

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Factores que Afectan la Producción y Calidad de Semilla en Tomate  
(*Solanum lycopersicum* L.) en Cielo Abierto, Bajo Dos Tratamientos Químicos y  
Tiempos de Fermentación

Por:

**ARELI GUTIÉRREZ VILLANUEVA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Factores que Afectan la Producción y Calidad de Semilla en Tomate  
(*Solanum lycopersicum* L.) en Cielo Abierto, Bajo Dos Tratamientos Químicos y  
Tiempos de Fermentación

Por:

**ARELI GUTIÉRREZ VILLANUEVA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Alfredo Sánchez López

Asesor Principal



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor



Dr. Homero Ramírez Rodríguez

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

### **AGRADEZCO A:**

#### **Dios**

Por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

#### **Mi Alma Terra Mater**

Por darme oportunidad de formarme como profesionalista y mejorar como persona, por los conocimientos y experiencias que aquí encontré, por darme la oportunidad de sentirme parte de tan bella institución.

#### **M.C. Alfredo Sánchez López**

Por su entrega en mi aprendizaje, por compartir sus conocimientos e impulsarme a ser cada día mejor, es usted una persona humilde y con un gran corazón, gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de trabajar con usted, en todo momento conté con un asesor, un amigo y un gran consejero.

### **MUCHAS GRACIAS**

#### **M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos**

Por el apoyo brindado durante los Análisis Estadísticos, mostrando disponibilidad en todo momento para aclarar dudas.

#### **Dr. Homero Ramírez Rodríguez**

Por su disponibilidad y participación en el presente Trabajo de Investigación.

#### **Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez**

Por brindarnos las facilidades para trabajar en el Laboratorio de Poscosecha perteneciente al Departamento de Horticultura.

#### **Ing. Francisco Javier Alemán Granados**

Por el apoyo brindado y por mostrar disponibilidad en todo momento.

### **Laboratorista María Guadalupe Pérez Ovalle**

Por el apoyo brindado durante la etapa de Evaluación de Variables en Laboratorio.

### **Eugenia de Jesús Gómez**

Por el apoyo brindado durante el presente Trabajo de Investigación, por motivarme a seguir adelante y por brindarme tu amistad no solo durante esta etapa sino a lo largo de la licenciatura. **TE QUIERO MUCHO AMIGA**

### **Luis Leobardo de Jesús**

Por el apoyo brindado durante el transcurso de la licenciatura, por motivarme a seguir adelante, por todos los momentos compartidos sin importar si son buenos o malos. **TE QUIERO MUCHO LEO**

### **Jesús López**

Por brindarme tu sincera amistad, por el apoyo brindado durante el transcurso de la licenciatura, por tus consejos, sin duda mi mejor amigo, gracias por estar para mí en todo momento. **TE QUIERO MUCHO CHUY**

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES:**

#### **JOSEFINA VILLANUEVA**

Mami le agradezco primero que nada por darme la vida, educarme e inculcarme valores como la humildad, de usted aprendí a ser fuerte y luchar por mis sueños, vencer mis miedos y salir adelante.

#### **JOSÉ GUTIÉRREZ**

Papi le agradezco por estar para mí siempre, mi título se lo dedico a usted, sus sueños y los míos dejaron de ser solo sueños a partir de hoy, para pasar a ser realidad. Es el mejor papá del mundo, es un orgullo ser su hija, para mí no tiene defectos simplemente lo veo como ese padre cariñoso y amoroso conmigo.

**PAPI, MAMI, SON EL AMOR DE MI VIDA, AHORA QUE COMIENZA UNA NUEVA ETAPA EN MI VIDA LOS QUIERO SIEMPRE CONMIGO, LOS AMO**

#### **RAQUEL GUTIÉRREZ**

#### **ANSELMO JUÁREZ**

Gracias por su apoyo incondicional, gran parte del éxito de hoy se lo debo a ustedes, me ayudaron a cumplir uno de mis más grandes sueños, razón por la cual siempre estaré en deuda con ustedes.

Para llegar a la meta final tuvimos que caminar por un camino lleno de obstáculos y retos por cumplir, hoy logramos llegar a la meta, pero no al final del camino, es ahora cuando debo tomar su lugar y corresponder a su apoyo y amor incondicional para continuar por ese camino hasta llegar al final.

## **MAMÁ, PAPÁ, SIEMPRE ESTARÉ PARA USTEDES, LOS AMO**

### **A MIS ABUELITOS:**

#### **GENOVEVA SERRANO**

Abuelita, usted mi más grande amor, es la luz de mis ojos, por usted luche por mis sueños, sus consejos fueron y seguirán siendo los más sabios, la quiero demasiado que no encuentro las palabras correctas para expresar el amor que le tengo, solo lo resumiré en dos palabras, simplemente en un **LA AMO**.

#### **DAVID GUTIÉRREZ**

Abuelito, usted fue una de las personas que me apoyo al inicio y eso nunca se me olvidara, usted me ha dado la mejor lección de mi vida, a pesar de los malos momentos nunca se rinde. **LO AMO**.

### **A MI HERMANA:**

#### **CRISTINA GUTIÉRREZ**

Mi niña gracias por tu apoyo incondicional, por estar para mí en las buenas y en las malas, diosito me dio la oportunidad de tenerte como única hermana pero no necesito más porque tu amor, apoyo y cariño son suficientes para motivarme a cumplir mis sueños. Eres la mejor hermana del mundo, me siento afortunada de poder llamarte hermana y saber que estarás para mí en todo momento.

**TE AMO CHAPARRA**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....  | I   |
| <b>DEDICATORIAS</b> .....   | III |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....                                      | XI  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                      | XIV |
| <b>RESUMEN</b> .....  | XVI |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1   |
| 1.1 Justificación.....  | 3   |
| 1.2 Objetivo general.....   | 3   |
| 1.3 Objetivos específicos.....                                      | 4   |
| 1.4 Hipótesis.....  | 4   |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                             | 5   |
| 2.1 Generalidades del tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.)..... | 5   |
| 2.1.1 Origen.....   | 5   |
| 2.1.2 Importancia.....  | 5   |
| 2.2 Aspectos botánicos.....   | 6   |
| 2.2.1 Semilla.....  | 7   |
| 2.2.2 Germinación.....  | 7   |
| 2.2.2.1 Proceso de germinación.....                                 | 7   |
| 2.2.3 Raíz.....   | 7   |
| 2.2.4 Crecimiento de la planta.....                                 | 7   |
| 2.2.5 Flor.....   | 8   |
| 2.2.5.1 Temperatura requerida y floración.....                      | 8   |
| 2.2.6 Patrón de fructificación.....                                 | 9   |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.7 Tallo.....  | 9  |
| 2.2.8 Hoja .....  | 9  |
| 2.3 Etapas fenológicas.....                               | 10 |
| 2.3.1 Inicial .....                                       | 10 |
| 2.3.2 Vegetativa.....                                     | 10 |
| 2.3.3 Reproductiva .....                                  | 10 |
| 2.4 Selección del cultivar .....                          | 10 |
| 2.5 Manejo de plántula.....                               | 11 |
| 2.6 Germinación .....                                     | 11 |
| 2.6.1 Factores a tomar en cuenta.....                     | 11 |
| 2.6.1.1 Estado de la semilla .....                        | 11 |
| 2.6.1.2 Temperatura.....                                  | 12 |
| 2.6.1.3 Humedad.....                                      | 12 |
| 2.6.1.4 Profundidad de siembra .....                      | 12 |
| 2.6.1.5 Aireación .....                                   | 13 |
| 2.6.1.6 Oscuridad.....                                    | 13 |
| 2.7 Producción de semilla con estándares de calidad ..... | 13 |
| 2.8 Fermentación.....                                     | 14 |
| 2.9 Calidad de la semilla.....                            | 14 |
| 2.9.1 Concepto .....                                      | 14 |
| 2.9.2 Componentes de calidad .....                        | 15 |
| 2.9.2.1 Calidad física.....                               | 15 |
| 2.9.2.2 Calidad genética.....                             | 15 |
| 2.9.2.3 Calidad fisiológica .....                         | 15 |
| 2.9.2.4 Calidad fitosanitaria.....                        | 15 |



|   |    |
|---|----|
| 2.9.3 Características de una semilla de calidad .....                                 | 15 |
| 2.9.3.1 Pureza.....   | 15 |
| 2.9.3.2 Poder germinativo .....   | 16 |
| 2.9.3.3 Vigor.....  | 16 |
| 2.9.3.4 Sanidad .....   | 16 |
| 2.9.3.5 Uniformidad .....   | 16 |
| 2.10 Beneficios del uso de semilla de calidad .....                                   | 16 |
| 2.10.1 Menor desperdicio de semilla .....   | 16 |
| 2.10.2 Uniformidad en la emergencia.....  | 17 |
| 2.10.3 Menor incidencia de patógenos en el cultivo .....                              | 17 |
| 2.10.4 Asertividad en la variedad sembrada.....                                       | 17 |
| 2.11 Componentes abióticos que afectan la producción de semillas hortícolas .....     | 18 |
| 2.11.1 El agua .....  | 18 |
| 2.11.2 La luz.....  | 18 |
| 2.11.3 El viento.....   | 18 |
| 2.11.4 Temperatura .....  | 18 |
| 2.11.5 Fertilidad del suelo.....  | 18 |
| 2.12 Momento para cosechar semillas de tomate.....                                    | 19 |
| 2.13 Factores que podrían tener efectos sobre la calidad de las semillas.....         | 19 |
| 2.13.1 El uso de insecticidas .....   | 19 |
| 2.13.2 El tamaño de la semilla.....   | 19 |
| 2.13.3 Estreses medio ambientales.....  | 20 |
| 2.14 Métodos para obtención de semillas.....  | 20 |
| 2.15 Importancia del Ácido Clorhídrico e Hipoclorito de Sodio en la germinación ..... | 20 |

|  |    |
|--|----|
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | 22 |
| 3.1 Localización del primer sitio experimental (Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México) ..... | 22 |
| 3.2 Características del sitio experimental (Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México) .....     | 24 |
| 3.2.1 Clima .....  | 24 |
| 3.2.2 Hidrografía.....   | 24 |
| 3.2.3 Suelos.....  | 24 |
| 3.2.4 Flora .....  | 24 |
| 3.2.5 Fauna .....  | 24 |
| 3.3 Etapas del experimento .....   | 25 |
| 3.3.1 Siembra .....  | 25 |
| 3.3.1.1 Manejo de las charolas sembradas.....  | 25 |
| 3.3.2 Manejo pre-trasplante.....   | 25 |
| 3.3.2.1 Subsueleo y Barbecho .....   | 26 |
| 3.3.2.2 Rastra.....  | 26 |
| 3.3.2.3 Fertilización de fondo .....   | 26 |
| 3.3.2.4 Marcado de camas .....   | 26 |
| 3.3.2.5 Colocación de plásticos.....   | 27 |
| 3.3.2.6 Colocación de cintillas.....   | 27 |
| 3.3.2.7 Riego pre-trasplante.....  | 27 |
| 3.3.3 Trasplante.....  | 27 |
| 3.3.3.1 Diseño experimental .....  | 27 |
| 3.3.4 Manejo pos-trasplante .....  | 29 |
| 3.3.4.1 Colocación de estación .....   | 29 |
| 3.3.4.2 Poda de sanidad.....   | 29 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4 Localización del segundo sitio experimental (Saltillo, Coahuila, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) .....                             | 29        |
| 3.5. Variables Evaluadas en Laboratorio .....  | 32        |
| 3.5.1 Metodología utilizada para la medición de Variables en Laboratorio. 32   |           |
| 3.5.1.1 Peso de Fruto.....   | 32        |
| 3.5.1.2 Número de Lóculos .....  | 33        |
| 3.5.1.3 Distancia entre Mesocarpios .....  | 33        |
| 3.5.1.4 Diámetro Ecuatorial .....  | 34        |
| 3.5.1.5 Diámetro Polar .....   | 34        |
| 3.5.1.6 Firmeza .....  | 35        |
| 3.5.1.7 Número de Semillas.....  | 36        |
| 3.5.1.8 Grosor del Mesocarpio .....  | 36        |
| 3.6 Variables Evaluadas en Invernadero .....   | 37        |
| 3.6.1 Metodología para la Variable Porcentaje de Germinación.....  | 37        |
| 3.7 Descripción de los tratamientos .....  | 37        |
| 3.7.1 Tratamientos Químicos.....   | 38        |
| 3.7.2 Tratamientos por Fermentación.....   | 38        |
| 3.8 Metodología para semilla tratada con Hipoclorito de Sodio (NaClO) y Ácido Clorhídrico (HCl) ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos ..... | 38        |
| 3.9 Metodología para semilla tratada bajo Fermentación durante 24 y 48 horas.....  | 40        |
| 3.10 Metodología para la siembra de semilla tratada .....  | 41        |
| 3.11 Lecturas del Porcentaje de Germinación .....  | 43        |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>44</b> |
| <b>V.CONCLUSIÓN.....</b>   | <b>66</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>68</b> |
| <b>VII. APÉNDICE .....</b>                  | <b>73</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Descripción del Material Genético Experimental .....  | 28 |
| <b>Cuadro 2.</b> Distribución de Charolas para Germinación .....   | 42 |
| <b>Cuadro 3.</b> Variables Analizadas en Laboratorio para Determinar las Diferencias Organolépticas Existentes Entre los Materiales de Tomate .....  | 45 |
| <b>Cuadro 4.</b> Variables Analizadas en Invernadero para Determinar las Diferencias Existentes por Tratamiento .....  | 54 |
| <b>Cuadro 5.</b> Análisis de Varianza para la Variable Peso del Fruto .....  | 73 |
| <b>Cuadro 6.</b> Análisis de Varianza para la Variable Número de Lóculos .....   | 73 |
| <b>Cuadro 7.</b> Análisis de Varianza para la Variable Diámetro Ecuatorial.....  | 73 |
| <b>Cuadro 8.</b> Análisis de Varianza para la Variable Diámetro Polar .....  | 74 |
| <b>Cuadro 9.</b> Análisis de Varianza para la Variable Grosor del Mesocarpio .....   | 74 |
| <b>Cuadro 10.</b> Análisis de Varianza para la Variable Distancia entre Mesocarpios ..   | 74 |
| <b>Cuadro 11.</b> Análisis de Varianza para la Variable Firmeza .....  | 74 |
| <b>Cuadro 12.</b> Análisis de Varianza para la Variable Número de Semillas.....  | 75 |
| <b>Cuadro 13.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 6 días después de la siembra .....                                     | 75 |
| <b>Cuadro 14.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 6 días después de la siembra .....                                     | 75 |
| <b>Cuadro 15.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 6 días después de la siembra ..... | 76 |
| <b>Cuadro 16.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 6 días después de la siembra .....    | 76 |
| <b>Cuadro 17.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 7 días después de la siembra .....                                     | 76 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 18.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 7 días después de la siembra .....                                     | 77 |
| <b>Cuadro 19.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 7 días después de la siembra ..... | 77 |
| <b>Cuadro 20.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 7 días después de la siembra .....    | 78 |
| <b>Cuadro 21.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 8 días después de la siembra .....                                     | 78 |
| <b>Cuadro 22.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 8 días después de la siembra .....                                     | 78 |
| <b>Cuadro 23.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 8 días después de la siembra ..... | 79 |
| <b>Cuadro 24.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 8 días después de la siembra .....    | 79 |
| <b>Cuadro 25.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 9 días después de la siembra .....                                     | 79 |
| <b>Cuadro 26.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 9 días después de la siembra .....                                     | 80 |
| <b>Cuadro 27.</b> Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 9 días después de la siembra ..... | 80 |

