

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
-CUNBAV-**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN CONTINUOS NURSERY
PROGRAM, ESTACION MONSANTO DE SALAMÁ.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR

Mynor Alfredo Morales Ortiz.

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE	Lic. Julio Amilcar Ismalej Argueta
SECRETARIO	Dr. Miguel Angel Chacón Veliz
REPRESENTANTES PROFESIONAL	Arq. Teófanos de Jesús Perea A. Ing. Carlos Humberto Aroche S.
REPRESENTANTE DOCENTE	Dr. Miguel Angel Chacón Veliz
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES	Sr. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente Sr. Erwin Esteban Molina Díaz

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Elmer Ronaldo Juárez Chavarría

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Abner Dayrin Guzmán Balcarcel

COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

COORDINADOR	Ing. Agr. Abner Dayrin Guzmán Balcarcel
SECRETARIA	Licda. Victoria Guevara Leal
VOCAL I	Ing. Agr. Marco Antonio Roblero Montejo

ASESOR

Ing. Mario Gildardo García

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

Guatemala, Septiembre de 2019

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV

Universidad de San Carlos de Guatemala USAC

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de duración del ciclo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), a partir del volumen y tipo de sustrato; bajo condiciones controladas en la Estación de Investigación de Monsanto de Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.”** Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Mynor Alfredo Morales Ortiz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por haberme dado la vida, la salud y el entusiasmo para salir adelante.

**MIS PADRES
Y HERMANOS**

Por haberme inculcado los valores necesarios para mantenerme firme ante las adversidades y ser consecuente hasta alcanzar mis metas. Porque fueron piezas muy importantes en mi equipo.

MI ESPOSA

Por haber caminado a mí lado, paso a paso, por su apoyo incondicional y sacrificio ante la adversidad. Por toda su comprensión y motivación.

**A MIS HIJAS
PROFESORES**

Por ser la motivación más grande de mi vida. Por contribuir en mi formación profesional, tanto técnica como humana.

MIS AMIGOS

Por haberme dado acompañamiento, apoyo y motivación para seguir adelante.

**AL EQUIPO
MONSANTO**

De la estación de Salamá, por haber proporcionado todo el apoyo necesario, para el desarrollo de la investigación en sus instalaciones de investigación en la unidad Continuous Nursery Program.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Baja Verapaz; Por haber sido siempre la fuente de lecciones para la vida y de conocimientos técnicos para la vida profesional.

MI SUPERVISOR: Ing. Agr. Edín González, por su apoyo y acompañamiento durante el proceso del EPSA.

MIS ASESORES: Ing. Agr. Mario Gildardo García, Ing. Rene Cordón, Ing. Ivo Garrido; Por compartirme su experiencia y conocimientos.

ESTACION DE INVESTIGACIÓN MONSANTO SALAMA, GUATEMALA

C.A: Por abrir sus puertas para la realización de mi EPSA. Y por el apoyo técnico y humano brindado durante todo el proceso.

ING. ABNER GUZMAN: Por el apoyo y motivación ofrecida durante todo el proceso de la carrera.

MIS COMPAÑEROS DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA: por haber sido parte tan importante en la vida universitaria.

INDICE GENERAL

CAPITULO I: DIAGNÓSTICO

1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.....	5
1.4 MARCO REFERENCIAL.....	6
1.5 METODOLOGÍA.....	16
1.5.1 Observación participativa.....	18
1.5.2 Entrevista semiestructurada.....	19
1.5.3 Encuesta.....	19
1.5 RESULTADOS.....	19
1.6.1 Análisis de la problemática.....	20
1.6 CONCLUSIONES.....	24
1.8 RECOMENDACIONES.....	25
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	26
2.1 PRESENTACIÓN.....	31
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	33
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	34
2.4 MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.4.1 Taxonomía del tomate.....	35
2.4.2 Descripción y origen del tomate.....	35
2.4.3 Fisiología del cultivo.....	36
2.4.4 Etapas fenológicas del cultivo de tomate.....	37
2.4.5 Hábitos de crecimiento.....	38
2.4.6 Propagación.....	39
2.4.6.1 Habito de crecimiento.....	40
2.4.6.2 Respecto del calibre y forma del fruto.....	40

