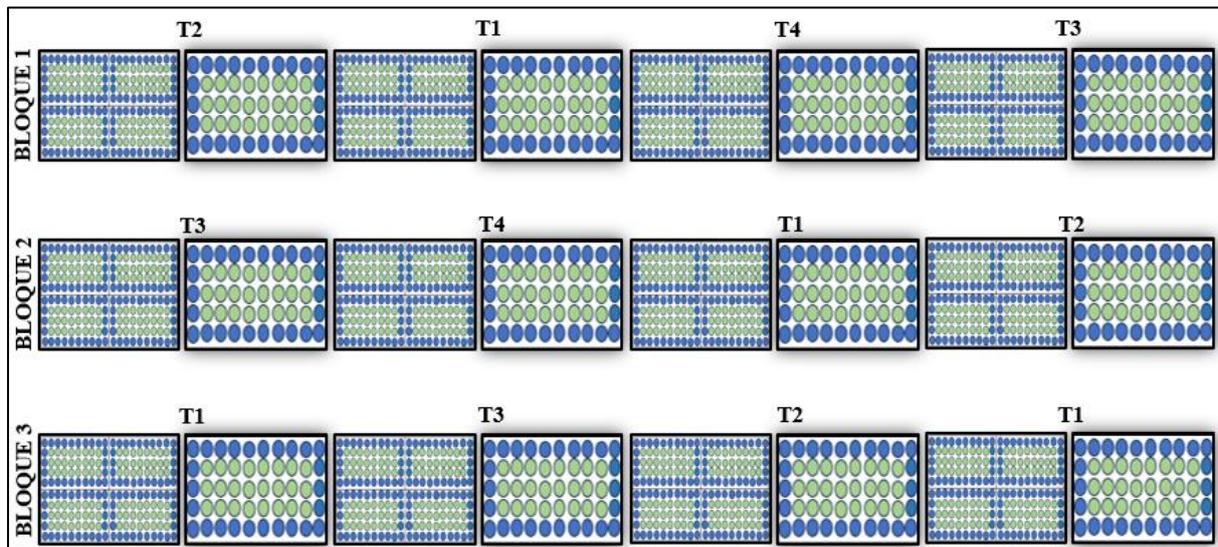
Los niveles de evaluación se tomo en cuenta para las variables de peso seco de hojas, tallo, raíz y peso seco total

### **3.6 Diseño experimental**

Para la investigación se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con medidas repetidas en tiempo, como se puede observar en la figura 4.

**Figura 4**

*Área del experimento con un diseño en bloques completos al azar*

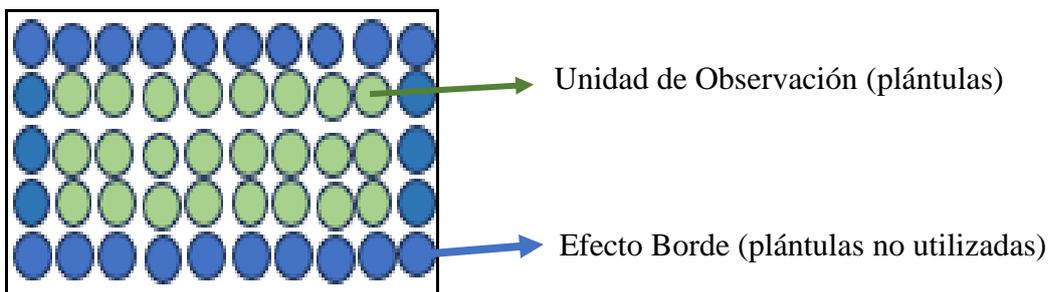


### 3.7 Características del experimento

- Bloques: 3
- Tratamientos: 4
- Número de unidades experimentales: 16
- Unidad Experimental: 2 bandejas
- Área experimental: 3600 m<sup>2</sup>

**Figura 5**

*Unidad Experimental*



### 3.8 Características de la Unidad Experimental

- Número de bandejas por unidad experimental: 2

- Número de cavidades de una bandeja: 200
- Número de cavidades de la segunda bandeja: 50
- Altura de la bandeja: 4.5 cm
- Volumen de la cavidad: 11 cm<sup>3</sup>
- Material/color: poliestileno/negro

### 3.9 Variables a evaluar

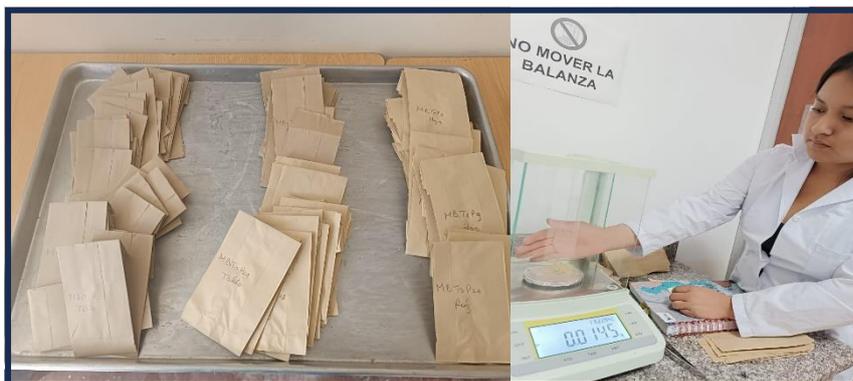
A continuación, se describirá las variables que se han evaluado en la presente investigación.

#### 3.9.1 *Peso seco total*

A partir de los 27 días después de la siembra, se utilizaron 16 plántulas por tratamiento que fueron separadas de las bandejas y limpiadas el sustrato de sus raíces. Se dividieron cada órgano de la plántula y fueron guardadas en fundas de papel para posteriormente llevarlas en una estufa a 105 °C por un tiempo aproximado de 24 horas, hasta que la materia seca sea constante en los diferentes órganos. Finalmente las plántulas fueron disecadas y pesadas su peso seco total (figura 6).

#### **Figura 6**

*Medición de peso seco total de la planta*



#### 3.9.2 *Peso seco del tallo*

A partir de los 27 días después de la siembra, se utilizaron 16 plántulas por tratamiento que fueron separadas de las bandejas y limpiadas el sustrato de sus raíces. Se dividieron cada órgano de la plántula y fueron guardadas en fundas de papel para posteriormente llevarlas en una estufa a 105°C por un tiempo aproximado de 24 horas, hasta que la materia seca sea constante

en los diferentes órganos. Finalmente, los tallos fueron disecados y pesados su peso seco (figura 7).

### **Figura 7**

*Peso seco del tallo*



### **3.9.3 Peso seco de la hoja**

A partir de los 27 días después de la siembra, se utilizaron 16 plántulas por tratamiento que fueron separadas de las bandejas y limpiadas el sustrato de sus raíces. Se dividieron cada órgano de la plántula y fueron guardas en fundas de papel para posteriormente llevarlas en una estufa a 105 °C por un tiempo aproximado de 24 horas, hasta que la materia seca sea constante en los diferentes órganos. Finalmente, las hojas fueron disecadas y pesadas su peso seco (figura 8).

### **Figura 8**

*Peso seco de las hojas*



### 3.9.4 *Peso seco de la raíz*

A partir de los 27 días después de la siembra, se utilizaron 16 plántulas por tratamiento que fueron separadas de las bandejas y limpiadas el sustrato de sus raíces. Se dividieron cada órgano de la plántula y fueron guardadas en fundas de papel para posteriormente llevarlas en una estufa a 105°C por un tiempo aproximado de 24 horas, hasta que la materia seca sea constante en los diferentes órganos. Finalmente, las raíces fueron disecadas y pesadas su peso seco (figura 9).

#### **Figura 9**

*Peso seco de la raíz*



### 3.9.5. *Área foliar*

Se midió el área foliar con la máquina “LI-3100C Área Meter”. Se limpió el área foliar y se separaron las hojas del tallo y fueron colocadas en el medidor de área foliar. Esta variable fue evaluada a los 43 días después de la siembra.

#### **Figura 10**

*Medición de área foliar*



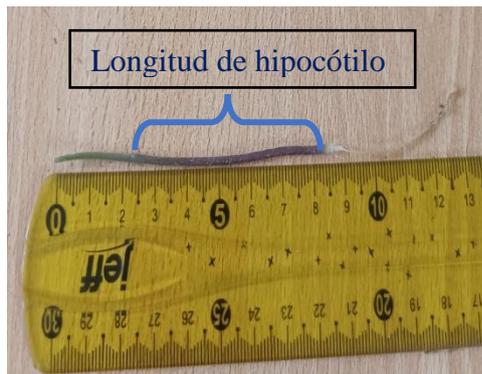
*Nota.* A) separación de las hojas. B) medición del área foliar

### 3.9.6. Longitud de hipocótilo

Se realizó la medición de la longitud del hipocótilo con una regla a 16 plántulas de cada tratamiento escogidas al azar, evitando el efecto borde en cada bandeja, esta variable fue evaluada desde el cuello de la planta hasta donde empiezan las hojas cotilodineas a los 43 días después de la siembra (figura 11).

**Figura 11**

*Medición del hipocótilo*

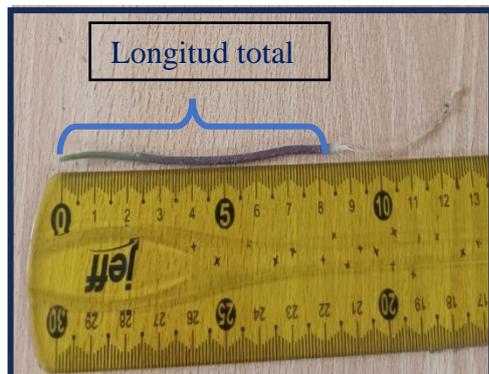


### 3.9.7. Longitud total de la plántula

Con la ayuda de una regla a 16 plántulas de cada tratamiento escogidas al azar y evitando el efecto borde en cada bandeja, esta variable fue evaluada desde el cuello de la planta hasta el ápice a los 43 días después de la siembra (figura 13).

**Figura 12**

*Medición de longitud total de la plántula*



### 3.9.8. Longitud de la raíz

Se realizó la medición de la longitud de la raíz con una regla a 16 plántulas de cada tratamiento escogidas al azar, evitando el efecto borde en cada cultivo, esta variable fue evaluada desde la cofia hasta el cuello a los 43 días después de la siembra

### 3.9.9. Grosor del tallo

Se realizó la medición del grosor de tallo con un medidor pie de rey en el 50% de la plántula a 16 plántulas de cada tratamiento escogidas al azar, evitando el efecto borde en cada bandeja, esta variable fue evaluada a los 43 días después de la siembra (figura 13).

**Figura 13**

*Medición del diámetro del tallo*



## 3.10 Manejo del experimento

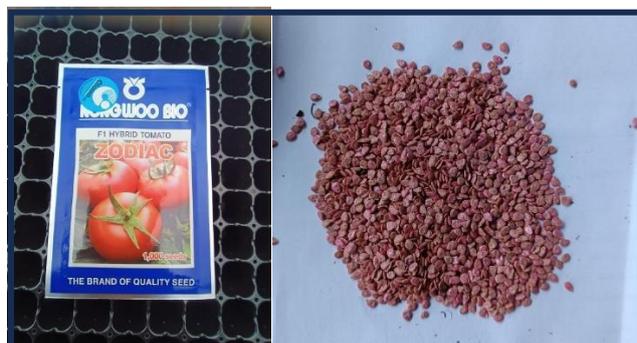
Para lograr el avance de este experimento se realizó las siguientes actividades:

### 3.10.1 Obtención de semillas

Las semillas que se utilizaron en esta investigación fueron de la variedad Zodiac F1 (híbrida), que fueron obtenidas por proveedores autorizados (figura 14).