**Cuadro 28.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 9 días después de la siembra ..... 81

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Localización de Nuevo León .....   | 23 |
| <b>Figura 2.</b> Localización de Cadereyta Jiménez.....   | 23 |
| <b>Figura 3.</b> Localización de Saltillo Coahuila.....   | 30 |
| <b>Figura 4.</b> Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .....  | 31 |
| <b>Figura 5.</b> Localización del Laboratorio de Poscosecha perteneciente al<br>Departamento de Horticultura .....                        | 31 |
| <b>Figura 6.</b> Localización del Invernadero perteneciente al Departamento de<br>Forestal.....   | 32 |
| <b>Figura 7.</b> Peso Promedio del Fruto Para los Diferentes Materiales de Tomate<br>(gramos).....  | 46 |
| <b>Figura 8.</b> Número Promedio de Lóculos Para los Diferentes Materiales de<br>Tomate (por fruto) .....                                 | 47 |
| <b>Figura 9.</b> Diámetro Ecuatorial Promedio Para los Diferentes Materiales de<br>Tomate (centímetros).....                              | 48 |
| <b>Figura 10.</b> Diámetro Polar Promedio Para los Diferentes Materiales de Tomate<br>(centímetros).....                                  | 49 |
| <b>Figura 11.</b> Grosor Promedio del Mesocarpio Para los Diferentes Materiales de<br>Tomate (milímetros).....                            | 50 |
| <b>Figura 12.</b> Distancia Promedio entre Mesocarpios Para los Diferentes<br>Materiales de Tomate (milímetros).....                      | 51 |
| <b>Figura 13.</b> Firmeza Promedio Para los Diferentes Materiales de Tomate<br>(kg/cm <sup>2</sup> , con puntilla de 11 milímetros) ..... | 52 |
| <b>Figura 14.</b> Número Promedio de Semillas Para los Diferentes Materiales de<br>Tomate (por fruto) .....                               | 53 |
| <b>Figura 15.</b> Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada Bajo Fermentación<br>Durante 24 Horas.....                                 | 56 |
| <b>Figura 16.</b> Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada Bajo Fermentación<br>Durante 48 Horas.....                                 | 59 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 17.</b> Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada con Hipoclorito de Sodio a una Concentración de 1% Durante 25 Segundos ..... | 61 |
| <b>Figura 18.</b> Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada con Ácido Clorhídrico a una Concentración de 1% Durante 25 Segundos .....    | 63 |

## RESUMEN

El tomate es considerado uno de los cultivos con mayor demanda a nivel mundial, durante la década reciente la producción y el consumo per cápita de tomate, promedio, registran tendencia al alza, México en los últimos años se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores de esta hortaliza. La presente Investigación se llevó a cabo en dos sitios experimentales, Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México, en este sitio perteneciente a un productor cooperante se estableció el experimento en una fecha tardía bajo cielo abierto y se le dio seguimiento desde su trasplante hasta la etapa de cosecha y como segundo sitio fue el Campus Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el Laboratorio de Poscosecha perteneciente al Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se evaluaron las Variables de Calidad como, Peso del Fruto (gramos), Número de Lóculos (por fruto), Diámetro Ecuatorial (centímetros), Diámetro Polar (centímetros), Grosor del Mesocarpio (milímetros), Distancia entre Mesocarpios (milímetros), Número de Semillas (por fruto) y Firmeza ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ , con puntilla de 11 milímetros). En el Invernadero perteneciente al Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, aquí se evaluó la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo dos Tratamientos Químicos y Fermentación en dos tiempos y se llevó a cabo la siembra de los Materiales Vegetativos Evaluados. El objetivo fue identificar los factores que afectan la Producción y Calidad de semilla, utilizando dos nuevas Variedades (**Villa Narro<sup>®</sup>** y **SofiMely<sup>®</sup>**) de hábito Semi-Indeterminado, un Material Experimental Híbrido (**Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**) de hábito Semi-Indeterminado y un Híbrido Comercial (**Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**) de hábito Indeterminado. El diseño experimental utilizado en campo fue de bloques al azar con 4 repeticiones y 4 tratamientos y para Laboratorio e Invernadero se utilizó un diseño completamente al azar con 3 repeticiones y 4 tratamientos. Se efectuaron los Análisis de Varianza (ANVA) y comparación de medias a través

de la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados arrojaron que los diferentes tratamientos manejados en la presente Investigación se manifestaron de forma muy diferente para cada Material Genético en particular, presentando diferencia significativa para las Variables Peso Promedio del fruto en gramos, Número Promedio de Lóculos por fruto, Grosor Promedio del Mesocarpio en milímetros, Número Promedio de Semillas por fruto, Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas, Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas, Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ) a una concentración de 1%, durante 25 segundos y para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) a una concentración de 1%, durante 25 segundos. Se demostró que el mejor tratamiento, para obtener una mejor Calidad de semilla en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), fue el tratamiento con Ácido Clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) a una concentración de 1%, sumergiendo la semilla durante un lapso de 25 segundos, seguido por el tratamiento con Hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ) a una concentración de 1%, sumergiendo la semilla durante un lapso de 25 segundos.

**Palabras clave:** Semi-Indeterminado, Ácido Clorhídrico, Fermentación, Germinación, Calidad.

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es considerado uno de los principales cultivos a nivel mundial, debido a su elevado potencial alimenticio. (FAOSTAT, 2016). Sin embargo, la producción en el país presenta grandes pérdidas por la baja calidad en el fruto cosechado en la mayoría de los materiales genéticos que se manejan, por no satisfacer con los atributos de calidad en vida de anaquel, manejo de poscosecha, compuestos bioactivos y al propio consumidor en los mercados nacional y de exportación. (Sánchez, 2018).

La producción y el consumo mundial de tomate, así como el consumo per cápita, promedio, registran tendencia al alza durante la década reciente. A nivel del Norte y Centroamérica, el consumo per cápita por año es alrededor de los 26.9 kilogramos., mientras que a nivel mundial es de 12.6 kilogramos. (FIRA, 2017).

De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.7% entre 2004 y 2014, para ubicarse en 5.0 millones de hectáreas.

El cultivo del tomate es el quinto en importancia por su contribución en el valor de la producción agrícola primaria en México, siendo México el principal exportador de esta hortaliza. (FIRA, 2017).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate en México creció a una tasa promedio anual de 4.8% entre 2006 y 2016, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.3 millones de toneladas.

En el cultivo a cielo abierto ha mostrado una tendencia a decrecer año con año, la superficie sembrada se redujo a una tasa promedio anual de 5.6%

entre 2006 y 2016, al pasar de 65,431 a 36,855 hectáreas. Por el contrario, la superficie establecida con agricultura protegida (macro túnel, malla sombra e invernadero) pasó de 1,078 a 15,006 hectáreas en el período mencionado, es decir, creció a una tasa promedio anual de 30.1%. (SIAP, 2016).

En 2016, el 56.3% de la producción nacional de tomate se concentró en cinco entidades: Sinaloa (27.6%), San Luis Potosí (9.2%), Michoacán (7.0%), Baja California (6.7%), y Zacatecas (5.7%). (SIAP, 2016).

El tomate mantiene su importancia y dinamismo en el comercio exterior agropecuario del país, reportándose que en 2016 fue el principal producto agropecuario de exportación, con una participación de 13.2% en el total de las ventas al exterior de productos agropecuarios y pesqueros. Durante la última década, el valor de las exportaciones mexicanas creció a una tasa promedio anual de 5.5%. (SIAP, 2016).

Por considerarse al cultivo de tomate una hortaliza de suma importancia a nivel mundial y con una fuerte demanda en México es necesario llevar a cabo la producción de manera exitosa, por lo tanto, en el presente Trabajo de Investigación se pretende identificar los factores que afectan la obtención y calidad de semilla en tomate, ya que en todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad del recurso semilla que los productores demandan para su establecimiento.

Las semillas son el punto de innovación para una producción exitosa y es indispensable que tengan una buena respuesta a las condiciones en que son sometidas y que produzcan plántulas de alta calidad, para alcanzar el máximo rendimiento. Desde un punto de vista sustentable, es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de una semilla con esta característica, ya que un cultivo puede resultar de una respuesta inferior por la semilla utilizada, pero nunca mejor que esta.

## **1.1 Justificación**

Por la importancia que representa para los productores el contar con una semilla de alta calidad, el presente Trabajo de Investigación permitirá observar y contar con la información necesaria de acuerdo al comportamiento y respuesta de los resultados en la semilla de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) sometida a dos Tratamientos Químicos y dos tiempos de Fermentación para la posterior identificación de los factores que influyen en dicho comportamiento, analizar la respuesta a la germinación en semilla tratada bajo dos Tratamientos Químicos y sometida a dos tiempos de Fermentación e identificar cuál de los dos tratamientos es mejor (Hipoclorito de Sodio o Ácido Clorhídrico), así como que tiempo de Fermentación (24 ó 48 horas) resulta más eficiente en semilla de tomate, además permitirá identificar que tratamiento justifica la inversión económica para la obtención de la misma.

En base a lo antes expuesto se plantean los siguientes objetivos e hipótesis en la Investigación que se desarrollará bajo Cielo Abierto, Laboratorio e Invernadero.

## **1.2 Objetivo general**

Identificar los factores que afectan la producción y calidad de semilla en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo cielo abierto sometida a diferentes tratamientos.

### 1.3 Objetivos específicos

- Analizar la respuesta en la germinación y vigor de la semilla con los tratamientos de Ácido Clorhídrico e Hipoclorito de Sodio, así como la fermentación a 24 y 48 horas en semilla de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
- Comparar la capacidad de germinación contra el testigo en semillas fermentadas y tratadas químicamente en la calidad de plántula en tres Líneas de tomate.

### 1.4 Hipótesis

- Alguno de los tratamientos aplicados superará al testigo en germinación y calidad de semilla.
- Se manifestará algún efecto fisiológico en el desarrollo y vigor de plántula en los diferentes tratamientos y Líneas de tomate.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

#### 2.1.1 Origen

El origen de la especie *Solanum lycopersicum* se ubica en la región Andina, desde el Sur de Colombia hasta el Norte de Chile. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México, donde se domesticó (Robinson, 2010).

#### 2.1.2 Importancia

Desde el punto de vista alimenticio, el tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de las más importantes. A nivel de Norte y Centroamérica, el consumo per cápita por año es alrededor de los 26.9 kg., mientras que a nivel mundial es de 12.6 kg. (FIRA, 2017).

En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas con vitaminas y minerales que se demandan en la alimentación humana. (CENTA, 2016).

Según datos de SAGARPA, en el 2008 se estimaban más de 9,000 hectáreas dedicadas a producción protegida de hortalizas, desde las 721 registradas en 1999. Sin embargo la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) estima que en la actualidad existen unas 15,000 hectáreas en base a resultados del “Estudio de Oportunidades Externas para el Desarrollo de la Inteligencia Comercial del Mercado de Exportación de la Horticultura Protegida Nacional” implementado en la zona Noroeste de México en 1999.



De la superficie protegida total, una gran parte corresponde al cultivo de tomate, siendo los tipos roma, bola y cereza, los más populares en dicha modalidad de producción. Sólo en Sinaloa existen unas 15,000 hectáreas dedicadas al cultivo de tomate, de las cuales más del 10% son protegidas. Debido a los buenos resultados obtenidos con dicha modalidad, se ha incrementado la superficie de producción en casa sombra, principalmente para el mercado de exportación. (AMHPAC, 2017).

Es importante mencionar que gracias a los altos estándares de producción que presenta el tomate, es una de las hortalizas con mayor demanda tanto a nivel nacional como internacional ya que cuenta con un alto grado de calidad e inocuidad que lo hacen una de las especies vegetales con más rendimiento y rentabilidad. En el país existen distintas variedades de tomate rojo, entre las más importantes están el tomate cherry, saladette, tipo pera, clúster y bola grande. (AMHPAC, 2017).

En los últimos años se ha incrementado la producción tomatara en un 50%, esto debido a que con el paso del tiempo se han desarrollado nuevas tecnologías y mejorado los métodos para su obtención; inclusive en la actualidad existe una mayor superficie destinada para su siembra, tan sólo en 2010 se ocuparon poco más de 54 mil hectáreas para su cultivo. Asimismo, de acuerdo con datos arrojados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), a lo largo del 2014 México produjo cerca de 2.8 millones de toneladas de tomate, razón por la cual su producción ocupa el segundo lugar después del cultivo de chile.

## **2.2 Aspectos botánicos**

La planta de tomate es anual, de porte arbustivo, se desarrolla de forma rastrera, semi-erecta o erecta, dependiendo de la variedad. El crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las indeterminadas. (CENTA, 2016).

## **2.2.1 Semilla**

La semilla de tomate es aplanada y de forma lenticelar con dimensiones aproximadas de 3x2x1 mm.

Si se almacena por periodos prolongados se aconseja hacerlo a humedad del 5.5%. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación arriba del 95%. (Pérez, 2016).

## **2.2.2 Germinación**

### **2.2.2.1 Proceso de germinación**

El proceso de germinación comprende tres etapas:

- I. Rápida absorción:** Se produce una rápida absorción de agua.
- II. Reposo:** Etapa durante la cual no se observa ningún cambio; la semilla comienza a absorber agua de nuevo.
- III. Crecimiento:** Etapa asociada al proceso de germinación de la semilla.

Este proceso necesita elevadas cantidades de oxígeno; cuando la oxigenación es deficiente se reduce drásticamente la germinación, como suele ocurrir en suelos anegados.

La temperatura óptima oscila entre los 20 y 25 °C; se produce mejor en la oscuridad, en algunas variedades resulta inhibida por la luz. (Hurtado, 2016).

## **2.2.3 Raíz**

El sistema radicular del tomate está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias.

Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 metros y alcanza más de 0.5 metros de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 metros de la superficie. (Aparicio, 2017).

## **2.2.4 Crecimiento de la planta**

Por su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser:

- **De crecimiento Indeterminado**

El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero. (HaifaChemicals, 2014).

- **De crecimiento Determinado**

Las variedades de crecimiento determinado, tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado, y la producción se obtiene en un período relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un período determinado según sea la necesidad del mercado. (HaifaChemicals, 2014).

- **De crecimiento Semi-Indeterminado**

Este es un carácter que identifica la distancia del hábito de la planta en el dosel de la misma, considerando la distancia de sus entrenudos más estrechos entre inflorescencia e inflorescencia y manteniendo la relación de 3 foliolos distribuidos en los tallos sin modificarse su estructura, independiente del manejo que se le proporcione en la poda respectiva y sitio de producción. (Sánchez, 2016).

## **2.2.5 Flor**

La flor del tomate es perfecta, de color amarillo, consta de 5 ó más sépalos, 5 ó más pétalos y de 5 a 6 estambres; se agrupan en inflorescencias de tipo racimo cimoso, compuesto por 4 a 12 flores. (Hurtado, 2016).

### **2.2.5.1 Temperatura requerida y floración**

Temperaturas superiores a los 30°C ocasionan que el polen no madure, por lo tanto no hay fecundación, observándose aborto floral o caída de flor. (Argueta, 2016).

Las variedades de tomate de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después de la siembra; mientras que las de crecimiento indeterminado, entre los 65 a 75 días después de la siembra. (Hurtado, 2016).

### **2.2.6 Patrón de fructificación**

Para que ocurra una buena fecundación (cuaje) de frutos, se requiere que la temperatura nocturna sea menor que la diurna, en aproximadamente 6°C. La temperatura nocturna debe oscilar entre el rango de los 13 a 26°C, para la mayoría de las variedades, pues si la temperatura interna del fruto es mayor a 30°C, se inhibe la síntesis de licopeno (compuesto responsable del color rojo del fruto) produciéndose frutos con maduración y coloración desuniformes. (Argueta, 2016).

El inicio de la fructificación ocurre entre los 60 a 65 días después de la siembra, y la primera cosecha puede realizarse entre los 75 a 80 días, si la variedad es de crecimiento determinado. Si es indeterminada, la fructificación da inicio entre los 70 a 80 días, y la primera cosecha se realiza entre los 85 a 90 días después de siembra. (CENTA, 2016).

El número de cortes dependerá del manejo dado al cultivo de tomate, de las condiciones climáticas imperantes durante su ciclo de cultivo y de su hábito de crecimiento. Sin embargo, pueden realizarse en promedio de 7 a 8 cortes en las variedades de crecimiento determinado, y de 12 a 15 cortes en las indeterminadas. (Argueta, 2016).

### **2.2.7 Tallo**

Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 centímetros de ancho y es más delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares (Aparicio, 2017).

Inicialmente el tallo tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular (Aparicio, 2017).

### **2.2.8 Hoja**

Es pinnada y compuesta, presenta de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y cenicento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo (Aparicio, 2017).

### **2.3 Etapas fenológicas**

En el cultivo del tomate, se observan tres etapas durante su ciclo de vida.

#### **2.3.1 Inicial**

Comienza con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis. (HaifaChemicals, 2014).

#### **2.3.2 Vegetativa**

Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. (HaifaChemicals, 2014).

#### **2.3.3 Reproductiva**

Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 ó 40 días, y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración. (HaifaChemicals, 2014).

### **2.4 Selección del cultivar**

Para lograr una siembra exitosa, la selección del cultivar es el criterio más importante a considerar. Los agricultores buscan cultivares productivos y frutos de tamaño grande resistentes a daños durante el transporte y a ciertas enfermedades comunes en el medio, que pueden ser limitantes a la producción (INTA, 2014).

## **2.5 Manejo de plántula**

El monitoreo de las plántulas es fundamental, por ser el periodo donde aparecen las primeras plagas y enfermedades. Los problemas más serios que se presentan son las enfermedades virales transmitidas por la mosca blanca, de ahí la importancia de obtener plántulas sanas (Guevara, 2014).