2.4.6.3	Madurez del fruto	41
2.4.6.4	La Vida Pos Cosecha.....	43
2.4.7	Variedades Con Resistencia Genética.....	43
2.4.8	Producción De Tomate Bajo Invernadero	44
2.4.9	Ventajas De La Producción Bajo Invernadero	44
2.4.10	Desventajas De La Producción De Tomate Bajo Invernadero.....	45
2.4.11	Condiciones De Clima Para El Cultivo De Tomate	46
2.4.11.1	Temperatura Y Humedad Relativa.....	46
2.4.11.2	Luminosidad.....	46
2.4.12	Medios De Propagación Del Cultivo De Tomate.....	47
2.4.13	Variedades Recomendadas.....	48
2.4.14	Siembra Y Germinación.....	49
2.5	MARCO REFERENCIAL.....	51
2.5.1	Ubicación geográfica del municipio	51
2.5.2	Clima	51
2.5.3	Estación MONSANTO de Salamá.....	52
2.5.3.1	Estructura organizacional	53
2.5.3.2	MONSANTO de Guatemala	53
2.5.3.3	Población actual de la empresa	53
2.5.3.4	Servicio de agua para el personal	53
2.5.3.5	Servicio de agua para consumo humano	54
2.5.3.6	Servicio de agua para actividades agricolas	54
2.5.3.7	Servicio de energía eléctrica	54
2.5.3.8	Infraestructuras de la estación MONSANTO Salamá.....	55
2.5.3.9	Proyección social.....	56
2.5.4	Descripción de las actividades productivas.....	57
2.6	OBJETIVOS.....	58
2.6.1	General	58
2.6.2	Específicos	58
2.7	METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO	59

2.7.1 Descripción de los sustratos utilizados en la investigación.....	60
2.7.2 Descripción del volumen de sustrato.....	63
2.7.3 Descripción del ciclo y manejo del cultivo	64
2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
2.8.1 Línea de tiempo del ciclo del cultivo de tomate.....	73
2.8.2 Control de germinación de tomate en nursery cinco, previo al trasplante	74
2.8.3 Coeficiente de crecimiento promedio por día (K/día).....	74
2.8.4 Análisis apreciativo y comparación estadística de la primera colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.	76
2.8.5 Análisis apreciativo y comparación estadística de la segunda colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.....	77
2.8.6 Análisis apreciativo y comparación estadística de la tercera colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.	78
2.8.7 Registro y comparación de la cosecha en número de frutos y su peso total expresado en kilogramos, por cada tratamiento.	79
2.8.8 Comparación y análisis estadístico del peso total de semilla cosechada, expresado en gramos.	80
2.8.9 Resumen de promedios del peso en gramos, y porcentaje de plantas que lo alcanzaron.....	82
2.8.10 Registro de tratamientos que alcanzaron los 5 gramos de semilla a los 82 (DAT), y 110 días después de la siembra.....	83
2.8.11 Registro del número de plantas por cada repetición que alcanzaron un peso igual o mayor a 5 gramos, en todos los tratamientos.	84
2.8.12 Prueba De Germinación	85
2.8.13 Conteo realizado en la prueba de germinación	86
2.8.14 Análisis fenológico de los frutos con características promedio en cada tratamiento.....	89
2.8.15 Características fenológicas del sistema radicular.....	90
2.9 CONCLUSIONES	91
2.9.1 Costos de Operación.....	92