**Figura 14**

*Semillas de Tomate Zodiac F1 (Híbrida)*



### 3.10.2 Preparación de sustrato

El sustrato que se realizó fue a base de arena de río+ turba, en proporción de 0.75 y 1% (p/v) respectivamente, para la desinfección de sustratos se colocó en una estufa a 105°C durante 6 horas. Se realizó una mezcla para el sustrato de 326 g de arena de río y 435 g de turba para el almacenamiento de una bandeja (figura 15), este sustrato facilitó remover fácilmente el sustrato de las raíces para evaluar de manera más rápida las variables.

#### Figura 15

*Elaboración de sustrato y llenado*



### 3.10.3 Colocación de las semillas en las bandejas

Las semillas que se utilizaron para la investigación fueron previamente seleccionadas, tomando en cuenta que no tengan ningún daño físico. Se colocó una semilla para cada orificio de las bandejas (figura 16).

#### Figura 16

*Colocación de semillas en las bandejas*



### 3.10.4 Distribución de bandejas en el vivero

Las bandejas donde se sembraron las semillas fueron colocadas en mesas de metal dentro del vivero observando que tengan la misma cantidad de luz y no tengan factores que puedan alterar el crecimiento de las semillas (figura 17).

#### Figura 17

Colocación de semillas en las bandejas



### 3.10.5 Concentraciones de melaza

Para establecer las concentraciones de melaza se tomó en cuenta el contenido de sacarosa en la melaza, que al realizar un análisis mostró que contiene 41.5% de sacarosa. Las concentraciones se detallan a continuación:

0 mM de sacarosa -----0 mg (sacarosa) (testigo)

1 mM de sacarosa -----342.29 mg (sacarosa)

10 mM de sacarosa -----3422.9 mg (sacarosa)

100 mM de sacarosa -----34229 mg (sacarosa)

100 g de melaza-----41.5 g de sacarosa-----41 500 mg de sacarosa

Por cada 100 g de melaza contiene 41500 mg de sacarosa

100 g de melaza----- 41 500 mg de sacarosa

X= 0.82 g de melaza ----- 342.29 mg de sacarosa

Para la preparación de la solución del tratamiento M2 de 1 mM, se mezclaron 0.82 g/l de melaza para formar un litro de solución.

100 g de melaza ----- 41500 mg de sacarosa

X= 8.24 g de melaza ----- 3422.9 mg de sacarosa

Para la preparación de la solución del tratamiento M3 de 10 mM, se mezclaron 8.24 g/l de melaza para formar un litro de solución

100 g de melaza ----- 41500 mg de sacarosa

X= 82.64 g de melaza ----- 34229 mg de sacarosa

Para la preparación de la solución del tratamiento M4 de 100 mM, se mezclaron 82.64 g/l de melaza para formar un litro de solución.

### 3.10.6 Aplicación de melaza

La aplicación de melaza se la realizó de manera foliar cada semana a partir del día 21 después de la siembra, a todas las unidades experimentales con niveles de sacarosa establecidos. (figura 18). Con la ayuda de un pulverizador de 2 l con boquilla ajustable, gatillo con 30 mecanismo de bloqueo y regulador de flujo de agua para pulverización automática de niebla fina de agua.

### Figura 18

*Diferentes pesos de melaza para la aplicación*



*Nota.* Para la solución, se pesó en g la melaza para todos los tratamientos: 0 mM: testigo, 1 mM: 0.82 g/l, 10 mM: 8.240 g/l y 100 mM: 82.640 g/l para formar un litro de solución.

### 3.10.7 Fertilización

Para la preparación de la solución nutritiva se elaboró en un tambor plástico de 200 lts, tomando en cuenta la recomendación Hochmuth y Hochmuth (1995), aplicando las diferentes sales minerales manteniendo un pH de 5.5, para la regulación de esta se utilizó ácido cítrico y unas tiras de prueba de pH, además se cumplió con los requerimientos nutricionales del tomate como se detalla a continuación (tabla 5):

**Tabla 5**

*Recomendaciones de Nutrientes en Tomate*

| <b>Nutrientes</b> | <b>Concentraciones (ppm)</b> |
|-------------------|------------------------------|
| N                 | 70                           |
| P                 | 50                           |
| K                 | 120                          |
| Ca                | 150                          |
| Mg                | 40                           |
| S                 | 50                           |
| Fe                | 2.8                          |
| Cu                | 0.2                          |
| Mn                | 0.8                          |
| Zn                | 0.3                          |
| B                 | 0.7                          |
| Mo                | 0.05                         |

La solución nutritiva fue aplicada a las plántulas a partir de los 15 días después de la siembra, utilizando la mitad de las concentraciones durante 10 días. A partir de ello se utilizó las concentraciones completas. Las fuentes que se usaron para poder realizar las soluciones se detallan a continuación (tabla 6):

**Tabla 6***Sales minerales utilizadas para la solución nutritiva*

| ml o<br>gramos/L<br>de solución<br>a aplicar | Fuente               | N-<br>NO3 | N-<br>NH4 | P    | K     | Ca     | Mg    | S     | B    | Cu   | Fe   | Mn   | Zn   |
|--|----------------------|-----------|-----------|------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|  |                      | 70        | 50        | 50   | 120   | 150    | 40    | 50    | 0.7  | 0.2  | 2.8  | 0.8  | 0.3  |
| 4.515  | Nitrato de Calcio    | 65.0      | 5.0       | 0.0  | 0.0   | 83.5   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 0.23   | Mainstay Calcio      |           |           |      |       | 66.5   |       |       |      |      |      |      |      |
| 22.055                                       | Fosfato Monopotásico | 0.0       | 0.0       | 50.0 | 62.2  | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 13.918                                       | Sulfato de Potasio   | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 57.8  | 0.0    | 0.0   | 25.6  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 7.43   | Sulfato de magnesio  | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 17.9  | 24.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 2  | Ácido Bórico         | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.7  | 0    | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 0.2  | Sulfato de Cobre     | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 0.0   | 0.1   | 0.0  | 0.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 2  | Quelato de Fe (EDTA) | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 2.8  | 0.0  | 0.0  |
| 2  | Quelato de Mg (EDTA) | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.8  | 0.0  |
| 2  | Sulfato de Zn        | 0.0       | 0.0       | 0.0  | 0.0   | 0.0    | 0.0   | 0.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.3  |
| 0.41   | Quelato de Mn (EDTA) |           |           |      |       |        |       | 22.2  |      |      |      |      |      |
|  | <b>APORTE TOTAL</b>  | 65.02     | 4.97      | 50.0 | 120.0 | 150.01 | 40.08 | 50.01 | 0.70 | 0.20 | 2.80 | 0.80 | 0.30 |

### 3.10.8 Riego

Se utilizó el riego por aspersión y se lo aplicaba cuando las plántulas lo requerían, se observó si el sustrato se encontraba un poco húmedo y se realizaba el riego evitando que el agua se exceda, como también observando uniformidad en toda la bandeja.

### 3.10.9 Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron desde la aparición de las primeras hojas verdaderas hasta la primera etapa de desarrollo hasta que las características visuales como color, tamaño y número de hojas sean las adecuadas para el trasplante.

Las evaluaciones en el cultivo de tomate se realizaron de manera conjunta, ya que, se hicieron 5 evaluaciones cada 4 días donde se tomaron 16 plántulas de cada tratamiento (figura 21), se removió totalmente todo el sustrato y se realizaron todas las variables: peso seco total (g), peso seco hoja (g), peso seco de raíz (g), peso seco tallo (g), a partir de los 27 días después de la siembra. Como también grosor de tallo (mm), área foliar (cm<sup>2</sup>), longitud del hipocótilo (cm), longitud de la plántula (cm), y longitud de raíz (cm) a los 43 días después de la siembra.

**Figura 19**

*Plántulas de tomate listas para ser evaluadas*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del efecto de las aplicaciones de melaza sobre el crecimiento de plántulas de tomate.

#### 4.1 Materia seca total

La tabla 7 muestra el análisis de varianza, donde existe interacción entre los tratamientos y días después de la siembra ( $p=0.0001$ ) para la variable materia seca total.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para la variable materia seca total de la planta*

| Fuente de variación    | glFv | glE.E | F      | p       |
|------------------------|------|-------|--------|---------|
| DDS                    | 4    | 938   | 454.63 | <0.0001 |
| Tratamiento            | 3    | 938   | 0.27   | 0.8475  |
| <u>DDS:Tratamiento</u> | 12   | 938   | 3.39   | 0.0001  |

La figura 20, muestra, para la variable materia seca total, al día 27 después de la siembra, todos los tratamientos fueron similares mostrando una media de 0.03 g. Para el día 31, los tratamientos 0 y 1 mM fueron similares mostrando una media de 0.04 g, como también los tratamientos 10 y 100 mM mostraron similitud en sus medias de 0.05 g, superando a 0 y 1 mM por 25%. Por otro lado, al día 35 después de la siembra, los tratamientos 0, 1 y 10 mM presentaron similitud en sus medias de 0.06 g, superando a 100 mM por 20%, que fue el que menor materia seca presentó. Por otra parte, al día 39, el tratamiento 100 mM, presentó mayor materia seca de 0.08 g superando a los tratamientos 0, 1 y 10 mM que fueron similares con una media de 0.07 g. Por último, para el día 43 después de la siembra, los tratamientos 0, 10 y 100 mM fueron similares mostrando una media de 0.08 g, superando a 1 mM por 14.28%.

De igual forma, muestra que todos los tratamientos presentaron un incremento al largo del tiempo. El tratamiento 0 mM, al día 27 después de la siembra, mostró una materia seca de 0.03 g. Al día 31, presentó un incremento del 33.33% con relación al día 27. De igual manera, al día 35, hubo un aumento de materia seca del 50% con respecto al día 31, también, en el día

39, presentó un aumento del 16.66% con respecto al día 35. Del mismo modo, para el día 43 existe un notorio crecimiento del 14.28% con respecto al día 39.

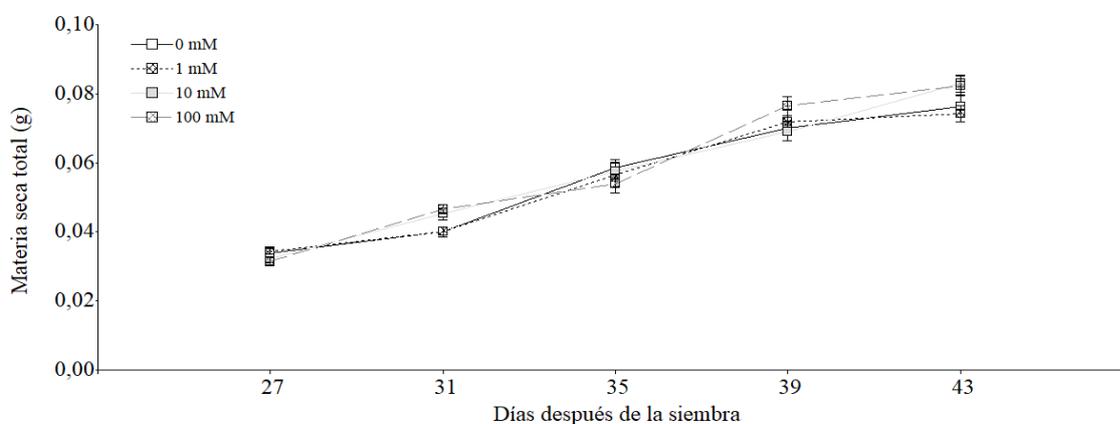
El tratamiento 1 mM, al día 27 después de la siembra, presento una materia seca de 0.03 g. Para el día 31, existe un aumento del 33.33% con respecto al día 27, como también al día 35, mostró un incremento del 50% de materia seca con relación al día 31. También, al día 39, este tratamiento presentó un aumento del 16.67% con relación al día 35. Por último, al día 43, no mostró un incremento con respecto al día 39.