Las plántulas poseen tejidos tiernos y efectúan una gran actividad fotosintética, por lo que son sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad, lo que amerita tener cuidados máximos. Estas condiciones se pueden controlar mejor en un invernadero. La disponibilidad de agua es muy importante, debido a que las semillas y las plántulas requieren riegos cortos, pero frecuentes, realizados preferiblemente por aspersión. (Monge, 2016).

El área destinada para germinación debe estar iluminada, libre de sombras y protegida de vientos fuertes que puedan provocar volcamientos o intensificar la transpiración, hasta el extremo de producir quemaduras o marchitamiento de las plántulas. La estructura debe ubicarse de Este a Oeste, para que las plantas reciban la máxima iluminación solar y no se vean afectadas por los cambios bruscos de temperatura que se producen entre el día y la noche. (Guevara, 2014).

## **2.6 Germinación**

La semilla germina en promedio de cinco a ocho días después de la siembra. Sin embargo, la germinación depende de la calidad de la semilla (vigor), en la que influye la temperatura (óptima de 16°C a 28°C) y la humedad del sustrato (capacidad de campo). (Samperio, 2013).

### **2.6.1 Factores a tomar en cuenta**

La germinación en semillas de tomate depende de las condiciones internas y externas a la propia semilla.

#### **2.6.1.1 Estado de la semilla**

La semilla debe ser de calidad, estar libre de enfermedades y tener una buena capacidad para germinar. Se considera que una semilla de calidad debe tener un porcentaje de germinación superior al 95%, es decir, de cada 100 semillas sembradas, al menos 95 deberán germinar. (Samperio, 2013).

Si las semillas son muy viejas, fueron recolectadas cuando aún no estaban bien formadas o no han sido almacenadas adecuadamente, puede que no lleguen a germinar o lo hagan en un porcentaje muy bajo. (Samperio, 2013).

#### **2.6.1.2 Temperatura**

Es uno de los factores más importantes para una pronta germinación. Es sabido que temperaturas más cálidas suelen conllevar un tiempo de germinación más corto, pero una temperatura excesiva tampoco es favorable. Existen varias referencias en la literatura específica en cuanto a la temperatura óptima de germinación, situándose normalmente entre los 16 y 28°C. (Martínez, 2017).

Por debajo de 16°C, la germinación se retrasará, tanto más cuánto más baja sea la temperatura. En cambio, a temperaturas cercanas a los 25°C, la germinación se demora solamente unos 5 ó 6 días. En general, el tiempo de germinación estará comprendido entre 5 y 8 días. (Martínez, 2017).

#### **2.6.1.3 Humedad**

Las semillas necesitan hidratarse para que dé comienzo el proceso de germinación, y para que pueda continuar correctamente. Si no hay agua disponible o ésta es insuficiente, en algún momento durante el proceso, la germinación puede detenerse hasta que la humedad se recupere. En último caso, una desecación extrema del semillero arruinaría toda posibilidad de germinación. (Samperio, 2013).

#### **2.6.1.4 Profundidad de siembra**

La semilla del tomate debe enterrarse no más de 2 ó 3 veces su tamaño. Es decir, si mide 3 mm debe cubrirse con 9 mm de sustrato como máximo.

Si la profundidad es excesiva, la semilla tardará más tiempo en alcanzar la superficie o incluso puede que no llegue a hacerlo nunca, pereciendo en el intento. (Samperio, 2013).

#### **2.6.1.5 Aireación**

Otro factor que influye en la germinación es la aireación del sustrato. La germinación consume mucho oxígeno y si éste no está disponible en cantidad suficiente, el proceso se demorará. (Martínez, 2017).

Por ello es de vital importancia sembrar en sustratos que permitan la entrada de aire, no regar en exceso para evitar encharcamientos y facilitar un drenaje en el fondo del recipiente por dónde saldrá el sobrante de agua de riego. (Martínez, 2017).

#### **2.6.1.6 Oscuridad**

Se sabe que la luz es capaz de inhibir la germinación en algunas variedades de tomate y que, en todas ellas, el proceso se desarrolla mejor en condiciones de oscuridad. (Samperio, 2013).

Durante los primeros 4 ó 5 días tras la siembra, se mantiene el semillero en ausencia de luz hasta que las plantas emergen o están próximas a hacerlo. (Samperio, 2013).

### **2.7 Producción de semilla con estándares de calidad**

La semilla es el vínculo principal de la innovación y la mejora, depositaria del material genético de las variedades agrícolas. El mejoramiento de los cultivos y el suministro de semillas y materiales de siembra de esta calidad resultan imprescindibles para garantizar la mejor producción agrícola tanto para las áreas de mayor potencial como para aquellas áreas menos favorecidas y satisfacer los crecientes desafíos ambientales, respondiendo a la demanda de la sociedad de más y mejores alimentos. La producción de semillas de calidad es una actividad de alta tecnología que demanda años de investigación y desarrollo, así como grandes inversiones. (ArgenBio, 2013).



La producción de semilla requiere de diversos controles para asegurar la pureza genética y la calidad de los atributos fisiológicos como, por ejemplo, la germinación. Además, la semilla requiere de un adecuado manejo poscosecha, clasificación, tratamiento y almacenamiento para poder asegurar la calidad, que involucra entre otros factores, grado de humedad, pureza física y varietal, viabilidad, contenido de malezas y la procedencia de enfermedades (ArgenBio, 2013).

La producción, distribución y comercialización de semillas involucra a numerosos grupos de actores distribuidos en todo el mundo. Esta cadena de valor incluye a los desarrolladores productores de semillas, pequeñas y grandes empresas, institutos de investigación agrícola, proveedores y distribuidores de insumos agrícolas, y por supuesto a los agricultores usuarios de las semillas. (INTA, 2018).

## **2.8 Fermentación**

Cada semilla de tomate se encuentra encerrada en una pequeña envoltura gelatinosa (mucilago) conteniendo sustancias químicas que obligan a la semilla a permanecer en estado adormecido. Sin esta envoltura gelatinosa (mucilago), las semillas germinarían fácilmente en el medio caliente y líquido que constituye el interior del fruto. (Gómez, 2012).

El proceso de fermentación destruye esta envoltura gelatinosa, permitiendo mejorar su capacidad de germinación, de esta manera se agiliza el proceso de germinación. (Gómez, 2012).

## **2.9 Calidad de la semilla**

### **2.9.1 Concepto**

El término “calidad” en la semilla hace referencia al conjunto de características deseables, que comprende distintos atributos, referidos a la conveniencia o aptitud de la semilla para sembrarse. (Bonilla, 2016).

## **2.9.2 Componentes de calidad**

### **2.9.2.1 Calidad física**

Se refiere al grado de pureza física de la semilla; es decir, si existe o no la presencia de semillas de otros cultivos o malezas, materia inerte, así como la integridad de la semilla (semilla quebrada, tamaño y peso de la semilla). (SNICS, 2016).

### **2.9.2.2 Calidad genética**

Consiste en determinar la autenticidad o fidelidad de las semillas de una determinada variedad con respecto a las características de la variedad liberada por el fitomejorador. (SNICS, 2016).

### **2.9.2.3 Calidad fisiológica**

Evalúa la capacidad de la semilla para producir una nueva planta; es decir, la viabilidad, capacidad de germinación y vigor. (SNICS, 2016).

### **2.9.2.4 Calidad fitosanitaria**

Aquí se evalúa y determina la presencia o ausencia de organismos patógenos causantes de enfermedades. El desarrollo de estos organismos dependerá de las condiciones climáticas, el manejo y presencia del inóculo, entre otras. En México el organismo encargado de certificar la calidad de las semillas es el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), cuya función es garantizarle al comprador la adquisición de una semilla con los requisitos mínimos de calidad.

## **2.9.3 Características de una semilla de calidad**

Para que una semilla sea de buena calidad debe presentar las siguientes características:

### **2.9.3.1 Pureza**

Una semilla pura tiene que estar entera, limpia y sin señal de enfermedad o plaga, debe presentar pureza física, genética y fisiológica. (FUNDESYRAM, 2017).

### **2.9.3.2 Poder germinativo**

El poder germinativo se refiere al porcentaje de semillas germinadas sobre el total de semillas viables de una muestra o de un lote. (FUNDESYRAM, 2017).

### **2.9.3.3 Vigor**

Fuerza, capacidad de crecer rápidamente y resistir a los ataques de plagas, resistencia al estrés ambiental (lluvias, sequía) y capacidad de mantener la viabilidad hasta el almacenamiento (embrión vivo). (FUNDESYRAM, 2017).

**Factores condicionantes del vigor:** la planta madre, las condiciones climáticas (humedad relativa del aire y temperatura), la madurez de la semilla, las condiciones ambientales de almacenamiento, los daños mecánicos, la densidad y tamaño de la semilla, la edad de la semilla, la genética, el ataque de microorganismos e insectos, el manejo, la cosecha y poscosecha. (FUNDESYRAM, 2017).

### **2.9.3.4 Sanidad**

La semilla debe estar en estado fisiológico adecuado y sin daños físicos, libre de plagas y de señales de enfermedad. (FUNDESYRAM, 2017).

### **2.9.3.5 Uniformidad**

Las semillas deben ser de la misma forma y tamaño (homogéneo). (FUNDESYRAM, 2017).

## **2.10 Beneficios del uso de semilla de calidad**

Al momento de iniciar un nuevo ciclo agrícola de algún cultivo hortícola siempre se planea la preparación del terreno, la fecha de siembra, la densidad de siembra, la fertilización y hasta la variedad, pero pocas veces nos preguntamos sobre la calidad que tiene la semilla, la cual incide de manera importante sobre el éxito del cultivo. (Valenzuela, 2007).

### **2.10.1 Menor desperdicio de semilla**

La semilla de calidad y certificada garantiza un cierto porcentaje de germinación, además generalmente se establece la cantidad de semillas que contiene el envase donde vienen contenidas. En base a estos parámetros de la calidad física y fisiológica se permite ajustar la cantidad de semilla en relación con el número de plantas que se desea obtener en un área determinada, este ajuste reduce de manera significativa la cantidad de semilla que se emplea en la siembra. Esto es demasiado importante en campo, ya que permite reducir los costos de inversión. (Valenzuela, 2007).

### **2.10.2 Uniformidad en la emergencia**

Esta uniformidad se da como consecuencia de tener un tamaño homogéneo, lo cual garantiza que todas las semillas cuentan con la misma cantidad de reservas, además de tener una viabilidad y vigor similar. Las semillas de baja calidad generalmente se perciben al momento de la emergencia, donde esta es desuniforme, ocasionando que se tenga un cultivo heterogéneo al momento de cosechar. (Valenzuela, 2007).

### **2.10.3 Menor incidencia de patógenos en el cultivo**

Las pruebas que se realizan en laboratorio permiten tener la seguridad de que las semillas no cuentan con el inóculo de algún patógeno que pueda afectar al cultivo durante su crecimiento y desarrollo. (Valenzuela, 2007).

### **2.10.4 Asertividad en la variedad sembrada**

Muchas veces se tienen plantas fuera de tipo o que no presentan las características propias de la variedad como resultado del uso de semilla de mala calidad, consecuentemente esto trae variaciones en el rendimiento obtenido. La semilla certificada cuenta con la garantía de ofrecer las características propias de la variedad elegida. (Valenzuela, 2007).

## **2.11 Componentes abióticos que afectan la producción de semillas hortícolas**

### **2.11.1 El agua**

Es un factor limitante que no se debe descuidar porque puede reducir la producción y calidad de las semillas. En general la etapa más crítica en la cual el agua no puede faltar ocurre al inicio de la floración y finaliza con la madurez de frutos y semillas. Todo este tiempo las plantas necesitarán riegos continuos por lo que se sugiere una frecuencia semanal de riego de 2 a 3 veces durante el verano o épocas de mucho calor y 1 vez en invierno o en épocas más frías. Si dejamos en ese período considerado como crítico faltar agua a las plantas, es probable que afecte de manera negativa la formación y madurez de los frutos o semillas. (Galindez, 2010).

### **2.11.2 La luz**

El sol favorece en general al desarrollo del vegetal y a la formación de semillas, por lo que las plantas deben estar expuestas al sol el mayor tiempo posible. (Galindez, 2010).

### **2.11.3 El viento**

Juega un rol muy importante en aquellas plantas que necesitan este medio para polinizar. Sin embargo, en algunas especies es perjudicial ya que puede causar cruzamientos no deseados. De allí la importancia de las barreras. (Menéndez, 2010).

### **2.11.4 Temperatura**

Las plantas requieren de cierta temperatura para producir semillas. Por ello, se debe respetar las estaciones del año y el momento de siembra de cada especie. (Menéndez, 2010).

### **2.11.5 Fertilidad del suelo**

Existe una correlación entre fertilidad, el crecimiento del fruto y de la semilla. Una nutrición adecuada incrementa la cantidad de producción de fruto y el tamaño de estos, así como de las semillas. La manera de lograr una nutrición equilibrada es mediante rotación, intentando que exista un intervalo de tiempo importante desde la última vez que se sembró la misma especie de la que vamos a obtener semilla. (Galindez, 2010).

## **2.12 Momento para cosechar semillas de tomate**

En tomate una vez que el fruto se ha tornado de color rojo parejo, se debe cortar. Es un fruto carnoso que requiere de una etapa previa al secado. Una de las formas de hacerlo es cortar la fruta de manera transversal con cuidado y retirar las semillas, estas se encuentran rodeadas por una sustancia gelatinosa. Para quitar esa sustancia, se puede colocar en un tamiz o un colador las semillas sin la pulpa y se lava con agua de la llave. (Doria, 2010). Una vez realizado este procedimiento ya se pueden dejar secar las semillas en un papel absorbente o tela. Otra manera que también da buenos resultados es cortar los tomates en trozos pequeños y se pone a fermentar con un poco de agua en un frasco durante dos o tres días, luego se lava el residuo y se recogen las semillas. Esta técnica de fermentación permite generar un medio que causará la muerte de muchos patógenos presentes. Por últimos, se ponen a secar a la sombra y se guarda en bolsa de papel o frasco de vidrio. (Rosello, 2003).

## **2.13 Factores que podrían tener efectos sobre la calidad de las semillas**

### **2.13.1 El uso de insecticidas**

El uso de insecticidas en el periodo de almacenaje de semillas provoca una disminución de la germinación. (Peñaloza, 2001).

### **2.13.2 El tamaño de la semilla**

Semillas de mayor tamaño poseen una gran cantidad de reservas y logran producir plántulas de mayor área foliar, peso seco y altura, lo que también acarrea menores pérdidas de emergencia. (Peñaloza, 2001).

### **2.13.3 Estrés medio ambientales**

Diversos estrés medio ambientales durante el desarrollo reproductivo afectan la calidad de la semilla, como la temperatura, disponibilidad de agua, salinidad, enfermedades e insectos. (Peñaloza, 2001).

### **2.14 Métodos para obtención de semillas**

Para obtener semillas existe el **método simple**, el cual consiste en cortar el tomate en dos, sacar de la pulpa todas las semillas que se pueda, remover en un colador metálico pasando agua para eliminar el máximo de pulpa y poner a secar sobre papel absorbente o de periódico, a la sombra. En una semana estarán secas para almacenar en un bote hermético. (Mata, 2015).

Pero el **método de fermentación**, tiene la ventaja de eliminar los gérmenes patógenos de la superficie de la semilla y del gel que la rodea. Las semillas acaban limpias y fáciles de almacenar (con el método simple pueden quedar trocitos de papel pegados a las semillas). La fermentación elimina también el inhibidor natural de la germinación que tienen naturalmente las semillas, por lo que es importante limitar el tiempo que tienes las semillas fermentando, no sea que empiecen a germinar. (Mata, 2015).

### **2.15 Importancia del Ácido Clorhídrico e Hipoclorito de Sodio en la germinación**

El objeto de agregar algún ácido o álcali al agua para la germinación es reblandecer el tegumento y evitar en lo posible la capa inhibitoria con que cuentan algunas semillas, para este fin se ha usado el ácido nítrico, fosfórico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, hipoclorito de sodio, hidróxido de calcio y tratamientos a base de temperaturas, es decir calentamiento. (Rubio, 2012).

En el caso de semillas de hortalizas se utiliza con el objetivo de eliminar el exceso de mucilago, permitiendo de esta manera mejorar la capacidad de germinación. (Rubio, 2012).