2.10 CONCLUSIONES	99
2.11 RECOMENDACIONES	101
2.12 BIBLIOGRAFÍA	102
2.13 APÉNDICE.....	104
3.1 Introducción	111
3.2 Objetivo General	112
3.3 Objetivos Específicos.....	112
3.4 Servicio 1: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE MELÓN DE 7 MATERIALES PRODUCIDOS EN CNP, ESTACIÓN MONSANTO SALAMÁ.	113
3.4.1 Presentación	113
3.4.2 Objetivo General	114
3.4.3 Objetivos Específicos.....	114
3.4.4 Metodología	114
3.4.5 Material y equipo	115
3.4.6 Resultados	116
3.5 Servicio 2: DIFERENTES TIPOS DE PODA EN CUATRO MATERIALES DIFERENTES DE MELON, EN LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CONTINUOS NURSERY PROGRAM DE LA ESTACIÓN MONSANTO DE SALAMA.	123
3.5.1 Presentación	123
3.5.2 Objetivo General	124
3.5.3 Objetivos Específicos.....	124
3.5.4 Metas	124
3.5.5 Metodología	125
3.5.6 Material y equipo	126
3.5.7 Resultados	127
3.5.8 Apéndices.....	131
3.6 Servicio 3: PRUEBA DE DIFERENTE TIPO DE VOLUMEN DE SUSTRATO EN CUATRO VARIEDADES DE TOMATE.....	132

3.6.1	Presentación.....	132
3.6.2	Objetivo General	133
3.6.3	Metas	133
3.6.4	Materiales	133
3.6.5	Metodología.....	134
3.6.6	Resultados	137

INDICE DE FIGURAS

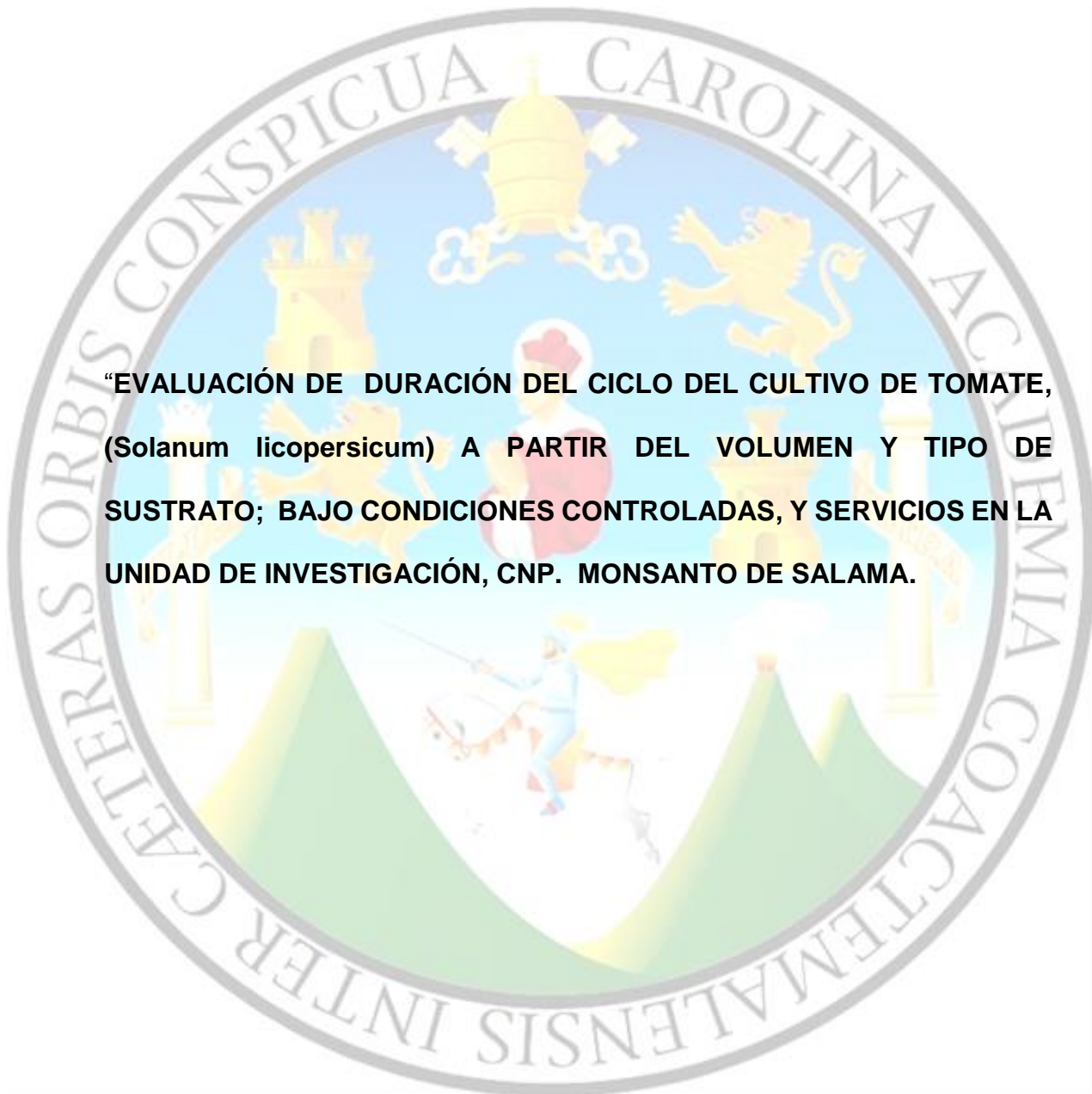
FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación del municipio de Salamá en el Depto.	6
Figura 2. Delimitación de la estación Monsanto en el Municipio de Salamá ..	8
Figura 3. Estructura Organizacional de la empresa MONSANTO	9
Figura 4. Proceso productivo de la empresa	15
Figura 5. Observación participativa, preparación de Sustrato	18
Figura 6. Balance en la Producción	34
Figura 7. Etapas fenológicas del cultivo de tomate.	37
Figura 8. Calibre y Forma del fruto	41
Figura 9. Colorímetro de (7-12)	42
Figura 10. Colorímetro de (1-6)	42
Figura 11. Producción bajo condiciones de invernadero.	44
Figura 12. Variedades recomendadas.....	48
Figura 13. Ubicación geográfica del municipio	52
Figura 14. Servicio de agua para actividades agrícolas	54
Figura 15. Diseño experimental.....	59
Figura 16: Volumen del Sustrato.	63
Figura 17. Siembra de tomate FMI/BC-4.....	64
Figura 18. Preparación del Invernadero	65
Figura 19. Trasplante	65
Figura 20. Poda primaria o deshije.....	66
Figura 21. Riesgos de lesiones físicas	66
Figura 22. Control de condiciones	67
Figura 23. Fertikit.....	68
Figura 24. Comportamiento del riego durante el ciclo del cultivo	69
Figura 25. Monitoreo de drenaje.....	70
Figura 26. Acidez o Alcalinidad respecto del pH.	70
Figura 27: Comportamiento de drenaje en sustrato TS-1 (2, 3,4) lts.....	71
Figura 28: Comportamiento de drenaje en sustrato TS-4 (2, 3,4) lts.....	71
Figura 29. Comportamiento de drenaje en sustrato BM-2 (2, 3,4) lts.....	72