El tratamiento 10 mM, al día 27 después de la siembra, muestra una materia seca de 0.03 g, para el día 31, existe un aumento del 66.67% con respecto al día 27. De igual manera, para el día 35, muestra un incremento del 20% con respecto al día 31. Para el día 39 después de la siembra, también muestra un aumento del 16.67% con relación al día 35. Por último, para este tratamiento, al día 43, presenta un aumento de materia seca total del 14.28% con respecto al día 39.

El tratamiento 100 mM, al día 27 después de la siembra, muestra una materia seca de 0.03 g, para el día 31, presenta un aumento del 66.67% con respecto al día 27. Por otro lado, al día 35, no presenta un crecimiento con relación al día 31, manteniendo una media de 0.05 g. Para el día 39, presenta un aumento de materia seca del 60% con respecto al día 35. Finalmente, para este tratamiento, al día 43 después de la siembra, no presentó incremento de materia seca con respecto al día 39 manteniendo una media de 0.08 g.

## Figura 20

*Peso seco total de plántulas de tomate de riñón (Solanum lycopersicum L.) bajo diferentes niveles de melaza durante cinco tiempos de evaluación*



Nota. M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Los datos obtenidos en esta investigación a partir del día 31, existe un crecimiento de materia seca para el tratamiento 100 mM (82.64 g/) y 10 mM (8.40 g/l) de melaza con respecto a los demás tratamientos. Esto resultados concuerda con el estudio de Vera (2024) en el crecimiento de materia seca de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra, donde utilizó los niveles de melaza de 29.5, 59.2, 88.5, 118, 147.5 g/l y el testigo, en el cual, el que presentó mayor crecimiento de materia seca fue el tratamiento de 88.5 g/l de melaza, con respecto a los demás tratamientos, mostrando un promedio de 3.83 g. Con esto se puede decir que al utilizar concentraciones muy altas y bajas no mostraron mayor acumulación de materia seca, sin embargo, al comparar con la presente investigación concentraciones altas de melaza mostraron efectos positivos en la acumulación de materias seca total de la planta.

Con esto se pudo evidenciar que el uso con dosis adecuadas de la melaza ayuda de manera favorable en la distribución de materia seca, ya que la melaza al contener mayor porcentaje de sacarosa como también potasio como lo señala USDA (2019), ésta desempeña un papel esencial en el metabolismo de los carbohidratos y la fotosíntesis, lo que implica que también un suministro adecuado de potasio resulta en un mayor contenido de azúcar en los órganos de demanda (Bonza et al., 2016).

#### 4.2 Peso seco raíz

La tabla 8, muestra el análisis de varianza, donde existe interacción entre los tratamientos y días después de la siembra ( $p=0.0488$ ) para la variable peso seco de la raíz.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz de la planta*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>glFv</b> | <b>glE.E</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|----------------------------|-------------|--------------|----------|----------|
| DDS                        | 4           | 938          | 85.29    | <0.0001  |
| Tratamiento                | 3           | 938          | 1.29     | 0.2768   |
| <u>DDS:Tratamiento</u>     | 12          | 938          | 1.42     | 0.0488   |

La figura 21, muestra, al día 27 después de la siembra, la materia seca del tratamiento 1 mM fue similar con el tratamiento 100 mM mostrando una media promedio de 0.003235 g superando a 0 mM por 11.17%, a su vez, el tratamiento 10 mM fue similar con los demás

tratamientos mostrando una media de 0.00308 g. Al día 31 después de la siembra los tratamientos 10 y 100 mM son similares entre sí con una media promedio de 0.003765 g superando al 0 mM por 14.09%, por otra parte, el tratamiento 1 mM fue similar con los demás tratamientos con una media de 0.00358 g. Por otro lado, al día 35 después de la siembra, los tratamientos 0 mM y 10 mM mostraron medias similares con un promedio de 0.004165 superando a 100 mM por 7.62%, como también el tratamiento 1 mM fue similar con todos los tratamientos mostrando una media de 0,00405.

Al día 39 después de la siembra, el tratamiento 100 mM supera a 1 mM por 24.58% y a 0 mM por 6.08%, sin embargo, el tratamiento 10 mM fue similar con los tratamientos 0 mM y 100 mM mostrando una media de 0.00581 g. Finalmente al día 43 después de la siembra, el tratamiento con mayor materia seca mostró 100 mM con una media de 0.00662 g superando a 10 mM por 14.14%, a 1 mM por 18.21% y a 0 mM por 12.39%, por otro parte, el tratamiento 1 mM fue similar con los tratamientos 0 y 10 mM mostrando una media promedio de 0.00560 g.

Además, se puede observar que la materia seca aumentó a lo largo del tiempo para todos los tratamientos. El tratamiento 0 mM, al día 27 después de la siembra mantiene una media promedio de 0.00291 g, sin embargo, al día 31 no muestra un crecimiento con respecto al día 27, por otro lado, al día 35 existe un notorio crecimiento del 24.24% con respecto al día 31, como también para el día 39 hay un incremento de materia seca del 36.34% con respecto al día 35. Finalmente, al día 43 después de la siembra no existe un aumento de materia seca en relación con el día 39, mostrando una media de 0.00589 g.

El tratamiento 1 mM, al día 27 después de la siembra obtiene una materia seca promedio de 0.00334 g, por otro lado, al día 31 no muestra un crecimiento con respecto al día 27 mostrando una media de 0.00358 g, de igual manera, al día 35 no presenta un crecimiento en relación con el día 31, sin embargo, con respecto al día 27 existe un aumento de materia seca del 21.25%. Por otra parte, para el día 39 existe un notorio crecimiento del 17.53% con respecto al día 35. Finalmente, al día 43 después de la siembra existe un aumento de materia seca 17.64% con respecto al día 39.

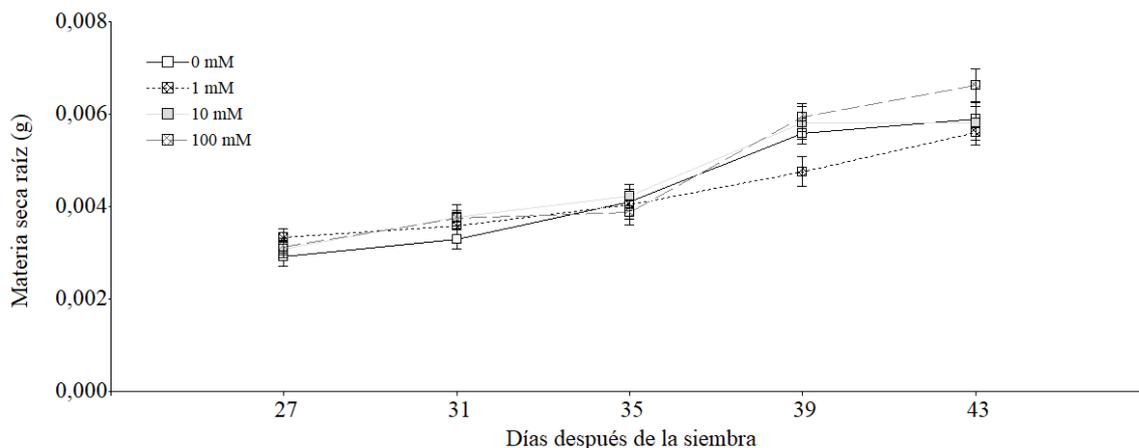
Para el tratamiento 10 mM, al día 27 después de la siembra, muestra una materia seca promedio de 0.00308 g, por otro lado, al día 31 muestra un crecimiento del 22.72% con respecto al día 27, por otra parte, al día 35 no presenta un crecimiento con relación al día 31 mostrando

una materia seca promedio de 0.00423 g. Para el día 39 existe un notorio crecimiento del 37.35% con respecto al día 35. Finalmente, al día 43 después de la siembra no se evidencia un aumento de materia seca con respecto al día 39, mostrando un promedio de 0.00580 g.

Por último, el tratamiento 100 mM, al día 27 después de la siembra, obtiene una materia seca promedio de 0.00313 g, por otro lado, al día 31 muestra un crecimiento del 19.80% con respecto al día 27, por otra parte, al día 35 no presenta un crecimiento con relación al día 31 mostrando una materia seca promedio de 0.00387 g. Para el día 39 existe un notorio crecimiento del 53.23% con respecto al día 35. Finalmente, al día 43 después de la siembra se puede evidenciar un aumento de materia seca del 11.63% con respecto al día 39 después de la siembra.

### Figura 21

*Peso seco de la raíz de plántulas en tomate de riñón (Solanum lycopersicum L.) bajo diferentes niveles de melaza durante cinco tiempos de evaluación*



Nota: M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Se observa que a los 43 días después de la siembra, el tratamiento 100 mM mostró mayor acumulación de materia seca. Sin embargo, estos resultados difieren de los de García (2000), quien a los 44 días después de la siembra, en plántulas de cebolla, utilizó tratamientos de sacarosa, melaza y ácido salicílico de forma sola y conjunta, donde el autor menciona que la aplicación de los carbohidratos de (melaza y sacarosa) tuvo un efecto negativo en la biomasa de la raíz con respecto al testigo, debido a que es posible que este efecto surja de la regulación negativa que impone la sacarosa sobre la fotosíntesis.

### 4.3 Peso seco del tallo

La tabla 9, muestra el análisis de varianza, donde existe interacción entre los tratamientos y días después de la siembra ( $p=0.0001$ ) para la variable peso seco del tallo.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza para la variable peso seco del tallo de la planta*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>glFv</b> | <b>glE.E</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|----------------------------|-------------|--------------|----------|----------|
| DDS                        | 4           | 938          | 330.35   | <0.0001  |
| Tratamiento                | 3           | 938          | 7.83     | <0.0001  |
| DDS:Tratamiento            | 12          | 938          | 3.24     | 0.0001   |

La figura 24, muestra para la variable materia seca del tallo, para el día 27 después de la siembra todos los tratamientos no mostraron diferencias con una media de 0.01 g. Por otro lado, en el día 31, el tratamiento 100 mM presentó una media de 0.02 g superando por 100% a los demás tratamientos 0, 1 y 10 mM que mostraron medias similares entre sí de 0.01 g. Por otra parte, para el día 35, todos los tratamientos fueron similares con una media de 0.02 g.

Para el día 39, los tratamientos 0 y 10 mM presentaron medias similares con una media de 0.02 g, como también los tratamientos 1 y 100 mM fueron similares con una media de 0.03 g superando a 1 y 10 mM por 50%. Por último, en el día 43 después de la siembra todos los tratamientos no tuvieron diferencias presentando una media de 0.03 g.

De igual manera, se puede evidenciar que la materia seca del tallo a lo largo del tiempo hubo un incremento para todos los tratamientos. El tratamiento 0 mM, al día 27 y 31 después de la siembra mantuvo una materia seca de 0.01 g. Para el día 35 y 39 mostró un aumento del 100% con respecto al día 27 mostrando una media de 0.02 g. Por otra parte, al día 43 después de la siembra existió un incremento del 50% con respecto al día 39 con una media de 0.03 g.

Así mismo para el tratamiento 1 mM, al día 27 y 31 después de la siembra mantiene una materia seca de 0.01 g, al día 35 existe un incremento del 100% con relación al día 31 mostrando una media de 0.02 g. Para el día 39 y 43 mantiene una media de 0.03 g, sin embargo, hubo un aumento del 50% con respecto al día 35.