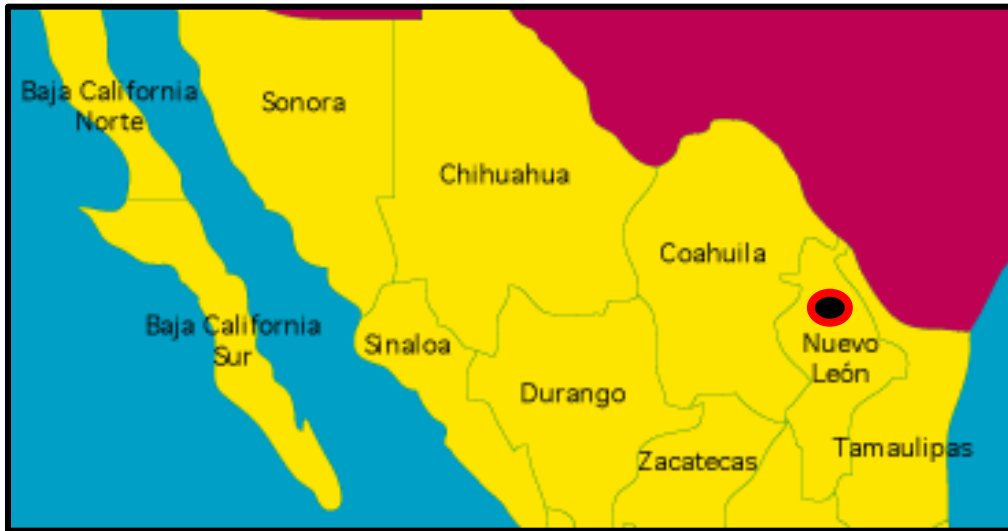
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente Trabajo de Investigación se llevó a cabo en dos sitios experimentales, Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México, en este sitio perteneciente a un productor cooperante se estableció el experimento bajo cielo abierto y se le dio seguimiento desde su trasplante hasta la etapa de cosecha y como segundo sitio experimental fue el Campus Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el Laboratorio de Poscosecha perteneciente al Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se evaluaron las Variables de Calidad como, Peso de Fruto (gramos), Número de Lóculos (por fruto), Diámetro Ecuatorial (centímetros), Diámetro Polar (centímetros), Grosor del Mesocarpio (milímetros), Distancia entre Mesocarpios (milímetros), Número de Semillas (por fruto) y Firmeza ( $\text{kg/cm}^2$ , con puntilla de 11 milímetros). En el Invernadero perteneciente al Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se evaluó la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo dos Tratamientos Químico (Ácido Clorhídrico (HCl) e Hipoclorito de Sodio (NaClO), ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos) y Fermentación en dos tiempos (24 y 48 horas) y se llevó a cabo la siembra de los Materiales Vegetativos Evaluados.

#### **3.1 Localización del primer sitio experimental (Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México)**

Cadereyta Jiménez es uno de los 51 municipios que conforman el estado mexicano de Nuevo León, su ciudad cabecera lleva el mismo nombre.

Se encuentra ubicado en la parte central del estado a una altura de 360 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al Norte con el municipio de Pesquería, al Sur con Santiago, Allende y Montemorelos, al Este con General Terán y Los Ramones y al Oeste con Juárez, Cadereyta queda a 39 kilómetros de Monterrey.



**Figura 1.** Localización de Nuevo León



**Figura 2.** Localización de Cadereyta Jiménez

## **3.2 Características del sitio experimental (Cadereyta Jiménez, Nuevo León, México)**

### **3.2.1 Clima**

Su tipo de clima es seco estepario, con temperatura media anual de 22 °C. En días de verano alcanza los 44 °C y en invierno desciende hasta los -5 °C (bajo cero). Las lluvias son más abundantes principalmente en el Sur y Sureste, registrándose con mayor sucesión de agosto a enero; por lo general de febrero a mayo son ligeras lloviznas y raras veces aguaceros torrenciales; la precipitación pluvial media anual es de 601 a 800 milímetros al año. Los vientos que predominan son del Este al Noreste en marzo y abril, del Sur y Sureste en julio y agosto y del Norte de septiembre a febrero.

### **3.2.2 Hidrografía**

Con respecto a su hidrografía, el Río Monterrey afluente del San Juan, atraviesa el municipio de Este a Noroeste. El arroyo Ayancual, afluente del Río Pesquería, lo cruza de Noreste a Norte. Al Norte del municipio se encuentra el Río Santa Catarina. Algunos de los arroyos que existen son: Lazarillo, Sabinito, El Negro, San Lorenzo, Los Álamos y El Salitre.

### **3.2.3 Suelos**

Consiste en un suelo irregular, sin embargo, está formado por planicies más o menos grandes, colinas, lomeríos y algunas pequeñas depresiones.

### **3.2.4 Flora**

Cuenta con una gran variedad de árboles y arbustos con espinas como mezquite, huizache, granjeno, uña de gato, tenaza y otros. En maderas: Encino, sabino, nogal, ébano, fresno, palo blanco, entre otros y frutales como el naranjo.

### **3.2.5 Fauna**

El clima y la vegetación predominantes favorecen el desarrollo de especies de animales silvestres como son: el conejo, liebre, coyote, ardilla, tlacuache, zorrillo, codorniz. En lo doméstico, figuran el caballo, cabra, oveja, vaca, perro, gato, cerdo y buey.

### **3.3 Etapas del experimento**

El experimento se llevó a cabo en diferentes etapas, la primera etapa consistió en la siembra, la segunda etapa en el trasplante, del trasplante se le dio seguimiento hasta llegar a cosecha, posteriormente se realizaron las evaluaciones de las Variables en Laboratorio y por último se evaluó la Variable Porcentaje de Germinación en el Invernadero.

#### **3.3.1 Siembra**

La siembra de semillas de todos y cada uno de los Materiales Vegetativos utilizados durante el experimento se realizó el 4 de agosto del 2017, se utilizaron charolas de polietileno de 200 cavidades, se sembraron un total de 28 charolas, utilizando como sustrato peat moss y perlita, posterior a la siembra las charolas fueron colocadas en el Invernadero perteneciente al Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Campus de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México).

##### **3.3.1.1 Manejo de las charolas sembradas**

Se aplicó el riego cada 48 horas o dependiendo las condiciones ambientales, el riego se realizaba por las mañanas.

##### **3.3.2 Manejo pre-trasplante**

Previo al trasplante se llevó a cabo la preparación del suelo. La preparación del suelo consistió en realizar subsuelo cruzado, barbecho, dos rastras cruzadas, fertilización de fondo, marcado de camas, posteriormente se llevó a cabo la colocación de plásticos, colocación de cintillas y se realizó un riego pre-trasplante.

### **3.3.2.1 Subsueleo y Barbecho**

**Subsueleo:** Se realizó esta actividad con la finalidad de descompactar el suelo, llevándose a cabo un subsueleo cruzado.

### **Barbecho**

Labor que consiste en cortar, voltear y pulverizar el suelo, incorporar residuos de cosechas anteriores, aflojar la capa arable permitiendo la aireación y penetración del agua al suelo, favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas y facilitar las labores culturales, esta práctica se realiza antes de la siembra, la profundidad del barbecho varía de acuerdo a la textura y profundidad del suelo, para los suelos ligeros y poco profundos, a una profundidad de 15 a 20 centímetros y de 20 a 30 centímetros en suelos profundos.

### **3.3.2.2 Rastra**

Esta labor tiene la finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, favoreciendo así la germinación de la semilla y la emergencia de las plantas, controla las malezas emergidas antes de la siembra, se recomienda dar uno o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo. Se llevaron a cabo dos rastras cruzadas.

### **3.3.2.3 Fertilización de fondo**

La fertilización fue programada antes del trasplante con una aplicación de fondo de 80 kg. de Nitrógeno y 60 kg. de Fósforo, para continuar con el programa de nutrición orgánica al inicio de floración y sus diferentes etapas fenológicas hasta finalizar la cosecha con los siguientes fertilizantes. Nitromix, Phosfomix, Kalcimix, Optifer, Calcimix y Magnifer con una dosis final 280-140-380-80-60 y 40.

### **3.3.2.4 Marcado de camas**

Se llevó a cabo el marcado de camas, cada cama de 1.84 metros de ancho.

### **3.3.2.5 Colocación de plásticos**

Se llevó a cabo la colocación de plástico bicolor perforado a 30 centímetros, a una sola hilera.

### **3.3.2.6 Colocación de cintillas**

Se llevó a cabo la colocación de cintillas Toro calibre 6000, colocándose a una sola hilera.

### **3.3.2.7 Riego pre-trasplante**

Se aplicó un riego de 16 horas antes del trasplante.

## **3.3.3 Trasplante**

El trasplante de los diferentes materiales se llevó a cabo en fecha tardía, el 07 de septiembre del 2017, utilizando un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 4 tratamientos.

### **3.3.3.1 Diseño experimental**

El diseño experimental se estableció bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 4 tratamientos, se manejaron 3 parcelas de 10 metros de longitud por 1.84 metros de ancho, con un total de 100 plantas por parcela, se consideró como parcela central la que estuvo en competencia completa (la central se constituyó con 34 plantas por repetición) considerando 18.4 m<sup>2</sup> de la parcela útil.

**Cuadro 1.** Descripción del Material Genético Experimental

| <b>Material Genético Experimental</b>     | <b>Hábito de Crecimiento</b> | <b>Características de Frutos</b>  |
|---|------------------------------|---|
| <b>Villa Narro<sup>®</sup></b>            | Semi-Indeterminado           | Frutos Extra-firmes y de larga vida de anaquel, hombros marcados con frutos comerciales Extra-grandes (3x4 y 4x4), Grandes (4x5, 5x5, 5x6) hasta en un 75% de la producción, y tamaños Medianos (6x6) un 15% y Chicos (6x7) un 10%.   |
| <b>SofiMely<sup>®</sup></b>               | Semi-Indeterminado           | Frutos Extra-firmes y de larga vida de anaquel, hombros uniformes y medio acanalados en la parte de los mismos y del pedúnculo, con frutos comerciales Extra-grandes (3x4 y 4x4), Grandes (4x5, 5x5, y 5x6) hasta en un 82 % de la producción, y tamaños Medianos (6x6) un 10 %, Chicos (6x7) un 8.0 % aproximadamente. |
| <b>Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI</b>       | Semi-Indeterminado           | Frutos Extra-firmes, Extra-grandes, Grandes y Medianos, la forma del fruto es oblonga verde claro, con 6 y 7 lóculos, sin hombros marcados, de larga vida de anaquel, alto contenido de licopeno y color de frutos rojo intenso.  |
| <b>Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup></b> | Indeterminado                | Fruto grande con cierre apical pequeño, muy firme y de color rojo intenso, forma de fruto oblonga tirando a achatado  |

### **3.3.4 Manejo pos-trasplante**

Posterior al trasplante se llevó a cabo la colocación de estacón y poda de sanidad.

#### **3.3.4.1 Colocación de estacón**

Posterior al trasplante se realizó la colocación de estacón para manejar el Sistema de Estacado Regional Modificado-Modificado (Sánchez, 1999), que consta de lo siguiente; estacones de 2.20 metros de altura por 2.5 pulgadas de diámetro a una distancia de 2 metros entre estacón y estacón, con pata de gallo al final de cada parcela. La colocación del estacón se realizó el 11, 12, 13 y 14 de septiembre del 2017, la colocación del estacón se realizó cuando la planta ya tenía una altura de 35 centímetros y se colocó el primer hilo con rafia curada contra rayos ultra violeta para evitar la descomposición de la misma.

#### **3.3.4.2 Poda de sanidad**

A la par con la colocación del hilo se realizó la poda de sanidad llevando a cabo la eliminación de foliolos y mamones, dejando un foliolo debajo de la bifurcación para darle la formación y manejo de la planta a dos tallos.

Para la evaluación del material de campo se cosecharon frutos de la parcela útil en color 2 y 3 de acuerdo a la carta de colores USDA, se trasladaron al Laboratorio para determinar las siguientes características.

### **3.4 Localización del segundo sitio experimental (Saltillo, Coahuila, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro)**



Saltillo es la capital del estado de Coahuila de Zaragoza, México. Su superficie es de 6,837 Km<sup>2</sup> y se localiza al Norte de México en la región Sureste del mismo estado, a 400 Km al Sur de la frontera con Texas, Estados Unidos y a 846 Km de la Ciudad de México.

El municipio de Saltillo se localiza en las coordenadas 101°59 '17"€• longitud Oeste y 25°23 '59" latitud Norte, a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar.

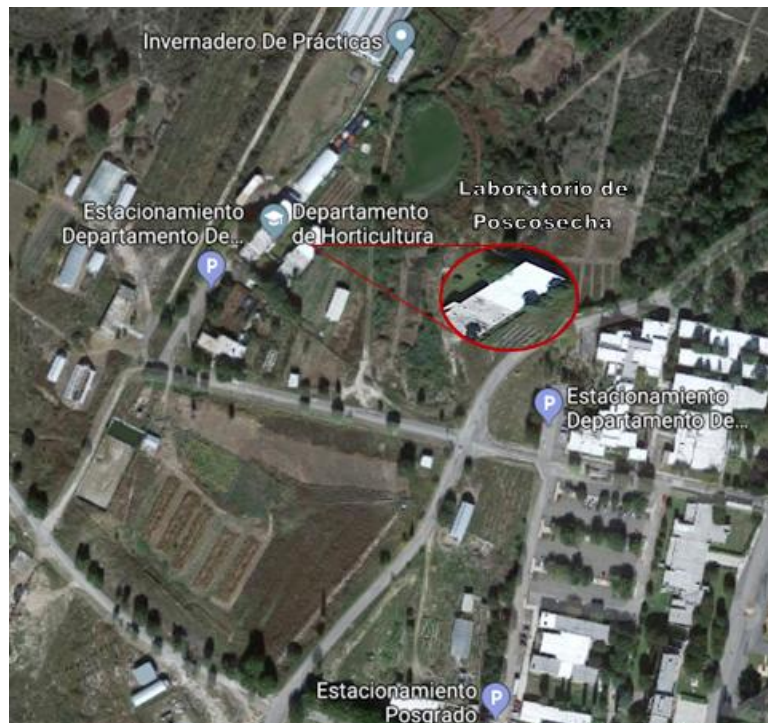
La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se ubica en Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, con coordenadas 25°21'13" de latitud Norte y 101°01'56" de longitud Oeste, a una altitud de 1,742 metros sobre el nivel del mar.



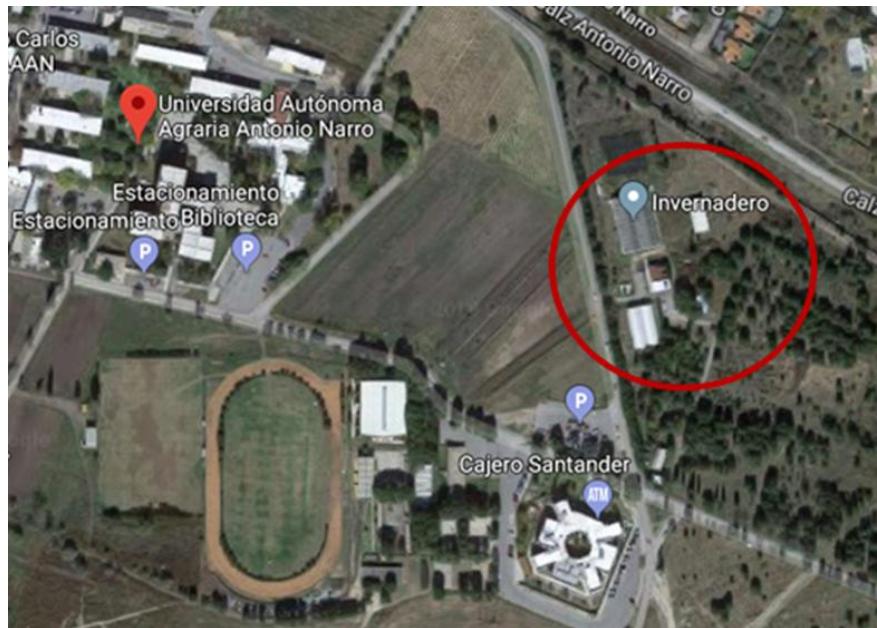
**Figura 3.** Localización de Saltillo Coahuila



**Figura 4.** Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



**Figura 5.** Localización del Laboratorio de Poscosecha perteneciente al Departamento de Horticultura



**Figura 6.** Localización del Invernadero perteneciente al Departamento de Forestal

### 3.5. Variables Evaluadas en Laboratorio

- ✓ Peso del Fruto (gramos)
- ✓ Número de Lóculos (por fruto)
- ✓ Distancia entre Mesocarpios (Milímetros)
- ✓ Diámetro Ecuatorial (centímetros)
- ✓ Diámetro Polar (centímetros)
- ✓ Firmeza ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ , con puntilla de 11 milímetros)
- ✓ Número de Semillas (por fruto)
- ✓ Grosor del Mesocarpio (milímetros)

#### 3.5.1 Metodología utilizada para la medición de Variables en Laboratorio

##### 3.5.1.1 Peso de Fruto (gramos)

Para evaluar la Variable Peso del Fruto se empleó la siguiente metodología:

Posterior a la colecta de los frutos (cosecha) de todos y cada uno de los Materiales Vegetativos Evaluados durante el experimento se procedió con la toma de datos en relación al Peso del Fruto en gramos.