Figura 30. Comportamiento de drenaje en BM-6 (2, 3,4) lts.....	72
Figura 31. Línea de tiempo del cultivo	73
Figura 32. Medición de altura	75
Figura 33. Comparación de crecimiento por día.	75
Figura 34. Semilla de la primera cosecha.....	76
Figura 35. Gramos de semilla obtenida en la segunda cosecha.	77
Figura 36. Gramos de semilla obtenidos en la tercera cosecha.	78
Figura 37. Valores brutos de la cosecha en Kg de fruto por plata.	79
Figura 38. Total de gramos cosechados en tres colectas de fruto a los 82 días	80
Figura 39. Promedio general de gramos y % de plantas por tratamiento.	82
Figura 40. Tratamientos que obtuvieron una media mayor a los 5g.	83
Figura 41. Germinación	86
Figura 42. Características fenológicas de fruto promedio por tratamiento....	89
Figura 43. Características fenológicas del sistema radicular.....	90
Figura 44. Análisis comparativo del promedio de longitud del sistema radicular.	90
Figura 45. Macetas de 800 cc.....	104
Figura 46. Comparación de la distribución del sistema radicular en el envase de sustrato.....	105
Figura 47. Cultivo de Tomate en 3 litros de sustrato	106
Figura 48. Cultivo de tomate en 3 litros	107
Figura 49. Cultivo de chile en 3 litros.....	108
Figura 50. Germinación	116
Figura 51. Trasplante.....	116
Figura 52. Polinización	117
Figura 53. Poda de frutos	117
Figura 54. Gramos Cosechados / % de germinación	119
Figura 55. Gramos cosechados/ % de germinación.	121
Figura 56. Línea de tiempo del ciclo	127
Figura 57, Kilogramos de fruto / gramos de semilla.....	128