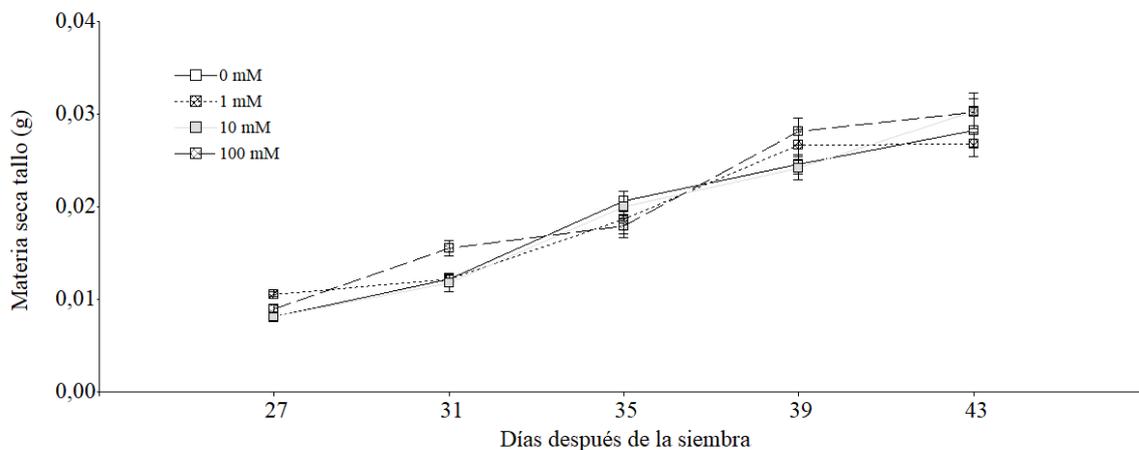
El tratamiento 10 mM, al día 27 y 31, mantiene una media de 0.01 g, para el día 35 y 39 existió una media de 0.02 g teniendo un incremento del 100% con respecto a los días

anteriores. Así mismo, al día 43 después de la siembra existe un incremento del 50% con respecto al día 39.

Para el tratamiento 100 mM, al día 27 muestra una materia seca de 0.01 g, para el día 31 y 35 existe un notorio incremento del 100% respecto al día 27. De igual manera para el día 35 y 39 después de la siembra se nota un aumento de materia seca del 50% con una media de 0.03 g respecto al día 35.

## Figura 22

*Peso seco del tallo en plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza durante cinco tiempos de evaluación*



Nota. M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

En esta investigación se puede evidenciar que todos los tratamientos no mostraron diferencias al día 43 después de la siembra. Por otra parte, un estudio por Carrillo et al. (2005) en el cultivo de fresa con aplicaciones de urea y sacarosa de manera sola y conjunta, muestra mejores resultados con la aplicación de urea 1% sin sacarosa y urea 2% + sacarosa 8% incrementando la materia seca de tallo, sin embargo, al utilizar de manera sola la sacarosa al 8%, si muestra efectos positivos para materia seca de tallo superando por 35.61% al testigo. Con esto se puede decir que concentraciones de sacarosa en el cultivo de tomate como la presente investigación no interfiere en la acumulación de materia seca pero sí en el cultivo de fresa.

#### 4.4 Peso seco de la hoja

La tabla 10, muestra el análisis de varianza, donde existe interacción entre los tratamientos y días después de la siembra ( $p=0.0038$ ) para la variable peso seco de la hoja.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para la variable peso seco hoja de la planta*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>glFv</b> | <b>glE.E</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|----------------------------|-------------|--------------|----------|----------|
| DDS                        | 4           | 938          | 221.85   | <0.0001  |
| Tratamiento                | 3           | 938          | 2.39     | 0.0673   |
| DDS:Tratamiento            | 12          | 938          | 2.45     | 0.0038   |

La figura 23, muestra, para la variable materia seca de la hoja, al día 27 después de la siembra, todos los tratamientos fueron similares entre sí, con una media de 0.02 g. Por otra parte, en el día 31, los tratamientos 10 y 100 mM presentaron una media de 0.03 g que superaron a 0 y 1 mM por 50%. Para el día 35, todos los tratamientos no presentaron diferencias ya que fueron similares mostrando una media de 0.03 g.

A su vez, en el día 39, se obtuvo que todos los tratamientos fueron similares con una media de 0.04 g. Finalmente al día 43 después de la siembra, los tratamientos 10 y 100 mM también fueron similares con una media de 0.05 g superando a 0 y M1 mM por 25% teniendo medias similares de 0.04 g.

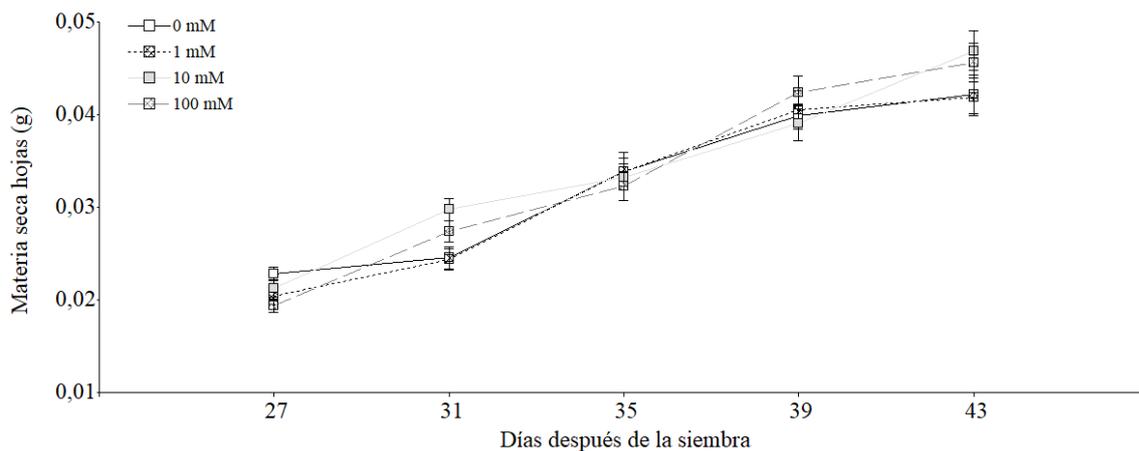
Además, en la figura se puede evidenciar que la materia seca de la hoja a lo largo del tiempo hubo un crecimiento para todos los tratamientos. El tratamiento 0 mM, al día 27 y 31 mantienen una media 0.02 g, al día 35 se nota un aumento de materia seca del 50%. Para el día 39 y 43 mantienen una media de 0.04 g, sin embargo, si existe un aumento del 33.33% con respecto al día 35. El tratamiento 1 mM, al día 27 y 31 mantienen una materia seca de 0.02 g, al día 35 existe un aumento del 50% con una media de 0.03 g. Para el día 39 y 43 existe un aumento del 33.33% con respecto al día 35, sin embargo, en estos días mantienen una media de 0.04 g.

El tratamiento 10 mM, al día 27, muestra una materia seca de 0.02 g, para el día 31 y 35 existe un aumento del 50% manteniendo una media de 0.03 g, para el día 39 hubo un aumento del 33.33% con respecto al día 35, de igual manera para el día 43 con respecto al día 39.

Finalmente, para el tratamiento 100 mM, en el día 27 después de la siembra presentó una media de 0.02 g, para el día 31 y 35 mantuvieron una media de 0.03 g, sin embargo, con respecto al día 27 hubo un aumento del 50%. Por otro lado, para el día 39 hubo un incremento del 33.33% con respecto al día 35. Además, en el día 43 de igual forma hubo un aumento de materia seca del 25% con respecto al día 39.

### Figura 23

*Peso seco de la hoja en plántulas de tomate de riñón (Solanum lycopersicum L.) bajo diferentes niveles de melaza durante cinco tiempos de evaluación*



Nota: M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Los datos mencionados muestran que la materia seca de hojas tiene una tendencia a aumentar a lo largo del tiempo, además que en esta investigación se puede evidenciar que en cada tiempo de evaluación al día 27, 35 y 39 después de la siembra no mostraron diferencias significativas entre todos los tratamientos, como en el día 31 y 43 donde el M3 y M4 mostraron mayor acumulación de materia seca como en el área foliar de las hojas, con esto podemos corroborar, con lo mencionado por Aguilar et al. (2005) que el incremento en la producción de biomasa y en el rendimiento, es producto de una mayor área foliar y duración de esta.

### Valoración de la influencia de diferentes dosis de melaza en la morfología de las plántulas de tomate

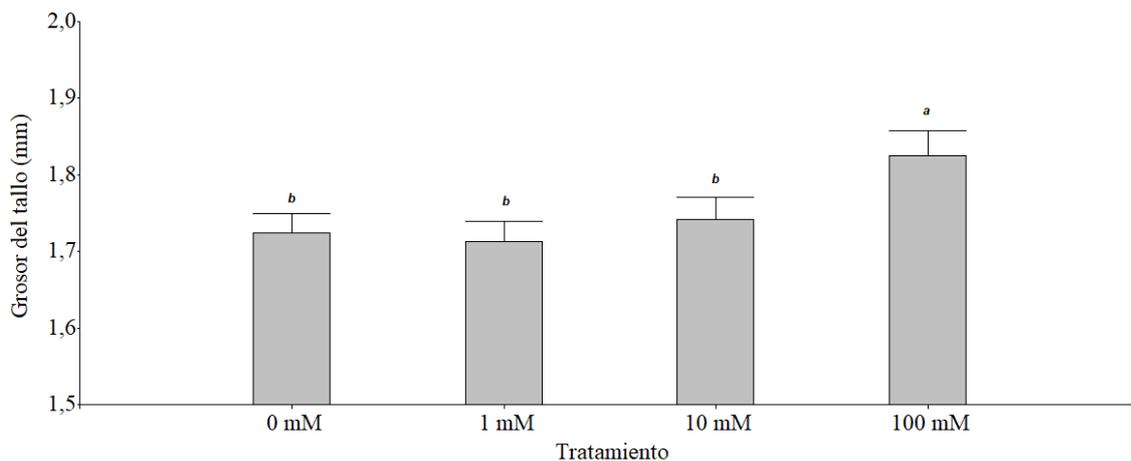
#### 4.5 Grosor del tallo

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 3.17$ ;  $gl= 3$ ;  $p=0.0254$ ) entre los tratamientos evaluados para la variable grosor del tallo a los 43 días después de la siembra.

En la figura 24, se observa que el tratamiento 100 mM muestra mayor grosor de tallo presentando una media de 1.82 mm superando a los demás tratamientos, a 0 mM por 5.81%, a 1 mM por 6.43% y a 10 mM por 5%. Por otra parte, el tratamiento 1 mM presentó similitud con los tratamientos 0 y 10 mM con una media de 1.71 mm.

#### Figura 24

*Grosor del tallo en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza a los 43 días después de la siembra*



Nota. M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Villagrán (2020), en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) utilizó tratamientos con nitrógeno + melaza, mostrando mayor grosor de tallo con nitrógeno + melaza (31 + 9l) /ha con respecto a los demás tratamientos, superando por 18.92% al testigo, por 17.68% al que solo se utilizó melaza y por 16.56% al que solo se aplicó nitrógeno, con esto se puede decir, que al combinar melaza + nitrógeno muestra efectos positivos, sin embargo el solo utilizar melaza (1l/ ha) también muestra diferencias frente al testigo por 18.92%.

Por el contrario, en el estudio de Romero (2015), se puede evidenciar que la aplicación de melaza no mejoró en el diámetro de tallo en el cultivo de *Lilium* cv *Arcachon* por lo que al no utilizar melaza obtuvo mayor resultado. Por otro lado, un estudio por López (2023), en el

cultivo de *Ipomoea batatas*, el uso de melaza presentó un incremento en el grosor del tallo del 2.67% en comparación en el que se aplicó fertilizante químico.