Se tomaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento, se tomaron los frutos de cada uno de los Materiales Evaluados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI y Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**) y con ayuda de la balanza analítica se procedió a tomar la lectura en gramos del peso de cada uno de los frutos.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

#### **3.5.1.2 Número de Lóculos**

Para la evaluación de la Variable Número de Lóculos se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de la Variable Peso de Fruto, para la Variable Número de Lóculos también se evaluaron nueve frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI y Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**) divididos en tres repeticiones (tres frutos por repetición).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les realizó un corte transversal con ayuda de un cuchillo para proceder a contar el Número de Lóculos.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

#### **3.5.1.3 Distancia entre Mesocarpios**

Para la evaluación de la Variable Distancia entre Mesocarpios se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Distancia entre Mesocarpios también se evaluaron tres frutos por repetición y se llevaron a cabo tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les realizó un corte transversal y con ayuda del vernier se tomó la lectura en milímetros de la distancia entre mesocarpios.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

#### **3.5.1.4 Diámetro Ecuatorial**

Para la evaluación de la Variable Diámetro Ecuatorial se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Diámetro Ecuatorial también se evaluaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les tomó la lectura en centímetros del Diámetro Ecuatorial con ayuda del vernier.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

#### **3.5.1.5 Diámetro Polar**

Para la evaluación de la Variable Diámetro Polar se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Diámetro Polar también se evaluaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les tomó la lectura en centímetros del Diámetro Polar con ayuda del vernier.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

#### **3.5.1.6 Firmeza**

Para la evaluación de la Variable Firmeza se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Firmeza también se evaluaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les tomó la lectura en Kg/cm<sup>2</sup>, con puntilla de 11 milímetros con ayuda del penetrómetro.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

### **3.5.1.7 Número de Semillas**

Para la evaluación de la Variable Número de Semillas se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Número de Semillas también se evaluaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les realizó un corte transversal con ayuda de un cuchillo y posteriormente con ayuda de una cuchara se extrajo la semilla y se colocó en bolsas de plástico previamente etiquetadas, se realizaron de 3 a 4 lavados con la finalidad de eliminar el mucilago, se colocó la semilla en tela ala de mosca para escurrir, una vez que se dejó escurrir por un periodo de 1 hora se expuso al sol, esto con la finalidad de eliminar el exceso de humedad, ya secas las semillas se procedió a realizar el conteo de semillas.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

### **3.5.1.8 Grosor del Mesocarpio**

Para la evaluación de la Variable Grosor del Mesocarpio se empleó la siguiente metodología:

De igual manera que para la evaluación de las Variables anteriores, para la Variable Grosor del Mesocarpio también se evaluaron tres frutos por repetición y se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Se tomaron los frutos de cada uno de los materiales utilizados durante el experimento (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>**, **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**).

A todos y cada uno de los frutos a evaluar se les realizó un corte transversal con ayuda de un cuchillo y posteriormente con ayuda del vernier se tomó la lectura en milímetros del grosor del mesocarpio.

Se tomó el dato del promedio de la lectura de los tres frutos y se anotó en cada una de las repeticiones y de esta manera fue como se registraron los datos para posteriormente llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA).

### **3.6 Variables Evaluadas en Invernadero**

- ✓ Porcentaje de Germinación

#### **3.6.1 Metodología para la Variable Porcentaje de Germinación**

Para la evaluación de la Variable Porcentaje de Germinación se empleó la siguiente metodología:

Una vez que se extrajo la semilla de todos y cada uno de los frutos seleccionados, de los cuatro Materiales Vegetativos, se sometió a dos Tratamientos Químicos (Hipoclorito de Sodio (NaClO) y Ácido Clorhídrico (HCl), ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos), y dos tiempos de Fermentación (24 y 48 horas), con la finalidad de enlaminar el mucilago, para posteriormente germinar las semillas tratadas en charolas de 200 cavidades bajo Invernadero.

### **3.7 Descripción de los tratamientos**

Una vez que se extrajo la semilla, se sometió a dos Tratamientos Químicos (Hipoclorito de Sodio (NaClO) y Ácido Clorhídrico (HCl), ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos) y dos tiempos de Fermentación (24 y 48 horas), con la finalidad de eliminar el mucilago, para lo cual se consideró la Fermentación de 24 horas como testigo, para posteriormente germinar las semillas tratadas en charolas de 200 cavidades bajo Invernadero.



### **3.7.1 Tratamientos Químicos:**

- ✓ Modalidad 3: Semilla tratada con Hipoclorito de Sodio (NaClO) a una concentración de 1%, durante 25 segundos.
- ✓ Modalidad 4: Semilla tratada con Ácido Clorhídrico (HCl) a una concentración de 1%, durante 25 segundos.

### **3.7.2 Tratamientos por Fermentación:**

Las semillas fueron sometidas a los diferentes procesos, los cuales se describen a continuación:

- ✓ Modalidad 1: Fermentación durante 24 horas
- ✓ Modalidad 2: Fermentación durante 48 horas

## **3.8 Metodología para semilla tratada con Hipoclorito de Sodio (NaClO) y Ácido Clorhídrico (HCl) ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos**

### **Materiales y reactivos utilizados**

- 24 recipientes (charolas de plástico)
- Espátulas
- Cucharas de plástico
- Bolsas de plástico
- Vasos de precipitado (150 mililitros)
- Pinzas rectas
- Probeta
- Matraz de aforación
- Guantes de látex
- Ligas
- Tela ala de mosca (para escurrir)

- Etiquetas
- Agua destilada
- Hipoclorito de Sodio
- Ácido Clorhídrico
- Cronómetro
- Cuchillo
- Tabla para picar
- Papel aluminio
- Marcadores
- Bolsas de celofán
- Estufa de secado

### **Procedimiento**

1. Para extraer la semilla del fruto se realizó un corte transversal y con ayuda de una cuchara de plástico se retiró la semilla y se colocó en bolsas de plástico.
2. Se realizaron 2 lavados con agua de la llave.
3. Se colocaron las semillas en tela ala de mosca y se dejaron escurrir hasta eliminar el exceso de agua.
4. Se colocaron 25 mililitros de Hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ) en el matraz y se aforo a 500 mililitros.
5. De la aforación se colocaron 25 mililitros en cada vaso de precipitado.
6. Una vez que se colocaron los 25 mililitros en cada uno de los vasos se sumergieron las semillas durante 25 segundos.
7. Se escurrieron las semillas.
8. Se colocó agua destilada en los recipientes ya etiquetados para posteriormente realizar dos lavados más después de sumergir las semillas en el Hipoclorito de Sodio ( $\text{NaClO}$ ).
9. Se realizaron dos lavados en los recipientes a los cuales se les colocó agua destilada.
10. Se dejaron escurrir.

11. Se expusieron al sol durante 4 horas con la finalidad de eliminar el exceso de humedad.
12. Se elaboraron charolas de papel aluminio y se colocaron en la estufa de secado a una temperatura de 25 grados centígrados durante dos horas.
13. Pasadas las 2 horas se sacaron las charolas de la estufa y se les colocaron las semillas para posteriormente meterlas a la estufa durante 4 horas a una temperatura de 25 grados centígrados.
14. Se contó y se pesó la semilla.
15. Se colocaron las semillas en bolsas de celofán ya etiquetadas.

Nota: Se llevó a cabo el mismo procedimiento para la semilla tratada con Ácido Clorhídrico (HCl).

### **3.9 Metodología para semilla tratada bajo Fermentación durante 24 y 48 horas**

#### **Materiales utilizados**

- Cucharas de plástico
- Bolsas de plástico
- Ligas
- Cuchillo
- Tabla para picar
- Guantes de látex
- Tela ala de mosca
- Agua destilada
- Recipientes
- Bolsas de celofán

#### **Procedimiento**

1. Para extraer la semilla del fruto se realizó un corte transversal y con ayuda de una cuchara de plástico se retiró la semilla y mucilago para posteriormente colocarse en bolsas de plástico.
2. Se etiquetaron las bolsas y se sellaron con una liga.
3. Se dejaron fermentar durante 24 y 48 horas.
4. Transcurrido el tiempo de fermentación se realizaron 2 lavados con agua de la llave.
5. Se coloraron las semillas en los recipientes previamente etiquetados y sobre tela ala de mosca.
6. Se realizó un lavado más con agua destilada.
7. Se expusieron al sol con el objetivo de eliminar el exceso de humedad hasta un 5 ó 6 %.
8. Una vez secas se colocaron en bolsas de celofán, previamente etiquetadas.

### **3.10 Metodología para la siembra de semilla tratada**

Una vez que la semilla fue tratada con Ácido Clorhídrico (HCl) e Hipoclorito de sodio (NaClO), ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos y tratada bajo Fermentación durante 24 y 48 horas, se procedió a realizar la siembra.

La siembra se llevó a cabo el 15 de marzo del 2018, para el caso de la semilla tratada bajo dos tiempos de Fermentación (24 y 48 horas) y la siembra de semilla tratada bajo dos Tratamiento Químicos (Hipoclorito de Sodio y Ácido Clorhídrico) se realizó el 9 de mayo del 2018, se sembró un total de 16 charolas, con la siguiente distribución:

**Cuadro 2.** Distribución de Charolas para Germinación

| <b>Tratamiento</b>         | <b>Material Vegetativo</b>                 | <b>Tiempo</b> |
|----------------------------|--|---------------|
| Fermentación               | <b>Springel F<sub>1</sub></b> <sup>®</sup> | 24 horas      |
| Fermentación               | <b>Springel F<sub>1</sub></b> <sup>®</sup> | 48 horas      |
| Fermentación               | <b>Villa Narro</b> <sup>®</sup>            | 24 horas      |
| Fermentación               | <b>Villa Narro</b> <sup>®</sup>            | 48 horas      |
| Fermentación               | <b>SofiMely</b> <sup>®</sup>               | 24 horas      |
| Fermentación               | <b>SofiMely</b> <sup>®</sup>               | 48 horas      |
| Fermentación               | <b>Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI</b>        | 24 horas      |
| Fermentación               | <b>Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI</b>        | 48 horas      |
| Hipoclorito de Sodio al 1% | <b>Villa Narro</b> <sup>®</sup>            | 25 segundos   |
| Ácido Clorhídrico al 1%    | <b>Villa Narro</b> <sup>®</sup>            | 25 segundos   |
| Hipoclorito de Sodio al 1% | <b>Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI</b>        | 25 segundos   |
| Ácido Clorhídrico al 1%    | <b>Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI</b>        | 25 segundos   |
| Hipoclorito de Sodio al 1% | <b>Springel F<sub>1</sub></b> <sup>®</sup> | 25 segundos   |
| Ácido Clorhídrico al 1%    | <b>Springel F<sub>1</sub></b> <sup>®</sup> | 25 segundos   |
| Hipoclorito de Sodio al 1% | <b>SofiMely</b> <sup>®</sup>               | 25 segundos   |
| Ácido Clorhídrico al 1%    | <b>SofiMely</b> <sup>®</sup>               | 25 segundos   |

Nota: Las charolas sembradas con semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas se tomaron como testigo.

Nota: 4 tratamientos con 3 repeticiones, 56 semillas por repetición.

1. Se mezcló el sustrato (perlita y peat moss) y se humedeció.
2. Se rellenaron las charolas con el sustrato ya húmedo.
3. Se le agrego a la semilla un fungicida (Captan).
4. Se colocó una semilla por cavidad (semilla previamente tratada).
5. Se cubrió con una capa delgada de sustrato.
6. Se acomodaron las charolas dentro del invernadero.

### **3.11 Lecturas del Porcentaje de Germinación**

Una vez realizada la siembra se procedió a tomar lecturas del Porcentaje de Germinación.

- ✓ Lectura 1: Seis días después de la siembra
- ✓ Lectura 2: Siete días después de la siembra
- ✓ Lectura 3: Ocho días después de la siembra
- ✓ Lectura 4: Nueve días después de la siembra

Las lecturas fueron tomadas de la siguiente manera:

Seis días después de la siembra se tomó la primera lectura, registrándose de la siguiente manera:

Se registró el Porcentaje de Germinación de cada charola y de cada repetición.

Para la lectura dos de igual manera se registró el Porcentaje de Germinación, pero incluyendo el de la lectura uno y así sucesivamente hasta llegar a la lectura cuatro, que se realizó nueve días después de la siembra.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para facilitar la interpretación de resultados antes de llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA) las Variables Evaluadas para Material Vegetativo se dividieron en dos niveles, las que fueron Evaluadas en Laboratorio y bajo Invernadero y a su vez las Variables Evaluadas en Invernadero también fueron divididas en dos niveles, Variables Analizadas en Invernadero para determinar las diferencias existentes para cada uno de los tratamientos en los cuatro tiempos de evaluación y Variables Analizadas en Invernadero para determinar los contrastes existentes por tiempo considerando los cuatro tratamientos.

**Variables.** PF (Peso del Fruto), NL (Número de Lóculos), DE (Diámetro Ecuatorial), DP (Diámetro Polar), GM (Grosor del Mesocarpio), DM (Distancia entre Mesocarpios), F (Firmeza), NS (Número de Semillas), DDS (Días después de siembra), PGM1( Porcentaje de Germinación modalidad uno), PGM2 (Porcentaje de Germinación modalidad dos), PGM3 (Porcentaje de Germinación modalidad tres), PGM4( Porcentaje de Germinación modalidad cuatro), M1 (Modalidad uno, Fermentación 24 horas), M2 (Modalidad dos, Fermentación 48 horas), M3 (Modalidad tres, semilla tratada con Hipoclorito de Sodio (NaClO) a una concentración de 1%, durante 25 segundos), M4 (Modalidad cuatro, semilla tratada con Ácido Clorhídrico (HCl) a una concentración de 1%, durante 25 segundos).

**Cuadro 3.** Variables Analizadas en Laboratorio para Determinar las Diferencias Organolépticas Existentes Entre los Materiales de Tomate

| <b>VARIABLES</b>                          |              |              |              |             |             |             |              |              |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>MATERIAL VEGETATIVO</b>                | <b>PF</b>    | <b>NL</b>    | <b>DE</b>    | <b>DP</b>   | <b>GM</b>   | <b>DM</b>   | <b>F</b>     | <b>NS</b>    |
| <b>Villa Narro<sup>®</sup></b>            | 320 ab       | 6.33 ab      | 8.40 a       | 7.60 a      | 7.06 bc     | 7.22 a      | 6.80 a       | 854.70 a     |
| <b>SofiMely<sup>®</sup></b>               | 440 a        | 5.33 ab      | 7.61 a       | 7.48 a      | 8.46 a      | 7.77 a      | 5.25 a       | 768.70 a     |
| <b>Línea TSAN</b>                         | 420 a        | 6.66 a       | 9.31 a       | 7.51 a      | 7.66 ab     | 7.81 a      | 4.96 a       | 783.70 a     |
| <b>Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup></b> | 236.7 b      | 4 b          | 7.66 a       | 7.33 a      | 5.86 c      | 6.93 a      | 5.46 a       | 141 b        |
| <b>CV (%)</b>                             | <b>14.10</b> | <b>17.91</b> | <b>14.38</b> | <b>6.64</b> | <b>6.75</b> | <b>7.99</b> | <b>18.99</b> | <b>23.73</b> |

**PF:** Peso del Fruto (gramos)

**NL:** Número de Lóculos (por fruto)

**DE:** Diámetro Ecuatorial (centímetros)

**DP:** Diámetro Polar (centímetros)

**GM:** Grosor del Mesocarpio (milímetros)

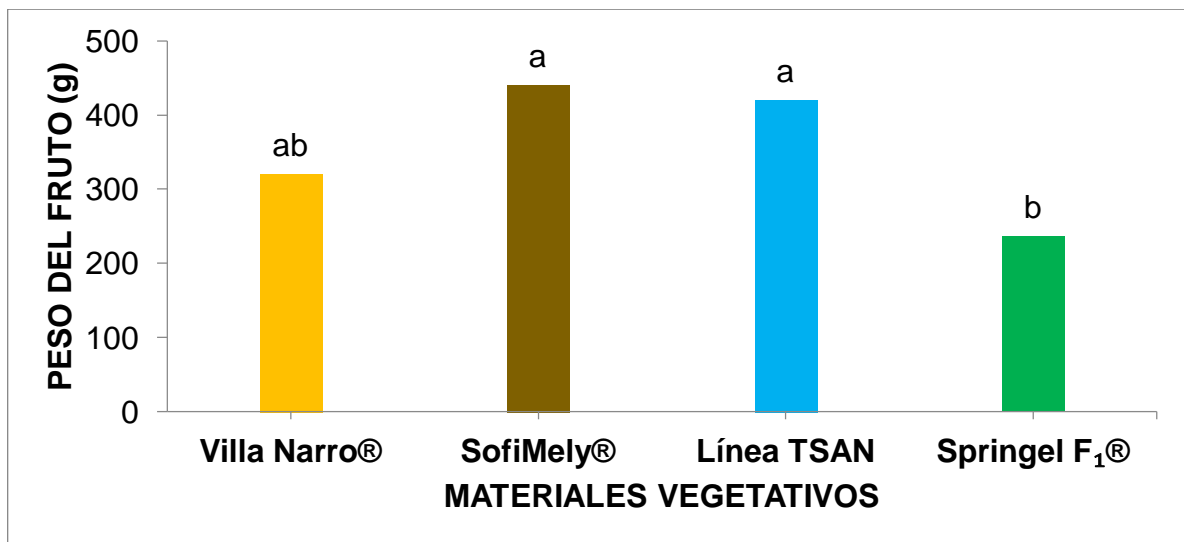
**DM:** Distancia entre Mesocarpios (milímetros)