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Cultivo Objetivo.....	20
Cuadro 2. Aspecto o etapa a mejorar.....	20
Cuadro 3. Característica con deficiencias	21
Cuadro 4. Aspecto del manejo a optimizar	21
Cuadro 5. Factor o elemento a mejorar.....	22
Cuadro 6. Optimización del rendimiento.....	23
Cuadro 7. Otro elemento importante	23
Cuadro 8. Etapas fenológicas.....	37
Cuadro 9. Principales actividades del ciclo.....	73
Cuadro 10. Conteo de Germinación	74
Cuadro 11. Coeficiente de crecimiento por día.....	75
Cuadro 12. Clasificación cuantitativa de resultados.	80
Cuadro 13. No. De plantas por tratamiento que alcanzaron una media de 5g.	84
Cuadro 14. Prueba de germinación.....	86
Cuadro 15. Costos fijos.	92
Cuadro 16. Mano de obra.....	93
Cuadro 17. Supervisiones	97
Cuadro 18. Programa de prevención.....	98
Cuadro 19. Comparación de resultados de producción de semilla.....	105
Cuadro 20. Frutos cosechados.....	118
Cuadro 21. Comparación de Eficiencia	119
Cuadro 22. Gramos de Semilla.	120
Cuadro 23. Comparación de eficiencia.....	121
Cuadro 24. Materiales evaluados	125
Cuadro 25. Material y equipo.....	126
Cuadro 26. Gramos cosechados/tratamiento	128

Cuadro 27. % de germinación por tratamiento.	129
Cuadro 28. Coeficiente de crecimiento por día.....	131
Cuadro 29. Material y equipo.....	133
Cuadro 30. Diseño del experimento	135
Cuadro 31. Manejo cultural.....	136



“EVALUACIÓN DE DURACIÓN DEL CICLO DEL CULTIVO DE TOMATE, (Solanum lycopersicum) A PARTIR DEL VOLUMEN Y TIPO DE SUSTRATO; BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, Y SERVICIOS EN LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN, CNP. MONSANTO DE SALAMA.

RESUMEN

El presente documento integra el trabajo realizado en CNP¹, Monsanto de Salamá: Como parte del EPS, siendo los siguientes componentes: El diagnóstico empresarial, la Investigación y los servicios productivos.

Uno de los objetivos de la empresa está orientado a la producción y mejora continua de semillas de alta calidad para exportación, en cultivos de Solanáceas (tomate y chile), Cucurbitáceas (melón y pepino), Gramíneas (maíz) y Liliáceas (cebolla); para estos cultivos las principales actividades desarrolladas son: El manejo agronómico, Manejo Cultural y prácticas especializadas para el procesamiento de frutos y semillas que van desde la selección, secado, pesado y empacado para la exportación de las semillas.

Entre las fortalezas del sitio de investigación, se encuentran: su amplia gama tecnológica, su alto nivel organizacional en procesos administrativos, operacionales y estructurales, así también su personal altamente calificado y las características climáticas de la zona, favoreciendo un número de hasta tres ciclos de cultivo por año, siendo esta última una de las principales razones de su ubicación en Salamá B.V; Sin embargo su equipo se enfrenta constantemente a desafíos propiciados especialmente por la rapidez de los procesos y el corto tiempo disponible para la mejora continua de las semillas que simultáneamente se presentan al número de ciclos de cultivos que se generan anualmente y también al tiempo que representan los procesos de

¹ CNP: Continuous Nursery Program (Programa de semillero continuo)

exportación, como el tiempo de retorno de las semillas ya evaluadas a las instalaciones de la planta para el seguimiento de los procesos de mejora.

Por tal razón que la investigación desarrollada se enfocó en la Evaluación de la duración del ciclo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), a partir del volumen y el tipo de sustrato, debido a que la reducción del ciclo del cultivo de tomate a un periodo menor de tiempo, representa grandes ventajas para fines de investigación, en cuanto al tiempo requerido por cada ensayo; como la reducción de costos al utilizar cantidades menores de sustrato propiciando la optimización de los recursos de la empresa.