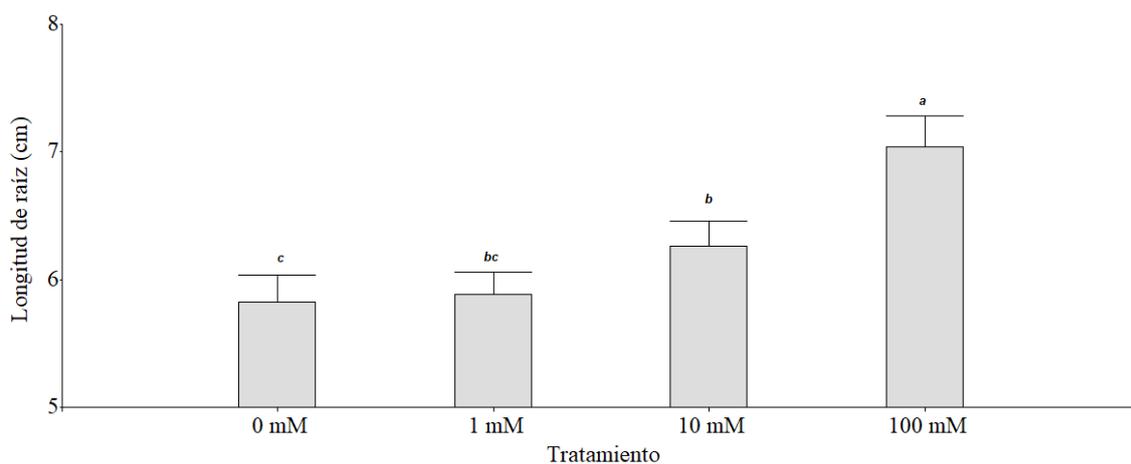
#### 4.6 Longitud de raíz

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 8.20$ ;  $gl= 3$ ;  $p=<0,0001$ ) entre los tratamientos evaluados para la variable longitud de raíz a los 43 días después de la siembra

En la figura 25, se observa que el tratamiento con más longitud de raíz fue el tratamiento 100 mM mostrando una media de 7.04 cm, superando a los tratamientos 10, 1 y 0 mM por 12.46, 19.52 y 20.57%, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento M2 es similar a los tratamientos 0 y 10 mM, con una media de 5.89 cm.

#### Figura 25

*Longitud de raíz en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza a los 43 días después de la siembra*



Nota. M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Los datos mencionados en esta investigación muestran que al utilizar mayor contenido de melaza 100 mM favorecen en la longitud de la raíz. Por otro lado, existe escasa información acerca de resultados con aplicaciones de sacarosa o melaza, sin embargo, Olayemi et. (2021) mencionan que estudios han revelado que el transporte fotosintético de sacarosa desde el brote (cotiledón) a la raíz funciona como una señal directa para activar y mejorar el alargamiento de la raíz, además la descarga de fotosintatos a las raíces sirve principalmente como fuente de energía y molécula señal involucrada en el crecimiento de las raíces. Como también Li et al.

(2020), menciona, en cuanto mayores sean las concentraciones de melaza en el ambiente, se incrementa el vigor de las raíces, lo cual es crucial para el desarrollo general de la planta.

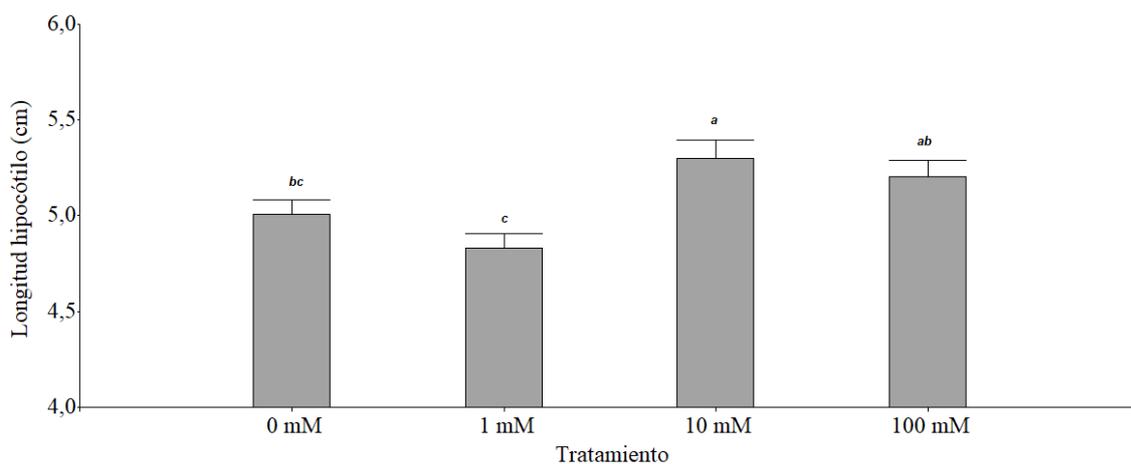
#### 4.7 Longitud de hipocótilo

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 6.62$ ;  $gl= 3$ ;  $p=0.0003$ ) entre los tratamientos evaluados para la variable longitud de hipocótilo final.

En la figura 26, se observa que los tratamientos con mayor longitud de hipocótilo a los 43 días después de la siembra fueron el 10 y 100 mM siendo similares entre sí, con un promedio de 5.25 cm superando a los tratamientos 0 y 1 mM por 4.79 y 8.70% respectivamente. Por otra parte, el tratamiento 0 mM supero al tratamiento 1mM por 3.72%.

#### Figura 26

*Longitud de hipocótilo en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza a los 43 días después de la siembra*



*Nota.* M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Los datos muestran que la aplicación de melaza con concentraciones altas de 10 y 100 mM de sacarosa si logran obtener mayor longitud de hipocótilo, por otra parte, concentraciones bajas como 1 mM de sacarosa resulta negativo frente al testigo, sin embargo, este resultado concuerda con lo mencionado por Lastdrager et al. (2014) que una suministración adecuada de carbohidratos promueve la elongación del hipocótilo, ya que la sacarosa es una fuente inmediata para las células vegetales.

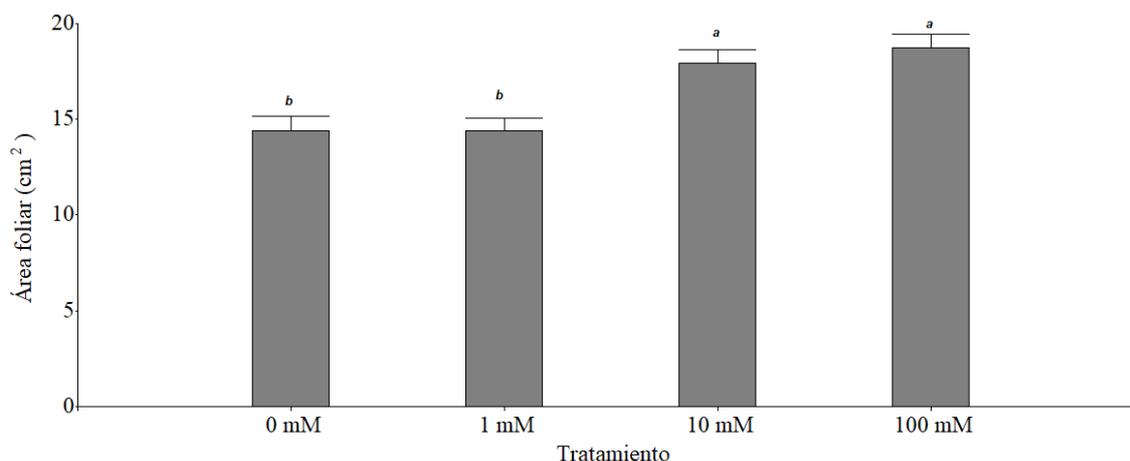
#### 4.8 Área foliar

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 10.91$ ;  $gl= 3$ ;  $p<0,0001$ ) entre los tratamientos evaluados para la variable área foliar.

En la figura 27, se observa que los tratamientos 10 y 100 mM presentaron medias similares mostrando un promedio de  $18.35 \text{ cm}^2$ , como también los tratamientos 0 y 1 mM con un promedio de  $14.425 \text{ cm}^2$ . Por otro lado, los tratamientos 10 y 100 mM superaron a 0 y 1 mM por 27.20%.

**Figura 27**

*Área foliar en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza*



*Nota.* M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

Con estos resultados se pudo evidenciar que al utilizar melaza incrementó el área foliar de las hojas, tal como lo demuestra Valladares (2021), en su estudio realizado en el cultivo de alfalfa, con la aplicación de melaza en todos los niveles, que, en el cuarto corte, las plantas presentaron una mayor área foliar con un promedio de  $1354 \text{ cm}^2$ . Esta cifra representa una diferencia del 70.6% en comparación con el primer corte realizado. Además, que en cada corte hubo un aumento con respecto al primero, con 15, 27 y 29% para el segundo, tercer y cuarto corte, respectivamente.

Además, en esta investigación se puede evidenciar que el 10 y 100 mM mostró mayor área foliar como altura de la planta, esto concuerda con lo mencionado por Marín et al. (2024) que, cuando una planta crece en altura, es probable que también desarrolle una mayor área

foliar. Por lo tanto, existe una correlación entre estas dos variables en el proceso de desarrollo de la planta.

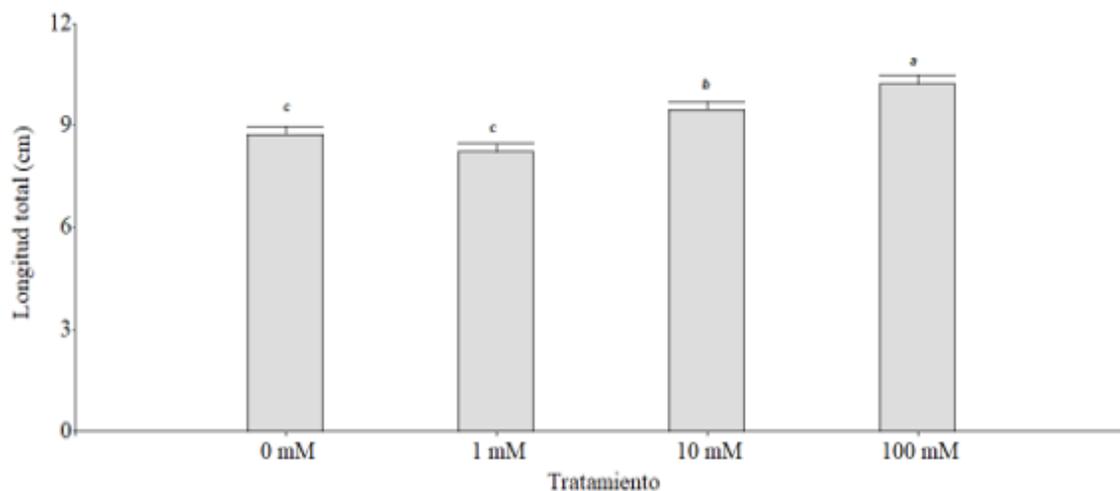
#### 4.9 Longitud total

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 10.91$ ;  $gl= 3$ ;  $p<0,0001$ ) entre los tratamientos evaluados para la variable longitud total a los 43 días después de la siembra.

En la figura 28, se observa que para la variable longitud total a los 43 días después de la siembra el tratamiento M4 presentó mayor longitud con una media de 10.23 cm con respecto a los demás tratamientos, superando a M3 por 8.13%, a M2 por 24.30% y M1 por 17.04%. A su vez el tratamiento M3 fue mayor con respecto al M1 y M2 por 8.23 y 14.95% respectivamente, Por último, el tratamiento M1 con una media de 8.74 cm superó a M2 por 6.19%.

#### Figura 28

*Longitud total en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes niveles de melaza*



Nota. M1: testigo, M2:1 mM (0.82 g/l), M3:10 mM (8.240 g/l) y el M4:100 mM (82.640 g/l) de melaza

En los datos obtenidos muestran óptimos resultados con la aplicación de melaza a mayor concentración 100 mM (82.64 g/l) de melaza, sin embargo, 1 mM (0.08 g/l) de melaza fue menor con respecto al que no se utilizó melaza, sin embargo, para el estudio de Valladares (2021), al utilizar melaza de (0.64g/l) mostró mayor altura en la planta superando al testigo por 17.21%. en el cultivo de alfalfa, comparando con nuestra investigación el 1 mM (0.82 g/l) fue

menor frente al testigo, con esto se puede decir que en esta investigación al utilizar dosis bajas de melaza en las plántulas de tomate no tuvo ningún efecto.