**F:** Firmeza ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ , con puntilla de 11 milímetros)

**NS:** Número de Semillas (por fruto)

**CV:** Coeficiente de Variación (porcentaje)

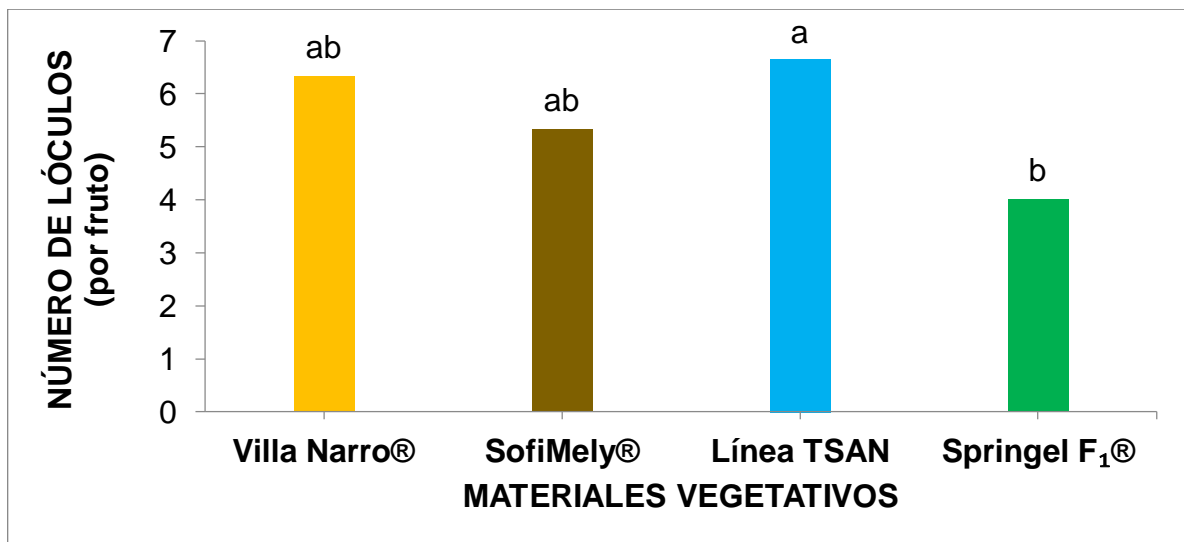




**Figura 7.** Peso Promedio del Fruto Para los Diferentes Materiales de Tomate (gramos)

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Peso Promedio del Fruto en gramos, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ).

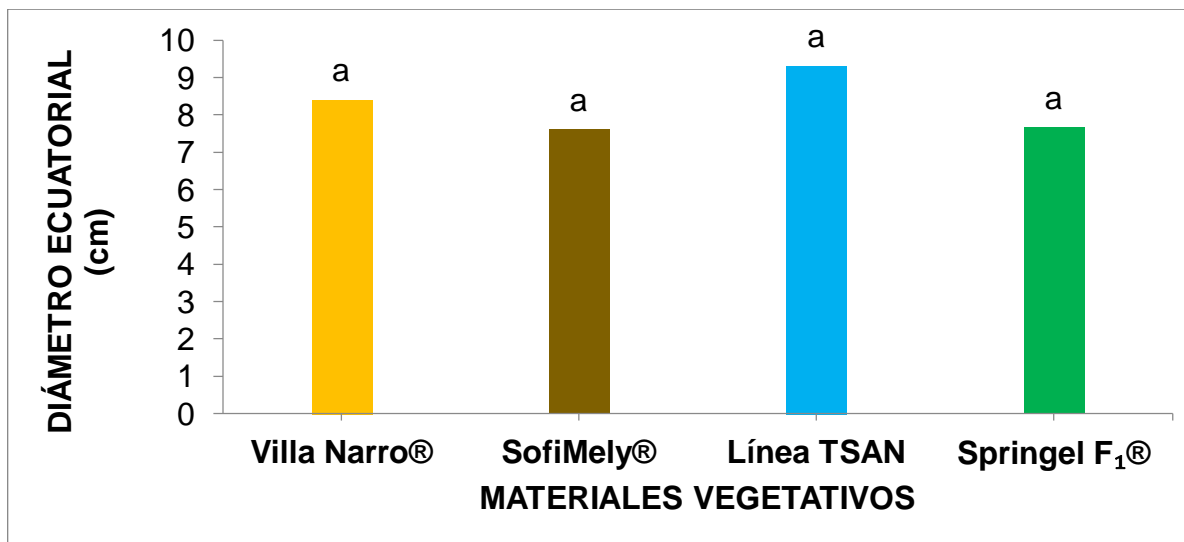
Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta característica a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Peso Promedio del Fruto en gramos, lo obtuvo la Variedad **SofiMely®**, mostró un Peso Promedio por Fruto de 440 gramos, contra la Variedad **Villa Narro®** (320 gramos) y el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** (420 gramos), características que coinciden con lo mencionado por (Sánchez, 2017), de esta manera supera con una diferencia de 120 gramos a la Variedad **Villa Narro®** y con 20 gramos al Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, dejando abajo al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con una diferencia de 203.3 gramos.



**Figura 8.** Número Promedio de Lóculos Para los Diferentes Materiales de Tomate (por fruto)

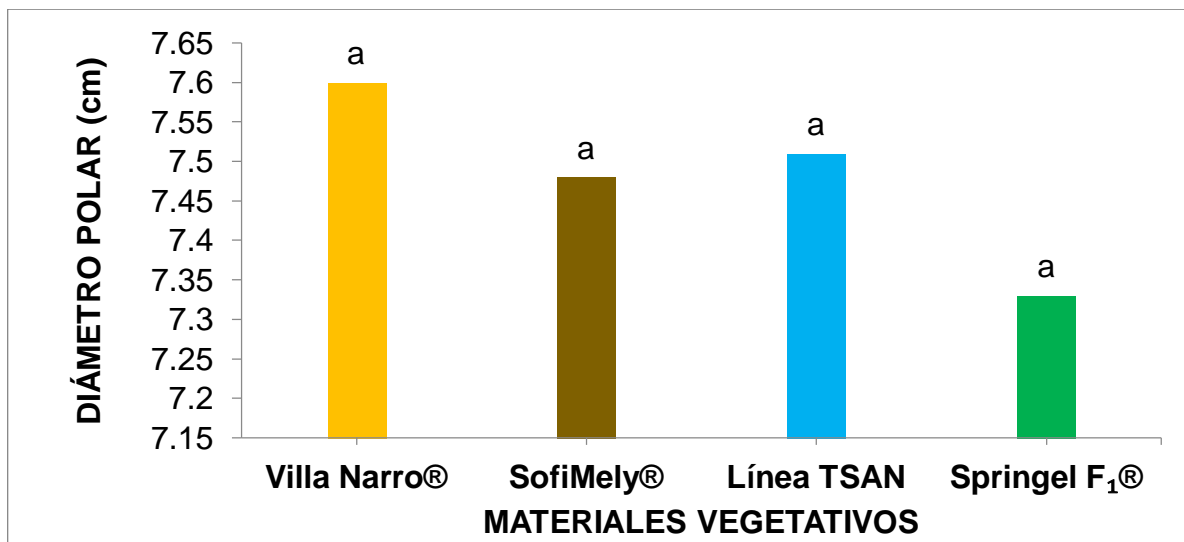
En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Número Promedio de Lóculos por fruto, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica, el valor más alto en cuanto a Número Promedio de Lóculos por fruto, lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostró un Número Promedio de Lóculos por fruto de 6.66, sin embargo en las nuevas Variedades se presentó un Número Promedio de Lóculos por fruto muy cercano, dejando abajo al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®**.

El Número de Lóculos en nuevos Materiales ha contribuido significativamente en la Calidad de los frutos, ya que, a mayor Número de Lóculos, mayor cantidad de semillas.



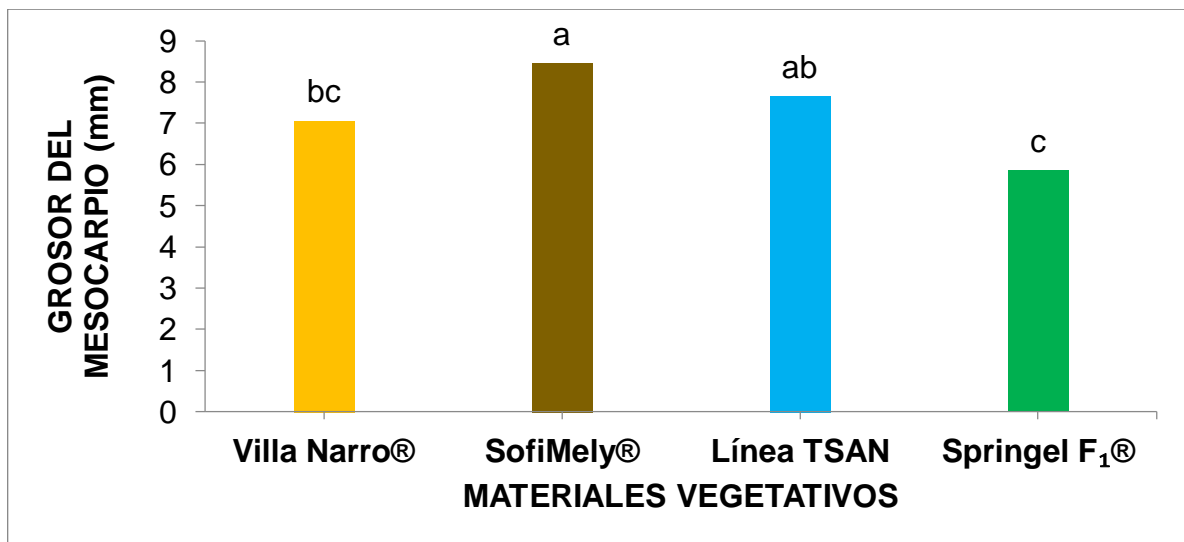
**Figura 9.** Diámetro Ecuatorial Promedio Para los Diferentes Materiales de Tomate (centímetros)

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Diámetro Ecuatorial Promedio en centímetros, no se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica ya que aunque los Materiales son de diferente conformación las diferencias están bien determinadas por su tamaño, peso y forma del fruto.



**Figura 10.** Diámetro Polar Promedio Para los Diferentes Materiales de Tomate (centímetros)

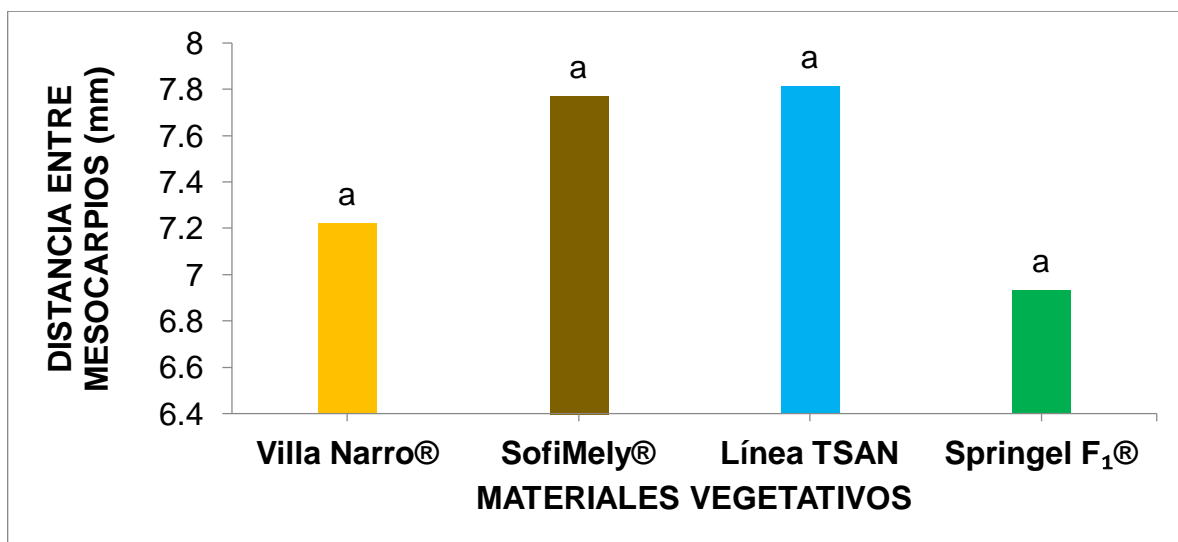
En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Diámetro Polar Promedio en centímetros, no se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica, esto debido a las características genéticas que manifiestan los diferentes Materiales Vegetativos en relación a tamaño y forma del fruto.



**Figura 11.** Grosor Promedio del Mesocarpio Para los Diferentes Materiales de Tomate (milímetros)

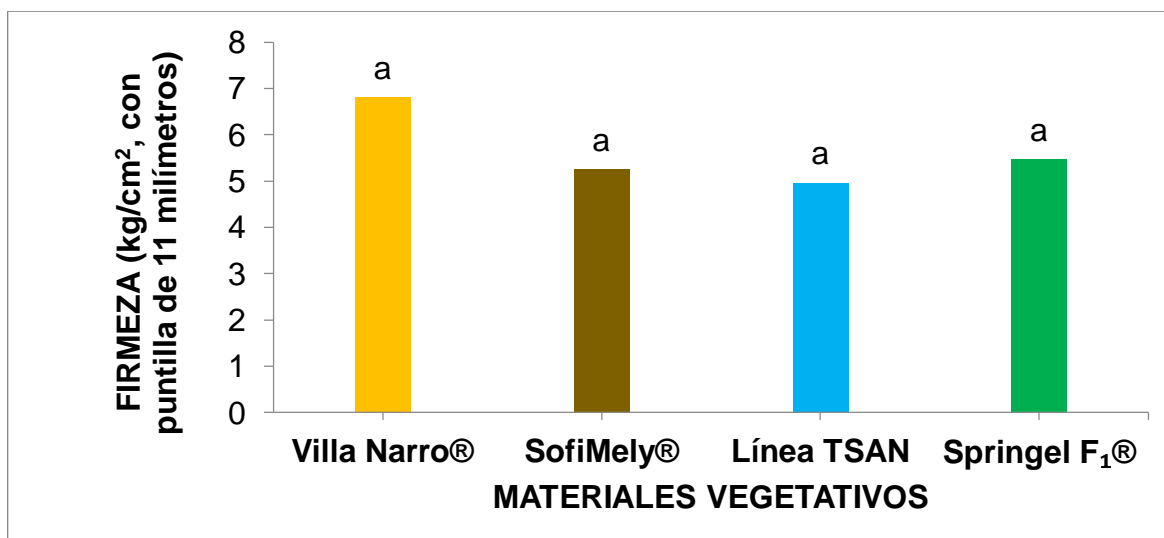
En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Grosor Promedio del Mesocarpio en milímetros, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica.

Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta Variable a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Grosor Promedio del Mesocarpio, se manifestó en la Variedad **SofiMely®**, mostró un valor de 8.46 milímetros, contra la Variedad **Villa Narro®** (7.06 milímetros) y el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** (7.66 milímetros), en esta característica es posible que exista una relación entre Grosor y Firmeza, por lo que superó con una diferencia de 1.40 milímetros a la Variedad **Villa Narro®** y 0.80 milímetros al Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, dejando abajo al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con una diferencia de 2.60 milímetros. Esto nos indica que esta característica pudiera estar influenciada con la Firmeza del fruto y Número de Lóculos por el comportamiento de los diferentes Materiales en estudio.