El proyecto consistió en la evaluación de doce tratamientos, cada uno con tres repeticiones; Y de acuerdo a los resultados no se registraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos experimentados en dos, tres y cuatro litros. Distribuidos combinatoriamente con cuatro tipos de sustratos comerciales, para los cuales se conocieron hallazgos de mayor eficiencia en el tratamiento TS-1 / 3 Litros, respecto de Kilogramos de frutos cosechados, gramos de semilla procesada y porcentaje de germinación, pero sin diferencias significativas en el análisis estadístico ANDEVA.

La fase de servicios consto de 4 actividades de evaluación de la calidad de la semilla por medio del porcentaje de germinación, en cultivo de Melón (*Cucumis melo*): a) Evaluación de tres tipos de poda en siete materiales de Melón, b) Evaluación de tres tipos de Podas en cuatro Materiales de Melón, c) Evaluación de época de cosecha del cultivo de tomate a partir del volumen y tipo de sustrato en cuatro materiales de tomate de interés económico para la empresa, de los cuales son descritos en las metas, la metodología; así como

los resultados obtenidos en cada uno de los servicios de producción desarrollados en la estación Monsanto de Salamá B.V.



CAPITULO I: DIAGNOSTICO

AREA DE INVESTIGACIÓN CONTINUOS NURSERY PROGRAM,
ESTACIÓN MONSANTO SALAMA BAJA VERAPAZ, GUATEMALA

1.1 INTRODUCCIÓN

Como parte de las etapas del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, se desarrolló un Diagnóstico empresarial; Con el objetivo de Conocer la situación actual de la Unidad de investigación CNP; Continuos Nurseries Program, de la estación MONSANTO de Salamá B.V.

En esta etapa se procedió a la aplicación de diferentes herramientas de recolección de datos para la identificación de la problemática en cada una de las tareas que conforman el proceso de producción de semillas de investigación; Así como la priorización y jerarquización de la problemática actual de la unidad de Investigación CNP. Esto sirvió como base sólida para el desarrollo de los servicios productivos y proyectos de investigación. Equipo técnico y personal de la unidad de investigación identifico la problemática, necesidades y aspiraciones de la Unidad, con la intención de desarrollar una serie de proyectos y dar respuesta eficiente e integrada en los aspectos técnicos, empresariales y sociales. La investigación desarrollada permitió evaluar y conocer el rendimiento del cultivo de tomate en diferente volumen y tipo de sustrato, bajo la línea de optimización de recursos, calidad de la semilla y aprovechamiento del tiempo.

La estación MONSANTO posee muchas ventajas para la producción de semillas, siendo uno de los factores más importantes el clima de la región, que permite el desarrollo de tres ciclos de solanáceas y de cucurbitáceas por año; Esto de forma simultánea a tecnología de vanguardia ofrece las características

necesarias para que genetistas de todo el mundo puedan desarrollar investigaciones enfocadas a la producción de semillas de alta calidad.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los requisitos en el planteamiento de posibles soluciones a la problemática actual, es el conocimiento de la realidad, por tal razón la observación de los fenómenos y el discernimiento del entorno, es de vital importancia para el planteamiento de soluciones; En este sentido, se considera como problemática, la ausencia de información real, obtenida de manera sistemática por medio de la aplicación de técnicas de recolección de datos e instrumentos de medición, “La investigación no tiene sentido sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado (Rivero D. S., 2008, pág. 55). Y su ordenamiento con carácter prioritario De tal forma que tanto la investigación como las soluciones propuestas sean una respuesta a los intereses de los beneficiarios. Para ello se debe realizar el levantamiento de información de forma directa, metódica y estratégica. Esto principalmente porque los resultados del diagnóstico ofrecen el mejor acercamiento a la realidad y permiten la proyección de mejores propuestas orientadas a mejorar la calidad en la producción.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

1. Conocer la problemática actual de la Unidad de investigación; CNP, Monsanto, por medio de la aplicación de la metodología de diagnóstico empresarial, para encontrar las causas y efectos de los problemas.