Robrelo (2016), en el cultivo de fresa, plantas que se trataron con melaza a 29 g/l disminuyeron la altura de la planta un 23.45% comparando con el testigo que no se utilizó melaza. El autor menciona quizá se debió a un exceso de las dosis aplicadas por lo que se las hojas tomaron un color oscuro y pudieron afectar en su proceso fotosintético y al disminuir la luz no se pudieron desarrollar adecuadamente.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Las aplicaciones de melaza influyen sobre la acumulación de materia seca total al final del experimento, encontrándose que el tratamiento 1 mM tiene efectos negativos sobre esta variable. Por otra parte, aunque los tratamientos 100, 10 y 0 mM tuvieron similar cantidad de materia seca total al final del experimento, los tratamientos 100 y 10 mM presentaron mayor acumulación de materia seca de hojas en relación con el resto de los tratamientos. Adicionalmente, el tratamiento 100 mM acumuló mayor cantidad de materia seca de raíces, convirtiéndolo en el mejor tratamiento.

De forma similar a lo observado en el crecimiento de plántulas de tomate, la melaza tiene un efecto sobre la morfología de estas. Con relación al tratamiento 0 mM, el tratamiento 1 mM afectó negativamente el grosor de tallo y las longitudes del hipocótilo y total, pero mejora la longitud de las raíces y el área foliar. Los tratamientos 100 y 10 mM superaron al resto de tratamientos en cuanto al área foliar, grosor de tallo y las longitudes de la raíz, hipocótilo y total. El mejor tratamiento fue el 100 mM, pues este superó al tratamiento 10 mM en todas las variables mencionadas.

#### 5.2 Recomendaciones

Realizar más investigaciones incrementando las dosis de aplicación debido a que en este estudio el que presentó mejores resultados fue el que contenía mayor concentración de melaza, además que existe escasa información acerca de estas aplicaciones.

Realizar otros estudios con las mismas aplicaciones, pero no utilizar todas las plántulas para evaluaciones destructivas sino más bien trasplantar las mejores plántulas para evaluar cómo es su comportamiento en campo.

## REFERENCIAS

- Aguilar-García, L., Escalante-Estrada, J., Fucikovsky-Zak, L., Tijerina-Chávez, L., & Mark Engleman, E. (2005). Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana*, 303-310.
- Alaska. (2017). Obtenido de [https://www.imporalaska.com/uploads/products/2019/06/ficha\\_1561387659\\_1561387720.pdf](https://www.imporalaska.com/uploads/products/2019/06/ficha_1561387659_1561387720.pdf)
- Bassham, J. A., & Lambers, H. (2024). Fotosíntesis. *Enciclopedia Británica*.
- Bonza, M., Pinzón, E., & Álvarez, J. (2016). Efecto del nitrato de potasio y la sacarosa sobre el rendimiento de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)*, 40-50.
- Caballero, A. (2017). *Stoller*. Obtenido de <https://fisiologiavegetal.es/2017/11/la-llamada-del-crecimiento-parte-1/>
- Cacoango, M. (2018). *Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate de riñón (Solanum lycopersicum L) bajo invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Carrillo, O., Rodríguez, J., Cano, R., & López, A. (2005). Aplicación foliar de urea y sacrosa y su efecto en el acondicionamiento de planta de vivero y su producción en fresa (*Fragaria×ananassa* Duch.) 'CP 99-3A'. *Agrociencia*, 195-204.
- Carvallo, M., & Rodas, S. (2010). *Proyecto de Factibilidad de una Plantación de Tomate Riñón bajo invernadero en Santa Isabel, en la Provincia del Azuay y su comercialización en la Ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Formisano, L., Miras, B., Ciriello, M., Ciriello, M., Pascale, S. D., Lucini, L., & Roupheal, Y. (2022). Entre luz y sombreado: morfológicos, bioquímicos y Perspectivas de la metabolómica en elInfluencia del fotoselectivo azu Sombreado en plántulas de vegetales. *Frontiers in Plant Science*, 1-16.

- Gaafar, M. S., EL-Shimi, N. M., & Helmy, M. M. (2019). Effect of foliar and soil application of some residuals of sugar cane products (molasses and vinasses) with mineral fertilizer levels on growth, yield and quality of sweet pepper. *Menoufia J. Plant*, 353-373.
- García, M. d. (2000). *Efecto de la aplicación foliar de carbohidratos y ácido salicílico sobre el crecimiento de plantas de cebolla*. México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Hernández, A., Josefát, G., & León, P. (2022). *El papel de los azúcares como moléculas de señalización en las plantas*. México: Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas.
- Hochmuth, G., & Hochmuth, B. (1995). Challenges for growing tomatoes in warm climates. *American Society for Horticultural Science, ASHS Press, Alexandria, Virginia*, 34–36.
- Hurtado, K. (2022). *Efecto del bioestimulante a base de Bambú en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum L.) en condiciones de vivero cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas*. Guayaquil: UNiversidad de Guayaquil.
- Jaramillo, J. E., Rodríguez, V. P., Aguilar, P. A., & Restrepo, J. F. (2012). *Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. Bogotá, Colombia: Repositorio Institucional Agrosavia.
- Lastdrager, J., Hanson, J., & Smeekens, S. (2014). Sugar signals and the control of plant growth and development. *Journal of Experimental Botany* , 799-807.
- Li, S., Zhao, X., Ye, X., Zhang, L., Shi, L., Xu, F., & Ding, G. (2020). The Effects of Condensed Molasses Soluble on the Growth and Development of Rapeseed through Seed Germination, Hydroponics and Field Trials. *MDPI*, 1-2.
- López, J. (2022). *La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo*. Obtenido de Promix: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- Marcano, L., & Rodríguez, R. (2019). *Sustratos orgánicos para la producción de plántulas de tomate en vivero*. Durazno, Uruguay: Acta Iguazu.
- Marín, A., Payares, J., Minorta, V., & Mariño, Y. (2024). Efecto de los abonos tradicionales, industriales y soluciones de sacarosa en la germinación y desarrollo de *Erythrina edulis*. *Ingeciencia*, 74-90.

- Matarín, A., & Morales, I. (2018). *Manual práctico para el cultivo del pimiento en agricultura protegida*. España: Muldi-empresa.
- Montero, J. (2022). Relación de la radiación solar en la producción de plantas: agroproductivas. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 52-66.
- Olayemi, O., Chuanzong, L., Wang, Q., & Haobao, L. (2021). Utilización de sacarosa para mejorar el rendimiento de los cultivos: un artículo de revisión. *Revista internacional de ciencias moleculares*, 22(9):4704.
- Patil, Adippar, Chinnappa, & Manjunatha. (2017). Análisis económico de viveros comerciales de tomate. *Revista de cultivos y malezas*, 1-5.
- Pichisaca, M., Morocho, M., Caguama, M., Quindi, B., Robayo, E., Zambrano, O., & Rodriguez, P. (2003). *El cultivo de tomate riñón en invernadero*. Quito: Aby Ayala.
- Robrelo, A. d. (2016). *Efecto de Compuestos Orgánicos Asperjados sobre el crecimiento y producción de Fresa cultivar "Albión"*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rojas, J. (2019). *Importancia en la síntesis y distribución de carbohidratos en plantas*. España: Universidad de Granada.
- Saráuz, V. (2018). *Estudio de la producción y comercialización del tomate de riñón N (Lycopersicon Esculentum) en el cantón Pimampiro, en la provincia de Imbabura*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Serrano, J., & Rivas, L. (2017). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de Agricultura*. Quito JOSE SERRANO: Constitución de la República.
- Solís, M. (2017). La sacarosa: el dulce de las plantas. *Revista de Divulgación: Saber Más* , 2-4.
- USDA. (4 de enero de 2019). *U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE*. Obtenido de <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168820/nutrients>
- Valladares, F. (2021). *Evaluación de la melaza en la simbiosis de bacterias fijadoras de nitrógeno con el cultivo de alfalfa (Medicago sativa), Cumbayá-Pichincha*. Cumbayá: Universidad Técnica del Norte.

- Valladares, F., Torres, I., & Hernández, L. (2015). *Producción de materia seca en tallos y hojas de caña de azúcar, según épocas de plantación y edades de corte*. Cuba: Agrisost.
- Vega, K. (2022). *Evaluación de dos bioestimulantes de desarrollo vegetativo de tomate de riñón (Lycopersicon esculentum) en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga*. Ambato: Universidad Técnica de Amabato.
- Vera, J. (2024). *Efecto de bioestimulante de subproductos industriales en el crecimiento de plantas de maíz y fréjol*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Villagrán, R. (2020). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno+melaza sobre el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Zhai, J., Zhang, G., Zhang, Y., Xu, W., Xie, R., Ming, B., . . . Wang, K. (2022). Effect of the Rate of Nitrogen Application on Dry Matter Accumulation and Yield Formation of Densely Planted Maize. *Sustainability*, 2.

## ANEXOS

### Anexo 1

Análisis de sacarosa correspondiente a la muestra de melaza utilizada en la investigación



### INFORME DE RESULTADOS

INF. LASA-07-06-23-3176  
ORDEN DE TRABAJO No. 23-2756

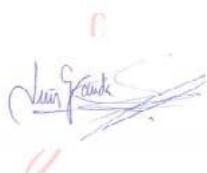
| INFORMACIÓN DEL CLIENTE                                  |                                  |                            |
|--|----------------------------------|----------------------------|
| <b>SOLICITADO POR:</b> NAYELI ELIZABETH MÉNDEZ GAVILIMA. |                                  | <b>DIRECCIÓN:</b> IBARRA   |
| <b>TELÉFONO/FAX:</b> 098800022                           | <b>TIPO DE MUESTRA:</b> ALIMENTO | <b>PROCEDENCIA:</b> PLANTA |
| <b>IDENTIFICACIÓN:</b> MELAZA                            |                                  | <b>CODIGO INICIAL:</b> M1  |

Información suministrada por el cliente

| INFORMACIÓN DEL LABORATORIO                 |  |   |
|---|--|---|
| <b>MUESTREO POR:</b> SOLICITANTE            | <b>FECHA DE MUESTREO:</b> -                | <b>INGRESO AL LABORATORIO:</b> 30/05/2023 |
| <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 30/05/-07/06/2023 | <b>FECHA DE ENTREGA:</b> 07/06/2023        | <b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b> Una (1)        |
| <b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b> 23-8198           | <b>REALIZACIÓN DE ENSAYOS:</b> LABORATORIO |   |

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

| ITEM | PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | INCERTIDUMBRE<br>U (k=2) | MÉTODO DE ENSAYO |
|------|------------|----------|------------|--------------------------|------------------|
| 1    | SACAROSA   | %        | 41,5       | -                        | HPLC             |