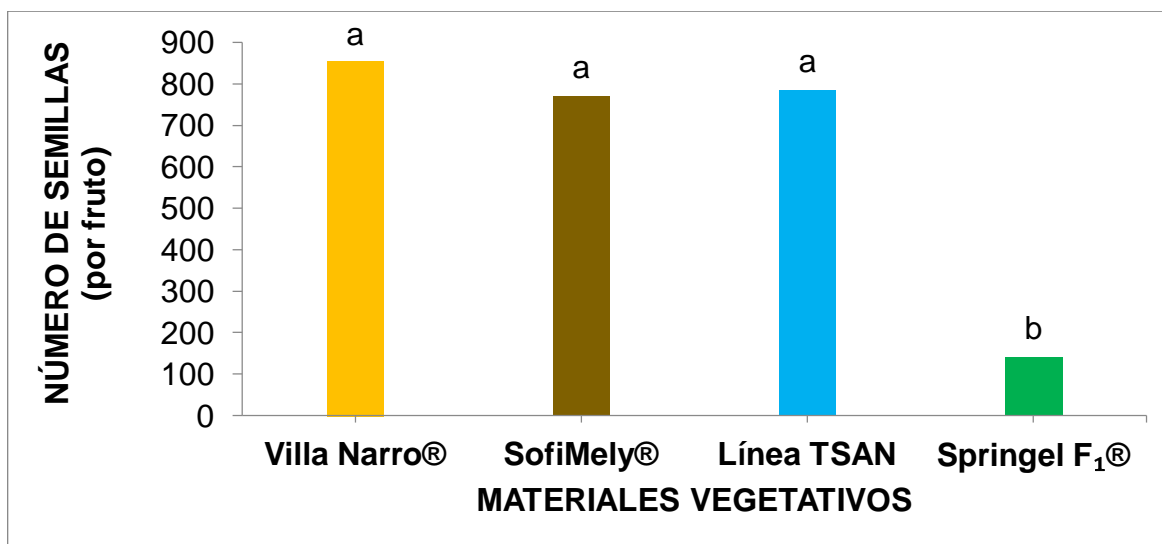
**Figura 12.** Distancia Promedio entre Mesocarpios Para los Diferentes Materiales de Tomate (milímetros)

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Distancia Promedio entre Mesocarpios en milímetros, no se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica, sin embargo, la diferencia en las lecturas fue superior para el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, seguido por la nueva Variedad **SofiMely®**.



**Figura 13.** Firmeza Promedio Para los Diferentes Materiales de Tomate (kg/cm<sup>2</sup>, con puntilla de 11 milímetros)

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Firmeza Promedio en kg/cm<sup>2</sup>, con puntilla de 11 milímetros, no se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica, sin embargo, la diferencia en las lecturas fue superior para la Variedad **Villa Narro®** contra el resto de los Materiales Vegetativos por lo que cualquier nuevo Material que presente este atributo de calidad estará en posibilidades de ser aceptado para su comercialización.



**Figura 14.** Número Promedio de Semillas Para los Diferentes Materiales de Tomate (por fruto)

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Número Promedio de Semillas por fruto, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica, en relación a este carácter es importante mencionar que está íntimamente relacionado con el Número de Lóculos, a mayor número en el fruto más cantidad de semilla se podrá obtener, pero esto también dependerá de la capacidad y comportamiento del Material Genético que se trate (Sánchez, 2017).

Las Variedades **Villa Narro®** y **SofiMely®**, así como el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, superan al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con una diferencia de más del 70% en cuanto a Número Promedio de Semillas por fruto.



**Cuadro 4.** Variables Analizadas en Invernadero para Determinar las Diferencias Existentes por Tratamiento

| DDS | MATERIAL<br>VEGETATIVO               | VARIABLES (%) |              |              |              |
|-----|--------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|     |                                      | PGM1          | PGM2         | PGM3         | PGM4         |
| 6   | Villa Narro <sup>®</sup>             | 27.38 a       | 37.50 a      | 43.33 ab     | 70.00 a      |
|     | SofiMely <sup>®</sup>                | 44.05 a       | 36.90 a      | 56.67 a      | 67.50 a      |
|     | Línea TSAN                           | 47.02 a       | 16.66 a      | 63.33 a      | 74.17 a      |
|     | Springel F <sub>1</sub> <sup>®</sup> | 12.50 a       | 4.16 a       | 7.50 b       | 10.83 b      |
|     | CV (%)                               | <b>58.11</b>  | <b>43.46</b> | <b>55.37</b> | <b>24.99</b> |
| 7   | Villa Narro <sup>®</sup>             | 57.73 ab      | 66.07 a      | 55.83 ab     | 89.17 a      |
|     | SofiMely <sup>®</sup>                | 66.66 a       | 70.23 a      | 76.67 ab     | 87.50 a      |
|     | Línea TSAN                           | 77.97 a       | 57.73 a      | 83.33 a      | 90.83 a      |
|     | Springel F <sub>1</sub> <sup>®</sup> | 27.97 b       | 19.04 b      | 35.83 b      | 26.67 b      |
|     | CV (%)                               | <b>31.86</b>  | <b>36.41</b> | <b>34.02</b> | <b>12.49</b> |
| 8   | Villa Narro <sup>®</sup>             | 62.50 ab      | 72.61 a      | 56.67 ab     | 56.67 b      |
|     | SofiMely <sup>®</sup>                | 76.78 a       | 82.73 a      | 81.67 a      | 91.67 a      |
|     | Línea TSAN                           | 86.31 a       | 72.61 a      | 88.33 a      | 93.33 a      |
|     | Springel F <sub>1</sub> <sup>®</sup> | 36.90 b       | 25.59 b      | 41.67 b      | 28.33 b      |
|     | CV (%)                               | <b>25.18</b>  | <b>28.28</b> | <b>29.59</b> | <b>25.61</b> |
| 9   | Villa Narro <sup>®</sup>             | 69.64 ab      | 79.76 a      | 56.67 ab     | 95.83 a      |
|     | SofiMely <sup>®</sup>                | 84.52 a       | 88.68 a      | 85.83 a      | 92.50 a      |
|     | Línea TSAN                           | 93.45 a       | 83.33 a      | 88.33 a      | 97.50 a      |
|     | Springel F <sub>1</sub> <sup>®</sup> | 44.64 b       | 33.33 b      | 45.83 b      | 28.33 b      |
|     | CV (%)                               | <b>24.97</b>  | <b>24.00</b> | <b>27.54</b> | <b>10.63</b> |

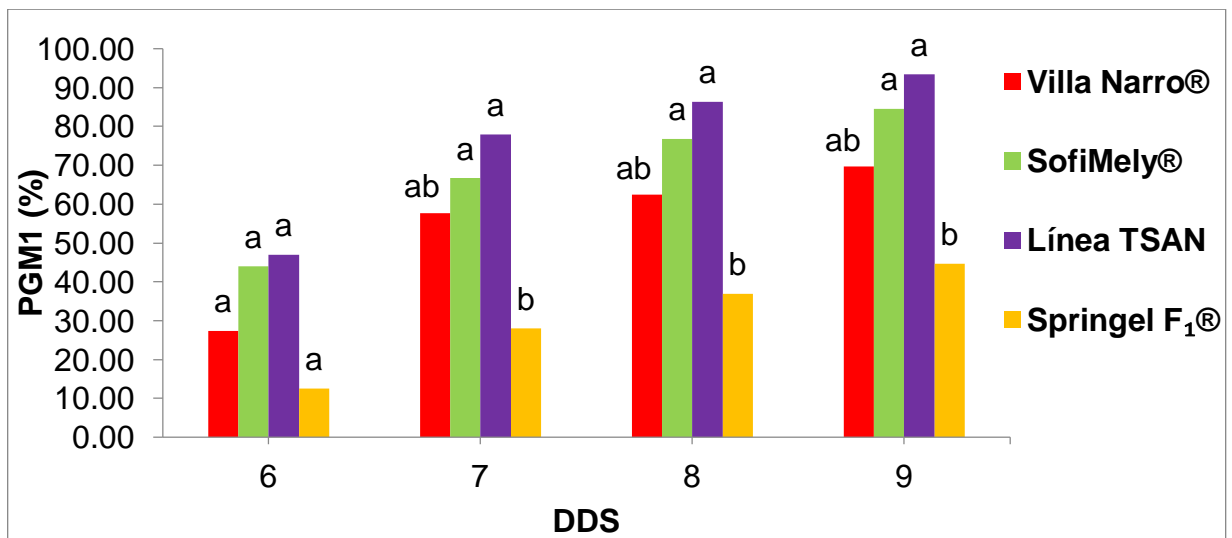
**PGM1** (Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas)

**PGM2** (Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas)

**PGM3** (Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio (NaClO) a una concentración de 1%, durante 25 segundos)

**PGM4** (Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico (HCl) a una concentración de 1%, durante 25 segundos)

**CV** (Coeficiente de Variación, en porcentaje)



**Figura 15.** Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada Bajo Fermentación Durante 24 Horas

**PGM1 (%):** Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas.

**DDS:** Días después de siembra.

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica a los siete, ocho y nueve días después de la siembra.

Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta Variable a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, fue superior a los nueve días después de la siembra, mostrando un Porcentaje de Germinación de 93.45%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con un valor de 44.64%, por lo que fue superado con una diferencia de 48.81%, por lo que se podría

determinar que para este proceso juega un papel muy importante el Material Genético que entre en la evaluación.

Se encontró que a los seis días después de la siembra (lectura uno) no existe diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) comparando los cuatro tratamientos.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los seis días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostró un Porcentaje de Germinación de 47.02%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 12.50%, por lo que fue superado con una diferencia de 34.52%.

A los siete días después de la siembra (lectura dos) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los siete días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostró un Porcentaje de Germinación de 77.97%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 27.97%, por lo que fue superado con una diferencia de 50.00%.

A los ocho días después de la siembra (lectura tres) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

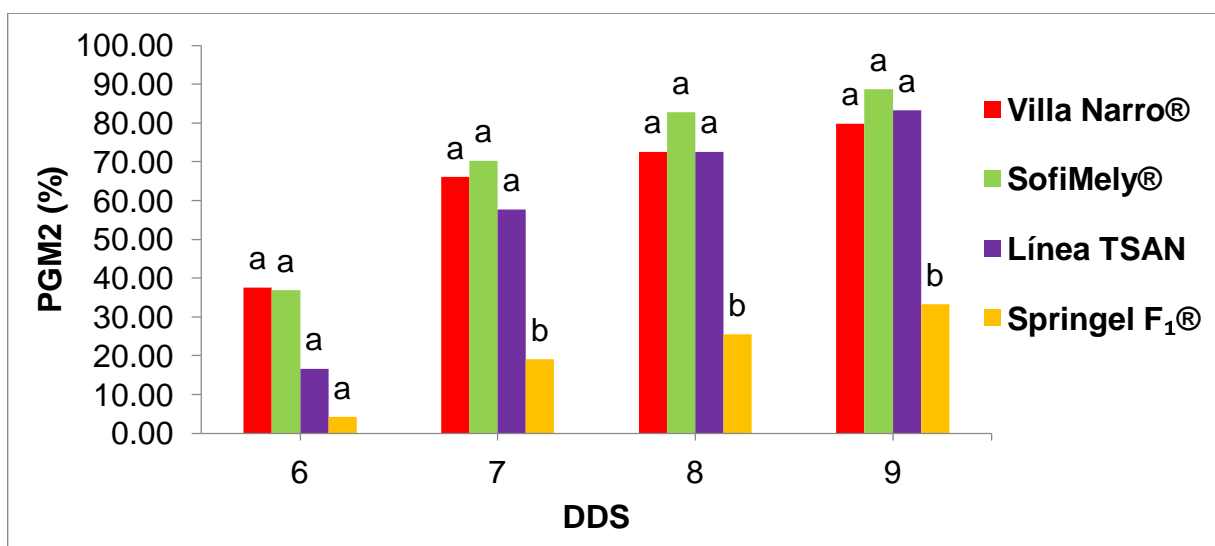
El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los ocho días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostró un Porcentaje de Germinación de 86.31%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 36.90%, por lo que fue superado con una diferencia de 49.41%.

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas, no se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica a los seis días después de la siembra.

La germinación en semillas de tomate depende de las condiciones internas y externas a la propia semilla, entre ellas la temperatura, el tiempo y la humedad.

El tiempo transcurrido entre la toma de la lectura uno y el día de la siembra (seis días después de la siembra se tomó la lectura uno) no fue suficiente para que los distintos Materiales Vegetativos mostraran diferencias muy marcadas en cuanto al Porcentaje de Germinación, debido a las características genéticas que presentan cada uno de los Materiales Vegetativos.

El Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** mostró mejor respuesta en cuanto a Porcentaje de Germinación, superando a los Materiales Vegetativos (**Villa Narro<sup>®</sup>**, **SofiMely<sup>®</sup>** y **Springel F<sub>1</sub><sup>®</sup>**) desde la toma de la lectura uno hasta la toma de la lectura cuatro, esto debido a su genética.



**Figura 16.** Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada Bajo Fermentación Durante 48 Horas

**PGM2 (%):** Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas.

**DDS:** Días después de siembra.

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica a los siete, ocho y nueve días después de la siembra.

Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta Variable a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación lo obtuvo la Variedad **SofiMely®** a los nueve días después de la siembra, mostrando un Porcentaje de Germinación de 88.68%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con un valor de 33.33%, por lo que fue superado con una diferencia de 55.35%.

Se encontró que a los seis días después de la siembra (lectura uno) no existe diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) comparando los cuatro tratamientos.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los seis días después de la siembra lo obtuvo la Variedad **Villa Narro**<sup>®</sup>, mostrando un Porcentaje de Germinación de 37.50%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 4.16%, por lo que fue superado con una diferencia de 33.34%.

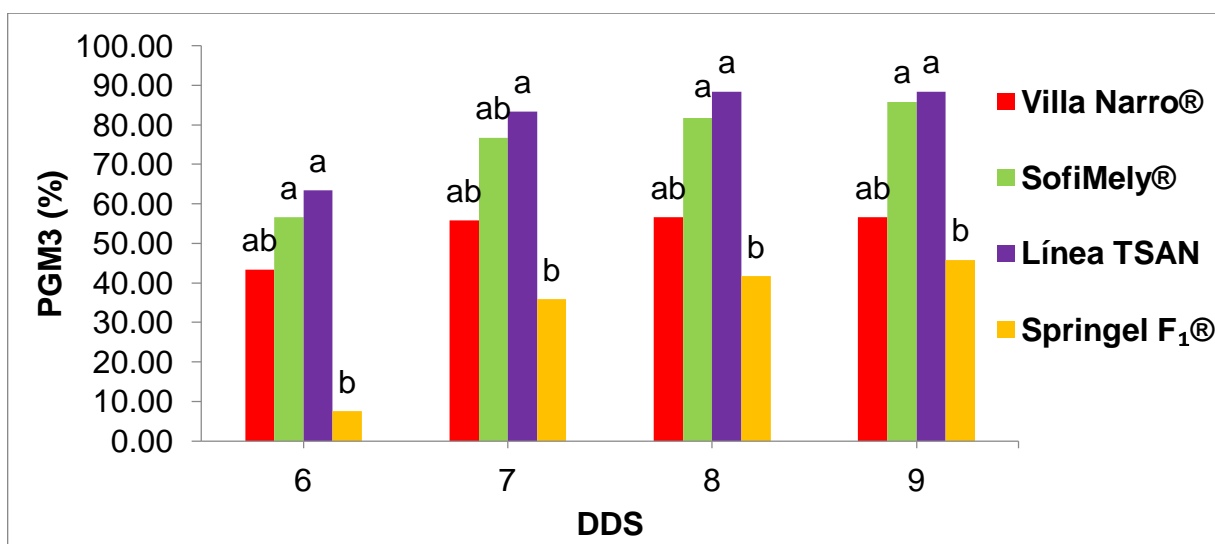
A los siete días después de la siembra (lectura dos) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los siete días después de la siembra lo obtuvo la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup>, mostrando un Porcentaje de Germinación de 70.23%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 19.04%, por lo que fue superado con una diferencia de 51.19%.

A los ocho días después de la siembra (lectura tres) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los ocho días después de la siembra lo obtuvo la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup>, mostrando un Porcentaje de Germinación de 82.73%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 25.59%, por lo que fue superado con una diferencia de 57.14%.

En cuanto a Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup> mostró mejor respuesta, con ello podemos decir que la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup> requiere de un mayor lapso de Fermentación para responder de mejor manera en cuanto a Porcentaje de Germinación, en comparación con el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** que mostró una mejor respuesta en semilla tratada bajo Fermentación de 24 horas.



**Figura 17.** Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada con Hipoclorito de Sodio a una Concentración de 1% Durante 25 Segundos

**PGM3 (%):** Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1%, durante 25 segundos.

**DDS:** Días después de siembra.

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1%, durante 25 segundos, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica.

Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta Variable a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** a los ocho y a los nueve días después de la siembra, mostrando un Porcentaje de Germinación de 88.33%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con un valor de 41.67% a los ocho días después de la siembra y con un valor de 45.83% a los nueve días después de la siembra, por lo que fue superado con una diferencia de



46.66% a los ocho días después de la siembra y con 42.50% a los nueve días después de la siembra.

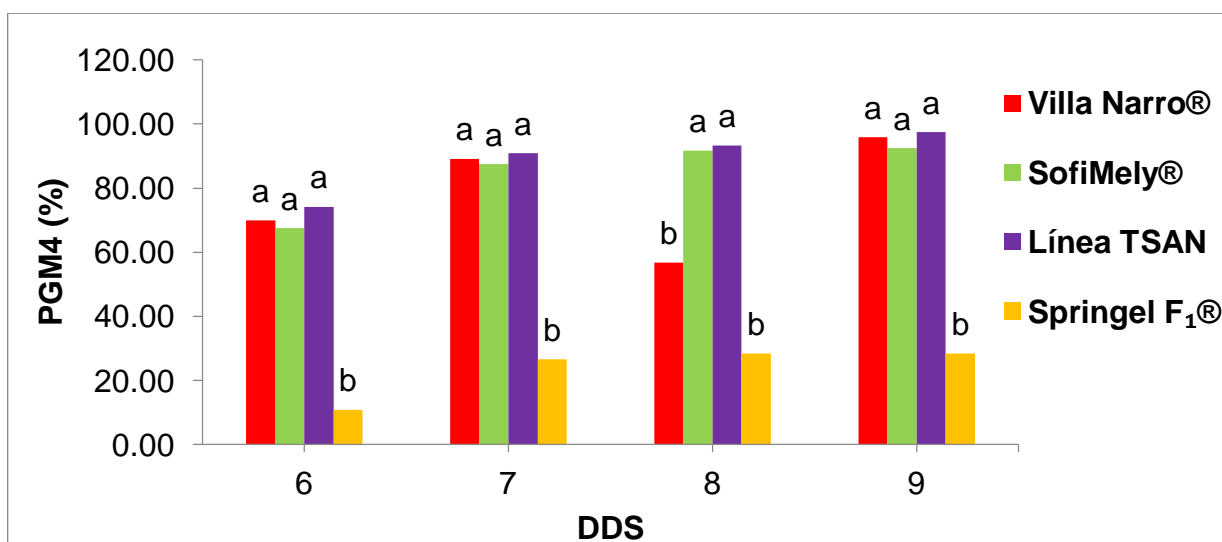
Se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) a los seis días después de la siembra (lectura uno) comparando los cuatro tratamientos.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los seis días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostrando un Porcentaje de Germinación de 63.33%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 7.50%, por lo que fue superado con una diferencia de 55.83%.

A los siete días después de la siembra (lectura dos) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los siete días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostrando un Porcentaje de Germinación de 83.33%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 35.83%, por lo que fue superado con una diferencia de 47.50%.

Para esta Variable se encontró diferencia significativa desde la lectura uno (seis días después de la siembra), lo cual indica que para todos los Materiales Vegetativos el tratamiento con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1%, durante 25 segundos, es eficiente en comparación con la Fermentación.



**Figura 18.** Porcentaje de Germinación en Semilla Tratada con Ácido Clorhídrico a una Concentración de 1% Durante 25 Segundos

**PGM4 (%):** Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1%, durante 25 segundos.

**DDS:** Días después de siembra.

En el Análisis de Varianza (ANVA) para la Variable en estudio Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1%, durante 25 segundos, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) para esta característica.

Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta Variable a través de la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI- SV-7-3-1-SI** a los nueve días después de la siembra, mostrando un Porcentaje de Germinación de 97.50%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>®** con un valor de 28.33%, por lo que fue superado con una diferencia de 69.17%.

Se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) a los seis días después de la siembra (lectura uno) comparando los cuatro tratamientos.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los seis días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostrando un Porcentaje de Germinación de 74.17%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 10.83%, por lo que fue superado con una diferencia de 63.34%.

A los siete días después de la siembra (lectura dos) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los siete días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostrando un Porcentaje de Germinación de 90.83%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 26.67%, por lo que fue superado con una diferencia de 64.16%.

A los ocho días después de la siembra (lectura tres) se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en cuanto a Porcentaje de Germinación.

El valor más alto en cuanto a Porcentaje de Germinación a los ocho días después de la siembra lo obtuvo el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**, mostrando un Porcentaje de Germinación de 93.33%, contra el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> con un valor de 28.33%, por lo que fue superado con una diferencia de 65.00%.

Para esta Variable los Materiales Vegetativos **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** y **SofiMely**<sup>®</sup> mostraron una mejor respuesta en comparación con el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup>, esto indica que el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** y la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup> superan con una gran diferencia al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup>, debido a su constitución genética.

La Variedad **Villa Narro**<sup>®</sup> para esta Variable mostró una mejor respuesta en calidad de plántula en comparación con la Fermentación de 24 y 48 horas, llegando casi a alcanzar al Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-**

**1-SI** y a la Variedad **SofiMely**<sup>®</sup> y dejando abajo al Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup>.

## V.CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos después de llevar a cabo el Análisis de Varianza (ANVA), se determina que las Variedades **Villa Narro**<sup>®</sup> y **SofiMely**<sup>®</sup>, así como el Material Experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** mostraron los mejores resultados en cuanto a Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1%, durante 25 segundos.

En cambio, para el Híbrido Comercial **Springel F<sub>1</sub>**<sup>®</sup> el mejor resultado se obtiene cuando la semilla es tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1%, durante 25 segundos.

Los resultados mostraron que los diferentes tratamientos fueron muy diferentes en su comportamiento, sin embargo, el mayor Porcentaje de Germinación se dio cuando la semilla es tratada con Ácido Clorhídrico e Hipoclorito de Sodio, ambos a una concentración de 1%, durante 25 segundos para el Material experimental **Línea TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI**.

En semilla sometida a Fermentación durante 48 horas la Variedad que mostró mayor Porcentaje de Germinación fue **SofiMely**<sup>®</sup>.

Se puede determinar que el mejor tratamiento, para obtener una mejor calidad de semilla en tomate (***Solanum lycopersicum L.***), es el tratamiento con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1%, sumergiendo la semilla durante 25 segundos.

Los resultados arrojan que los tratamientos utilizados en la presente Investigación respondieron de forma distinta para cada Material Genético, por lo que puede estar estrechamente relacionado entre estos para la calidad de semilla y de plántula.

Los factores que afectan la calidad y producción de semilla de tomate (***Solanum lycopersicum L.***) son factores tanto internos como externos, la producción de semilla requiere de diversos controles para asegurar la pureza

genética y la calidad de los atributos fisiológicos como, por ejemplo, la germinación.

Además, la semilla requiere de un adecuado manejo poscosecha, clasificación, tratamiento y almacenamiento para poder asegurar la calidad, que involucra entre otros factores, grado de humedad, pureza física y varietal, viabilidad, contenido de malezas y la procedencia de enfermedades.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adalid, A. M., Rosello, F. 2003. Cultivo de tomate y sus factores en calidad de semilla. En prensa. Ambientación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 209 p.
- AMHPAC (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida). 2017. Cultivo de tomate. [tomate.amhpac.org/es/](http://tomate.amhpac.org/es/) p 1-27.
- Aparicio, M. (2017) Cultivo de tomate y sus aspectos botánicos. Argentina. Recuperado de <http://www.Arghort.com>
- ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología). 2013 Producción de semillas hortícolas con estándares de calidad, ArgenBio.org, p 2-8.
- Argueta, M. 2016. Cultivo de tomate/floración. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. 128 p.
- Bonilla, A. (2016). La Calidad de la Semilla en Cultivos Hortícolas. Intagri, 12-18 p.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2016. Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales, Cultivo de Tomate, San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Scielo, 5-12 p.

FAO, 2016. Food and Agriculture Organization. Statistics Division. Datos agrícolas de FAOSTAT. Retrieved March 9, 2005 from the World Wide Web: <http://www.faostat.fao.org>

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2017. Panorama Agroalimentario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Tomate Rojo. p 1-23.

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental). 2017. Biblioteca Agroecológica. Características de calidad de la semilla de tomate. p 17-24.

Galindez, M. (2010). Componentes abióticos en la producción de semillas hortícolas. Redalyc.org, p 45-53.

Gómez, G. (2012). Fermentación en semillas de cultivos hortícolas. Redalyc.org, p 12-16.

Gómez, M. (2012). Monitorización. Recuperado el 2018, de Monitorización: <http://maxgo-monitorizacion.blogspot.com/2012/09/fermentado-semilla-de-tomate.html>

Guevara, L. (2014). Manejo de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Redalyc.org, p 40-46.

HaifaChemicals (2014). Guía/Cultivo de tomate/Hábitos de crecimiento/No.2341, p 7-15.

Hurtado, J. (2016) Cultivo del tomate/Aspectos botánicos. 3567 HDB. p 34-52.



- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2017. Manual técnico del cultivo de tomate. p 39-52.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2018. Producción y preservación de semillas hortícolas. Guía Tecnológica No.43 p 36-40.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. Cultivo del Tomate. Managua, Nicaragua. Guía Tecnológica No. 22. p 16-19.
- Martínez M. (2017). Factores que afectan la germinación en semillas de tomate. InfoAgro. 24-28 p.
- Mata, A. (2015). Importancia del cultivo de jitomate en México. Hidroponía, p 39-42.
- Mata, T. (2015). Guardando semillas de tomate por el método de fermentación. Huertos.org, p 38-41.
- Menéndez, A. (2010). Componentes que afectan la producción de semillas hortícolas/abióticos/manual de producción de semillas. Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Monge, V. (2016). Manejo en plantas de tomate, intagri 17-22 p.
- Peñaloza, P. (2001). Semillas de hortalizas/manual de producción. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Pérez, F. (2016) Viabilidad, Vigor, Longevidad y Conservación de Semillas de tomate. 2112HD. p 1-16.

- Robinson, J. (2010) Producción de tomates en México. Hortalizas, p 25-27.
- Romero, F. (2015) Semillas de tomate. Biología y tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid 637 p.
- Rubio. (2012). Digfineart. Efectos del ácido clorhídrico sobre la germinación de semillas. Recuperado el 2018, de Digfineart. Efectos del ácido clorhídrico sobre la germinación de semillas: <http://www.digfineart.com/WKymI91KY/>
- Samperio, G. (2013). Germinación de semillas. ArgenBio, p 9-18.
- Sánchez, L, A. 2017, Registro de la Variedad SofiMely extra firme de Larga Vida de Anaquel de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Tipo Beef. Pags.1-58.
- Sánchez, L, A. 2017, Registro de la Variedad Villa Narro extra firme de Larga Vida de Anaquel de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Tipo Beef. Pags. 1-59.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).2016. Producción e importancia del tomate. p 17-25.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas).2016/SAGARPA/gob.mx
- USDA. Economic Research Service (ERS). 2017. Vegetables and Pulses Yearbook Data. April 2017.
- USDA. FAS. 2015. GAIN Report Number MX5024. "Mexican Tomato Production Up Slightly". Global Agricultural Information Network, 6/8/2015.

USDA. FAS. 2016. GAIN Report Number MX6021. "Mexican Continues to Expand Greenhouse Tomato Production". Global Agricultural Information Network, 6/1/2016.

USDA. National Agricultural Statistics Service (NASS). 2017. Vegetables 2016 Summary. February 2017.

Valenzuela, J. (2007) Beneficios del uso de semilla de calidad. *Organic*, p 34-37.

## VII. APÉNDICE

### Análisis de Varianza para las Variables Analizadas en Laboratorio

#### Cuadro 5. Análisis de Varianza para la Variable Peso del Fruto

```
Analysis of Variance Table

Response: PF
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  3  80025 26675.0  10.688 0.003586 **
Residuals    8  19967  2495.8
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 14.10588
```

#### Cuadro 6. Análisis de Varianza para la Variable Número de Lóculos

```
Analysis of Variance Table

Response: NL
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  3  12.917  4.3056  4.3056 0.04383 *
Residuals    8   8.000  1.0000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 17.91045
```

#### Cuadro 7. Análisis de Varianza para la Variable Diámetro Ecuatorial

```
Analysis of Variance Table

Response: DE
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  3   5.6837  1.8946  1.3446 0.3268
Residuals    8  11.2722  1.4090
> cv
[1] 14.38962
```

**Cuadro 8.** Análisis de Varianza para la Variable Diámetro Polar

```
Analysis of Variance Table

Response: DP
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 0.11407 0.038022  0.1538 0.9243
Residuals    8 1.97820 0.247275
> cv
[1] 6.645
```

**Cuadro 9.** Análisis de Varianza para la Variable Grosor del Mesocarpio

```
Analysis of Variance Table

Response: GM
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 10.8000  3.6000 14.948 0.001212 **
Residuals    8  1.9267  0.2408
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> cv
[1] 6.753409
```

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza para la Variable Distancia entre Mesocarpios

```
Analysis of Variance Table

Response: DM
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 1.6580 0.55267  1.5635 0.2723
Residuals    8 2.8279 0.35348
> cv
[1] 7.994773
```

**Cuadro 11.** Análisis de Varianza para la Variable Firmeza

```

Analysis of Variance Table

Response: F
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3  5.9390   1.9796   1.7359 0.2368
Residuals    8  9.1233   1.1404
> cv
[1] 18.99901

```

**Cuadro 12.** Análisis de Varianza para la Variable Número de Semillas

```

Analysis of Variance Table

Response: NS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 996726 332242 14.536 0.00133 **
Residuals    8 182858  22857
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> cv
[1] 23.73409

```

**Análisis de Varianza para las Variables Analizadas en Invernadero**

**Cuadro 13.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 6 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM16DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 2310.8  770.28  2.1284 0.1748
Residuals    8 2895.2  361.90
> cv
[1] 58.11255

```

**Cuadro 14.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 6 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM26DDS
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 2387.2   795.74   1.6075  0.2626
Residuals    8 3960.2   495.03
cv
[1] 43.46132

```

**Cuadro 15.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 6 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM36DDS
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 5580.7 1860.24   3.3256 0.07734 .
Residuals    8 4475.0   559.38
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv
[1] 55.37821

```

**Cuadro 16.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 6 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM46DDS
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 8093.2 2697.74  13.961 0.00152 **
Residuals    8 1545.8   193.23
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv
[1] 24.99

```

**Cuadro 17.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 7 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM17DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4124.3  1374.78   4.083 0.04953 *
Residuals    8 2693.7   336.71
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 31.86587

```

**Cuadro 18.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 7 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM27DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4928.7  1642.90   4.3658 0.04243 *
Residuals    8 3010.5   376.31
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 36.41629

```

**Cuadro 19.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 7 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM37DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4168.8  1389.58   3.0318 0.09318 .
Residuals    8 3666.7   458.33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv
[1] 34.02711

```



**Cuadro 20.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 7 días después de la siembra

```
Analysis of Variance Table

Response: PGM47DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 8805.7  2935.24  34.788 6.141e-05 ***
Residuals    8  675.0    84.38
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 12.49032
```

**Cuadro 21.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 8 días después de la siembra

```
Analysis of Variance Table

Response: PGM18DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4161.5  1387.15  5.0779 0.02942 *
Residuals    8 2185.4   273.17
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 25.18674
```

**Cuadro 22.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 8 días después de la siembra

```
Analysis of Variance Table

Response: PGM28DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 5918.7  1972.89  6.1351 0.01804 *
Residuals    8 2572.6   321.57
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 28.28981
```

**Cuadro 23.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 8 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM38DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4256.3 1418.75  3.5984 0.06551 .
Residuals    8 3154.2  394.27
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 29.59939

```

**Cuadro 24.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 8 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM48DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 8708.3 2902.78  9.7096 0.004824 **
Residuals    8 2391.7  298.96
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 25.61542

```

**Cuadro 25.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 24 horas a los 9 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM19DDDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4098.9 1366.29  4.1036 0.04897 *
Residuals    8 2663.6  332.95
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 24.97517

```

**Cuadro 26.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada bajo Fermentación durante 48 horas a los 9 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM29DDDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 5881.2 1960.39  6.6948 0.01423 *
Residuals    8 2342.6  292.82
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> cv
[1] 24.00881

```

**Cuadro 27.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Hipoclorito de Sodio a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 9 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM39DDDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 4037.5 1345.83  3.7073 0.06142 .
Residuals    8 2904.2  363.02
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 27.54666

```

**Cuadro 28.** Análisis de Varianza para la Variable Porcentaje de Germinación en semilla tratada con Ácido Clorhídrico a una concentración de 1% durante 25 segundos a los 9 días después de la siembra

```

Analysis of Variance Table

Response: PGM49DDS
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
TRATAMIENTO  3 10122.4  3374.1  48.346 1.799e-05 ***
Residuals   8   558.3    69.8
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 10.63657

```