  
Ing. Luis Granda  
JEFE DE DEPARTAMENTO

**Anexo 2** *Tablas de medias y errores estándar de peso seco total*

| DDS | Tratamiento | Medias | E.E.    |   |   |   |
|-----|-------------|--------|---------|---|---|---|
| 43  | 10 mM       | 0,08   | 4,6E-03 | A |   |   |
| 43  | 100 mM      | 0,08   | 4,6E-03 | A |   |   |
| 39  | 100 mM      | 0,08   | 4,6E-03 | A | B |   |
| 43  | 0 mM        | 0,08   | 4,6E-03 | A | B |   |
| 43  | 1 mM        | 0,07   | 4,6E-03 |   | B |   |
| 39  | 1 mM        | 0,07   | 4,6E-03 |   | B |   |
| 39  | 0 mM        | 0,07   | 4,6E-03 |   | B |   |
| 39  | 10 mM       | 0,07   | 4,6E-03 |   | B |   |
| 35  | 0 mM        | 0,06   | 4,4E-03 |   |   | C |
| 35  | 10 mM       | 0,06   | 4,4E-03 |   |   | C |
| 35  | 1 mM        | 0,06   | 4,4E-03 |   |   | C |
| 35  | 100 mM      | 0,05   | 4,4E-03 |   |   | C |
| 31  | 100 mM      | 0,05   | 4,0E-03 |   |   | D |
| 31  | 10 mM       | 0,05   | 4,0E-03 |   |   | D |
| 31  | 1 mM        | 0,04   | 4,0E-03 |   |   | E |
| 31  | 0 mM        | 0,04   | 4,0E-03 |   |   | E |
| 27  | 1 mM        | 0,03   | 3,8E-03 |   |   | F |
| 27  | 0 mM        | 0,03   | 3,8E-03 |   |   | F |
| 27  | 10 mM       | 0,03   | 3,8E-03 |   |   | F |
| 27  | 100 mM      | 0,03   | 3,8E-03 |   |   | F |
| 27  | 100 mM      | 0,03   | 3,8E-03 |   |   | G |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

| DDS | Tratamiento | Variable | Media | E.E.    |
|-----|-------------|----------|-------|---------|
| 27  | 0 mM        | Mstotal  | 0,03  | 1,1E-03 |
| 27  | 1 mM        | Mstotal  | 0,03  | 1,0E-03 |
| 27  | 10 mM       | Mstotal  | 0,03  | 1,3E-03 |
| 27  | 100 mM      | Mstotal  | 0,03  | 1,1E-03 |
| 31  | 0 mM        | Mstotal  | 0,04  | 1,5E-03 |
| 31  | 1 mM        | Mstotal  | 0,04  | 1,2E-03 |
| 31  | 10 mM       | Mstotal  | 0,05  | 1,7E-03 |
| 31  | 100 mM      | Mstotal  | 0,05  | 1,3E-03 |
| 35  | 0 mM        | Mstotal  | 0,06  | 2,5E-03 |
| 35  | 1 mM        | Mstotal  | 0,06  | 3,5E-03 |
| 35  | 10 mM       | Mstotal  | 0,06  | 2,7E-03 |
| 35  | 100 mM      | Mstotal  | 0,05  | 2,7E-03 |
| 39  | 0 mM        | Mstotal  | 0,07  | 2,1E-03 |

|    |        |         |      |         |
|----|--------|---------|------|---------|
| 39 | 1 mM   | Mstotal | 0,07 | 3,4E-03 |
| 39 | 10 mM  | Mstotal | 0,07 | 2,7E-03 |
| 39 | 100 mM | Mstotal | 0,08 | 2,8E-03 |
| 43 | 0 mM   | Mstotal | 0,08 | 3,1E-03 |
| 43 | 1 mM   | Mstotal | 0,07 | 2,3E-03 |
| 43 | 10 mM  | Mstotal | 0,08 | 2,5E-03 |
| 43 | 100 mM | Mstotal | 0,08 | 2,8E-03 |

### Anexo 3 Tablas de medias y errores estándar de peso seco raíz

| DDS | Tratamiento | Medias  | E.E.    |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-----|-------------|---------|---------|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 43  | 100 mM      | 0,01    | 4,2E-04 | A |   |   |   |   |   |   |    |
| 39  | 100 mM      | 0,01    | 3,9E-04 | A | B |   |   |   |   |   |    |
| 43  | 0 mM        | 0,01    | 4,2E-04 | A | B |   |   |   |   |   |    |
| 39  | 10 mM       | 0,01    | 3,9E-04 | A | B |   |   |   |   |   |    |
| 43  | 10 mM       | 0,01    | 4,2E-04 | A | B |   |   |   |   |   |    |
| 43  | 1 mM        | 0,01    | 4,2E-04 |   | B | C |   |   |   |   |    |
| 39  | 0 mM        | 0,01    | 3,9E-04 |   | B | C |   |   |   |   |    |
| 39  | 1 mM        | 4,8E-03 | 3,9E-04 |   |   | C | D |   |   |   |    |
| 35  | 10 mM       | 4,2E-03 | 3,4E-04 |   |   |   | D | E |   |   |    |
| 35  | 0 mM        | 4,1E-03 | 3,4E-04 |   |   |   | D | E | F |   |    |
| 35  | 1 mM        | 4,1E-03 | 3,4E-04 |   |   |   | D | E | F |   |    |
| 35  | 100 mM      | 3,9E-03 | 3,4E-04 |   |   |   |   | E | F | G |    |
| 31  | 10 mM       | 3,8E-03 | 3,1E-04 |   |   |   |   | E | F | G |    |
| 31  | 100 mM      | 3,7E-03 | 3,1E-04 |   |   |   |   | E | F | G |    |
| 31  | 1 mM        | 3,6E-03 | 3,1E-04 |   |   |   |   |   | F | G |    |
| 27  | 1 mM        | 3,3E-03 | 3,0E-04 |   |   |   |   |   |   | G | HI |
| 31  | 0 mM        | 3,3E-03 | 3,1E-04 |   |   |   |   |   |   | G | HI |
| 27  | 100 mM      | 3,1E-03 | 3,0E-04 |   |   |   |   |   |   |   | HI |
| 27  | 10 mM       | 3,1E-03 | 3,0E-04 |   |   |   |   |   |   |   | HI |
| 27  | 0 mM        | 2,9E-03 | 3,0E-04 |   |   |   |   |   |   |   | I  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| DDS | Tratamiento | Variable | Media   | E.E.    |
|-----|-------------|----------|---------|---------|
| 27  | 0 mM        | P_MsecaR | 2,9E-03 | 2,0E-04 |
| 27  | 1 mM        | P_MsecaR | 3,3E-03 | 1,8E-04 |
| 27  | 10 mM       | P_MsecaR | 3,1E-03 | 1,9E-04 |
| 27  | 100 mM      | P_MsecaR | 3,1E-03 | 1,7E-04 |
| 31  | 0 mM        | P_MsecaR | 3,3E-03 | 2,1E-04 |
| 31  | 1 mM        | P_MsecaR | 3,6E-03 | 1,9E-04 |
| 31  | 10 mM       | P_MsecaR | 3,8E-03 | 2,5E-04 |
| 31  | 100 mM      | P_MsecaR | 3,7E-03 | 1,7E-04 |
| 35  | 0 mM        | P_MsecaR | 4,1E-03 | 1,8E-04 |
| 35  | 1 mM        | P_MsecaR | 4,1E-03 | 3,3E-04 |
| 35  | 10 mM       | P_MsecaR | 4,2E-03 | 2,5E-04 |
| 35  | 100 mM      | P_MsecaR | 3,9E-03 | 2,7E-04 |
| 39  | 0 mM        | P_MsecaR | 0,01    | 2,5E-04 |
| 39  | 1 mM        | P_MsecaR | 4,8E-03 | 3,2E-04 |
| 39  | 10 mM       | P_MsecaR | 0,01    | 3,6E-04 |
| 39  | 100 mM      | P_MsecaR | 0,01    | 3,0E-04 |
| 43  | 0 mM        | P_MsecaR | 0,01    | 3,7E-04 |
| 43  | 1 mM        | P_MsecaR | 0,01    | 2,7E-04 |
| 43  | 10 mM       | P_MsecaR | 0,01    | 3,6E-04 |

43 100 mM P MsecaR 0,01 3,6E-04

**Anexo 4** *Tablas de medias y errores estándar de peso seco de la hoja*

| DDS | Tratamiento | Medias | E.E.    |   |   |   |   |   |   |     |
|-----|-------------|--------|---------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 43  | 10 mM       | 0,05   | 3,3E-03 | A |   |   |   |   |   |     |
| 43  | 100 mM      | 0,05   | 3,3E-03 | A | B |   |   |   |   |     |
| 39  | 100 mM      | 0,04   | 3,1E-03 | A | B | C |   |   |   |     |
| 43  | 0 mM        | 0,04   | 3,3E-03 | A | B | C |   |   |   |     |
| 43  | 1 mM        | 0,04   | 3,3E-03 | A | B | C |   |   |   |     |
| 39  | 1 mM        | 0,04   | 3,1E-03 |   | B | C |   |   |   |     |
| 39  | 0 mM        | 0,04   | 3,1E-03 |   |   | C |   |   |   |     |
| 39  | 10 mM       | 0,04   | 3,1E-03 |   |   | C |   |   |   |     |
| 35  | 1 mM        | 0,03   | 2,9E-03 |   |   |   | D |   |   |     |
| 35  | 0 mM        | 0,03   | 2,9E-03 |   |   |   | D |   |   |     |
| 35  | 10 mM       | 0,03   | 2,9E-03 |   |   |   | D |   |   |     |
| 35  | 100 mM      | 0,03   | 2,9E-03 |   |   |   | D | E |   |     |
| 31  | 10 mM       | 0,03   | 2,7E-03 |   |   |   |   | E | F |     |
| 31  | 100 mM      | 0,03   | 2,7E-03 |   |   |   |   |   | F | G   |
| 31  | 0 mM        | 0,02   | 2,7E-03 |   |   |   |   |   |   | G H |
| 31  | 1 mM        | 0,02   | 2,7E-03 |   |   |   |   |   |   | G H |
| 27  | 0 mM        | 0,02   | 2,6E-03 |   |   |   |   |   |   | H I |
| 27  | 10 mM       | 0,02   | 2,6E-03 |   |   |   |   |   |   | I J |
| 27  | 1 mM        | 0,02   | 2,6E-03 |   |   |   |   |   |   | J   |
| 27  | 100 mM      | 0,02   | 2,6E-03 |   |   |   |   |   |   | J   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| DDS | Tratamiento | Variable | Media | E.E.    |
|-----|-------------|----------|-------|---------|
| 27  | 0 mM        | P_MsecaH | 0,02  | 6,8E-04 |
| 27  | 1 mM        | P_MsecaH | 0,02  | 1,0E-03 |
| 27  | 10 mM       | P_MsecaH | 0,02  | 8,6E-04 |
| 27  | 100 mM      | P_MsecaH | 0,02  | 7,7E-04 |
| 31  | 0 mM        | P_MsecaH | 0,02  | 1,2E-03 |
| 31  | 1 mM        | P_MsecaH | 0,02  | 1,1E-03 |
| 31  | 10 mM       | P_MsecaH | 0,03  | 1,2E-03 |
| 31  | 100 mM      | P_MsecaH | 0,03  | 1,1E-03 |
| 35  | 0 mM        | P_MsecaH | 0,03  | 1,5E-03 |
| 35  | 1 mM        | P_MsecaH | 0,03  | 2,0E-03 |
| 35  | 10 mM       | P_MsecaH | 0,03  | 1,4E-03 |
| 35  | 100 mM      | P_MsecaH | 0,03  | 1,6E-03 |
| 39  | 0 mM        | P_MsecaH | 0,04  | 1,3E-03 |
| 39  | 1 mM        | P_MsecaH | 0,04  | 2,1E-03 |
| 39  | 10 mM       | P_MsecaH | 0,04  | 1,9E-03 |
| 39  | 100 mM      | P_MsecaH | 0,04  | 1,8E-03 |
| 43  | 0 mM        | P_MsecaH | 0,04  | 2,1E-03 |
| 43  | 1 mM        | P_MsecaH | 0,04  | 2,1E-03 |
| 43  | 10 mM       | P_MsecaH | 0,05  | 2,1E-03 |
| 43  | 100 mM      | P_MsecaH | 0,05  | 2,1E-03 |

**Anexo 5** *Tablas de medias y errores estándar de peso seco tallo*

| DDS | Tratamiento | Medias | E.E.    |     |
|-----|-------------|--------|---------|-----|
| 43  | 10 mM       | 0,03   | 2,1E-03 | A   |
| 43  | 100 mM      | 0,03   | 2,1E-03 | A   |
| 43  | 0 mM        | 0,03   | 2,1E-03 | A B |
| 39  | 100 mM      | 0,03   | 1,8E-03 | A B |

|    |        |      |         |   |   |   |   |   |   |
|----|--------|------|---------|---|---|---|---|---|---|
| 43 | 1 mM   | 0,03 | 2,1E-03 | A | B |   |   |   |   |
| 39 | 1 mM   | 0,03 | 1,8E-03 | A | B |   |   |   |   |
| 39 | 0 mM   | 0,02 | 1,8E-03 |   | B |   |   |   |   |
| 39 | 10 mM  | 0,02 | 1,8E-03 |   | B |   |   |   |   |
| 35 | 0 mM   | 0,02 | 1,7E-03 |   |   | C |   |   |   |
| 35 | 10 mM  | 0,02 | 1,7E-03 |   |   | C |   |   |   |
| 35 | 1 mM   | 0,02 | 1,7E-03 |   |   | C |   |   |   |
| 35 | 100 mM | 0,02 | 1,7E-03 |   |   | C | D |   |   |
| 31 | 100 mM | 0,02 | 1,4E-03 |   |   |   | D |   |   |
| 31 | 0 mM   | 0,01 | 1,4E-03 |   |   |   |   | E |   |
| 31 | 1 mM   | 0,01 | 1,4E-03 |   |   |   |   | E |   |
| 31 | 10 mM  | 0,01 | 1,4E-03 |   |   |   |   | E | F |
| 27 | 1 mM   | 0,01 | 1,3E-03 |   |   |   |   |   | F |
| 27 | 100 mM | 0,01 | 1,3E-03 |   |   |   |   |   | G |
| 27 | 10 mM  | 0,01 | 1,3E-03 |   |   |   |   |   | G |
| 27 | 0 mM   | 0,01 | 1,3E-03 |   |   |   |   |   | G |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| DDS | Tratamiento | Variable | Media | E.E.    |
|-----|-------------|----------|-------|---------|
| 27  | 0 mM        | PMsecaT  | 0,01  | 4,4E-04 |
| 27  | 1 mM        | PMsecaT  | 0,01  | 2,6E-04 |
| 27  | 10 mM       | PMsecaT  | 0,01  | 5,4E-04 |
| 27  | 100 mM      | PMsecaT  | 0,01  | 4,0E-04 |
| 31  | 0 mM        | PMsecaT  | 0,01  | 6,1E-04 |
| 31  | 1 mM        | PMsecaT  | 0,01  | 4,7E-04 |
| 31  | 10 mM       | PMsecaT  | 0,01  | 8,6E-04 |
| 31  | 100 mM      | PMsecaT  | 0,02  | 8,0E-04 |
| 35  | 0 mM        | PMsecaT  | 0,02  | 1,1E-03 |
| 35  | 1 mM        | PMsecaT  | 0,02  | 1,5E-03 |
| 35  | 10 mM       | PMsecaT  | 0,02  | 1,2E-03 |
| 35  | 100 mM      | PMsecaT  | 0,02  | 1,2E-03 |
| 39  | 0 mM        | PMsecaT  | 0,02  | 1,1E-03 |
| 39  | 1 mM        | PMsecaT  | 0,03  | 1,6E-03 |
| 39  | 10 mM       | PMsecaT  | 0,02  | 1,3E-03 |
| 39  | 100 mM      | PMsecaT  | 0,03  | 1,4E-03 |
| 43  | 0 mM        | PMsecaT  | 0,03  | 1,8E-03 |
| 43  | 1 mM        | PMsecaT  | 0,03  | 1,3E-03 |
| 43  | 10 mM       | PMsecaT  | 0,03  | 1,9E-03 |
| 43  | 100 mM      | PMsecaT  | 0,03  | 1,4E-03 |

### Anexo 6 Tablas de medias y errores estándar de grosor de tallo

| Tratamiento | Medias | E.E. |
|-------------|--------|------|
| M 100mM     | 1,82   | 0,03 |
| M 10mM      | 1,74   | 0,03 |
| MO          | 1,72   | 0,03 |
| M 1mM       | 1,71   | 0,03 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| Tratamiento | Variable     | Media | E.E. |
|-------------|--------------|-------|------|
| 0 mM        | G tallo (mm) | 1,72  | 0,03 |
| 1 mM        | G tallo (mm) | 1,71  | 0,03 |
| 10 mM       | G tallo (mm) | 1,74  | 0,03 |
| 100 mM      | G tallo (mm) | 1,82  | 0,03 |

### Anexo 7 Tablas de medias y errores estándar de longitud de raíz

| Tratamiento | Medias | E.E. |   |
|-------------|--------|------|---|
| M 100mM     | 7,04   | 0,40 | A |
| M 10mM      | 6,26   | 0,40 | B |
| M 1mM       | 5,89   | 0,40 | B |
| MO          | 5,83   | 0,40 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| Tratamiento | Variable | Media | E.E. |
|-------------|----------|-------|------|
| 0 mM        | Lon Raíz | 5,83  | 0,21 |
| 1 mM        | Lon Raíz | 5,89  | 0,17 |
| 10 mM       | Lon Raíz | 6,26  | 0,20 |
| 100 mM      | Lon Raíz | 7,04  | 0,24 |

### Anexo 8 Tablas de medias y errores estándar de longitud de hipocótilo

| Tratamiento | Medias | E.E. |   |     |
|-------------|--------|------|---|-----|
| M 10mM      | 5,30   | 0,13 | A |     |
| M 100mM     | 5,20   | 0,13 | A | B   |
| MO          | 5,01   | 0,13 |   | B C |
| M 1mM       | 4,83   | 0,13 |   | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| Tratamiento | Variable | Media | E.E. |
|-------------|----------|-------|------|
| 0 mM        | Lon Hip  | 5,01  | 0,08 |
| 1 mM        | Lon Hip  | 4,83  | 0,07 |
| 10 mM       | Lon Hip  | 5,30  | 0,10 |
| 100 mM      | Lon Hip  | 5,20  | 0,09 |

### Anexo 9 Tablas de medias y errores estándar de área foliar

| Tratamiento | Medias | E.E. |   |
|-------------|--------|------|---|
| 100 mM      | 18,75  | 0,69 | A |
| 10 mM       | 17,95  | 0,69 | A |
| 1 mM        | 14,43  | 0,69 | B |
| 0 mM        | 14,42  | 0,69 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| Tratamiento | Variable | Media | E.E. |
|-------------|----------|-------|------|
| 0 mM        | AFoliar  | 14,42 | 0,74 |
| 1 mM        | AFoliar  | 14,43 | 0,66 |
| 10 mM       | AFoliar  | 17,95 | 0,68 |
| 100 mM      | AFoliar  | 18,75 | 0,69 |

### Anexo 10 Tablas de medias y errores estándar de longitud total

| Tratamiento | Medias | E.E. |   |
|-------------|--------|------|---|
| 100 mM      | 10,23  | 0,27 | A |
| 10 mM       | 9,46   | 0,27 | B |
| 0 mM        | 8,74   | 0,27 | C |
| 1 mM        | 8,23   | 0,27 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

| Tratamiento | Variable  | Media | E.E. |
|-------------|-----------|-------|------|
| 0 mM        | Lon Total | 8,74  | 0,22 |
| 1 mM        | Lon Total | 8,23  | 0,24 |

|        |           |       |      |
|--------|-----------|-------|------|
| 10 mM  | Lon Total | 9,46  | 0,24 |
| 100 mM | Lon Total | 10,23 | 0,25 |

*Anexo 11 Tabla de temperatura y humedad relativa diaria durante la investigación*

| <b>Actividad</b>            | <b>Fecha</b> | <b>Temperatura max</b> | <b>Temperatura min</b> | <b>Humedad max</b> | <b>Humedad min</b> |
|-----------------------------|--------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Siembra</b>              | 9/8/2023     | 24,5                   | 12,1                   | 79                 | 31                 |
|                             | 10/8/2023    | 25,6                   | 11,4                   | 76                 | 35                 |
|                             | 11/8/2023    | 23,4                   | 12,9                   | 80                 | 21                 |
|                             | 12/8/2023    | 34,2                   | 12,3                   | 81                 | 24                 |
|                             | 13/8/2023    | 26,4                   | 13,3                   | 84                 | 34                 |
|                             | 14/8/2023    | 28,9                   | 13,3                   | 84                 | 34                 |
|                             | 15/8/2023    | 33,6                   | 16,5                   | 86                 | 23                 |
|                             | 16/8/2023    | 29,2                   | 12,5                   | 85                 | 35                 |
|                             | 17/8/2023    | 33,3                   | 12,5                   | 84                 | 26                 |
|                             | 18/8/2023    | 33,2                   | 11,7                   | 84                 | 25                 |
|                             | 19/8/2023    | 35,1                   | 15,6                   | 83                 | 25                 |
|                             | 20/8/2023    | 35,2                   | 15,5                   | 85                 | 26                 |
|                             | 21/8/2023    | 32,2                   | 16,1                   | 87                 | 34                 |
|                             | 22/8/2023    | 33,1                   | 16,6                   | 87                 | 36                 |
|                             | 23/8/2023    | 28,5                   | 12,7                   | 86                 | 47                 |
|                             | 24/8/2023    | 30,2                   | 12,7                   | 86                 | 26                 |
|                             | 25/8/2023    | 29                     | 11,7                   | 82                 | 28                 |
|                             | 26/8/2023    | 31,8                   | 10,5                   | 86                 | 27                 |
|                             | 27/8/2023    | 35,5                   | 11                     | 82                 | 21                 |
|                             | 28/8/2023    | 33,8                   | 13,3                   | 80                 | 21                 |
|                             | 29/8/2023    | 33,4                   | 14,2                   | 81                 | 25                 |
| <b>Aplicación de melaza</b> | 30/8/2023    | 33,4                   | 10,1                   | 81                 | 23                 |
|                             | 31/8/2023    | 36,3                   | 12                     | 81                 | 21                 |
|                             | 1/9/2023     | 33,1                   | 11,1                   | 82                 | 25                 |
|                             | 2/9/2023     | 34,2                   | 12,1                   | 80                 | 23                 |
|                             | 3/9/2023     | 35                     | 14                     | 82                 | 20                 |
|                             | 4/9/2023     | 32                     | 14,4                   | 84                 | 29                 |
| <b>Evaluación 1</b>         | 5/9/2023     | 30,8                   | 15,1                   | 83                 | 29                 |
| <b>Aplicación de melaza</b> | 6/9/2023     | 30,6                   | 10,8                   | 78                 | 27                 |
|                             | 7/9/2023     | 32,6                   | 10                     | 78                 | 21                 |
|                             | 8/9/2023     | 34,7                   | 10,9                   | 79                 | 21                 |
| <b>Evaluación 2</b>         | 9/9/2023     | 35,4                   | 13,4                   | 82                 | 21                 |
|                             | 10/9/2023    | 33,5                   | 14,4                   | 81                 | 26                 |
|                             | 11/9/2023    | 33,5                   | 14,4                   | 81                 | 26                 |

|                             |           |      |      |    |    |
|-----------------------------|-----------|------|------|----|----|
| <b>Aplicación de melaza</b> | 12/9/2023 | 34,9 | 11,5 | 80 | 26 |
| <b>Evaluación 3</b>         | 13/9/2023 | 35,9 | 11,5 | 80 | 20 |
|                             | 14/9/2023 | 36,1 | 14,2 | 80 | 21 |
|                             | 15/9/2023 | 32,6 | 15,7 | 78 | 30 |
| <b>Aplicación de melaza</b> | 16/9/2023 | 32,4 | 10,8 | 78 | 26 |
| <b>Evaluación 4</b>         | 17/9/2023 | 32,7 | 9,9  | 76 | 22 |
|                             | 18/9/2023 | 34,5 | 15,4 | 80 | 21 |
|                             | 19/9/2023 | 34,5 | 13,5 | 80 | 21 |
| <b>Aplicación de melaza</b> | 20/9/2023 | 36,8 | 12,7 | 78 | 23 |
| <b>Evaluación 5</b>         | 21/9/2023 | 31,5 | 9,9  | 80 | 25 |
|                             | 22/9/2023 | 33,6 | 10,9 | 78 | 24 |
|                             | 23/9/2023 | 34,6 | 12,2 | 82 | 22 |