1.3.2 Específicos

1. Desarrollar un diagnostico participativo en la unidad CNP, Monsanto de Salamá B.V.
2. Observar los procesos agronómicos aplicados en CNP.
3. Identificar la problemática actual en las diferentes actividades desarrolladas y las posibles soluciones en la unidad CNP.
4. Jerarquizar prioritariamente la problemática encontrada en el área de investigación de CNP.
5. Coadyuvar en el proceso de investigación para eficientizar el proceso de producción y desarrollo de semillas mejoradas.

1.4 MARCO REFERENCIAL

A. Ubicación geográfica del municipio de Salamá B.V.

Salamá se ubica a 150 km de la Ciudad Capital de Guatemala por la ruta CA-14 a una altura de 940 msnm. El municipio de Salamá posee una extensión territorial de 776 km² con una población de 47 240 habitantes. (Morataya, 2015)

Colindancias:

El municipio colinda al Norte con el municipio de Purulhá, al Sur con el departamento de Guatemala y El Progreso, al Oriente con el municipio de San Jerónimo y el Departamento de El Progreso y al Poniente con el municipio de San Miguel Chicaj. Salamá se encuentra situada a 940. 48 metros de altura sobre el nivel del mar; a 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud. Su extensión territorial es de 776 kilómetros cuadrados. (SEGEPLAN, 2011, pág. 10)

Ubicación del Municipio de Salamá, en el Departamento de Baja Verapaz

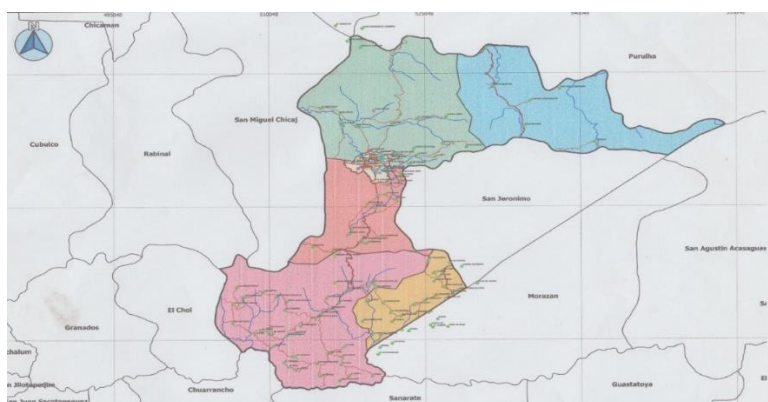


Figura 1. Ubicación del municipio de Salamá en el Depto.

Fuente: OPM, Salamá B.V.

B. Clima

El área en la que se encuentra la estación MONSANTO Salamá de acuerdo al INSIVUMEH, es clasificada como Meseta y altiplano de acuerdo a la clasificación de Guatemala, así mismo el área montañosa del municipio alcanza alturas de 1400 msnm, mientras que para el valle en el que se encuentra ubicada la estación de investigación, alcanza los 940 msnm. Cuenta con dos épocas, la seca y la lluviosa, esta última sin registrar precipitaciones intensas con un promedio de 750 mm/año. La humedad relativa del área es de 70% promedio, el clima se considera templado con algunas variaciones a semifrío y semicálido.

C. Estación Monsanto Salamá.

La estación MONSANTO en Salamá se fundamenta en los principios de calidad, servicio y seguridad laboral. Cuya función principal es la producción de semillas de exportación para la investigación, en cultivos de cucurbitáceas y solanáceas, con altos estándares de calidad en selección de personal, seguridad laboral, manejo agronómico, sanidad vegetal y exportación. La estación MONSANTO Salamá se ubica en el barrio Agua Caliente y sus coordenadas son N15°06'12'' O90°16'60''. Colinda al Norte con fincas privadas, al sur con el río Salamá, al este con el camino que conduce al río Salamá, al Noreste con viviendas del barrio agua caliente. (Barrientos 2007)



Figura 2. Delimitación de la estación Monsanto en el Municipio de Salamá
Fuente: Morataya (2015)

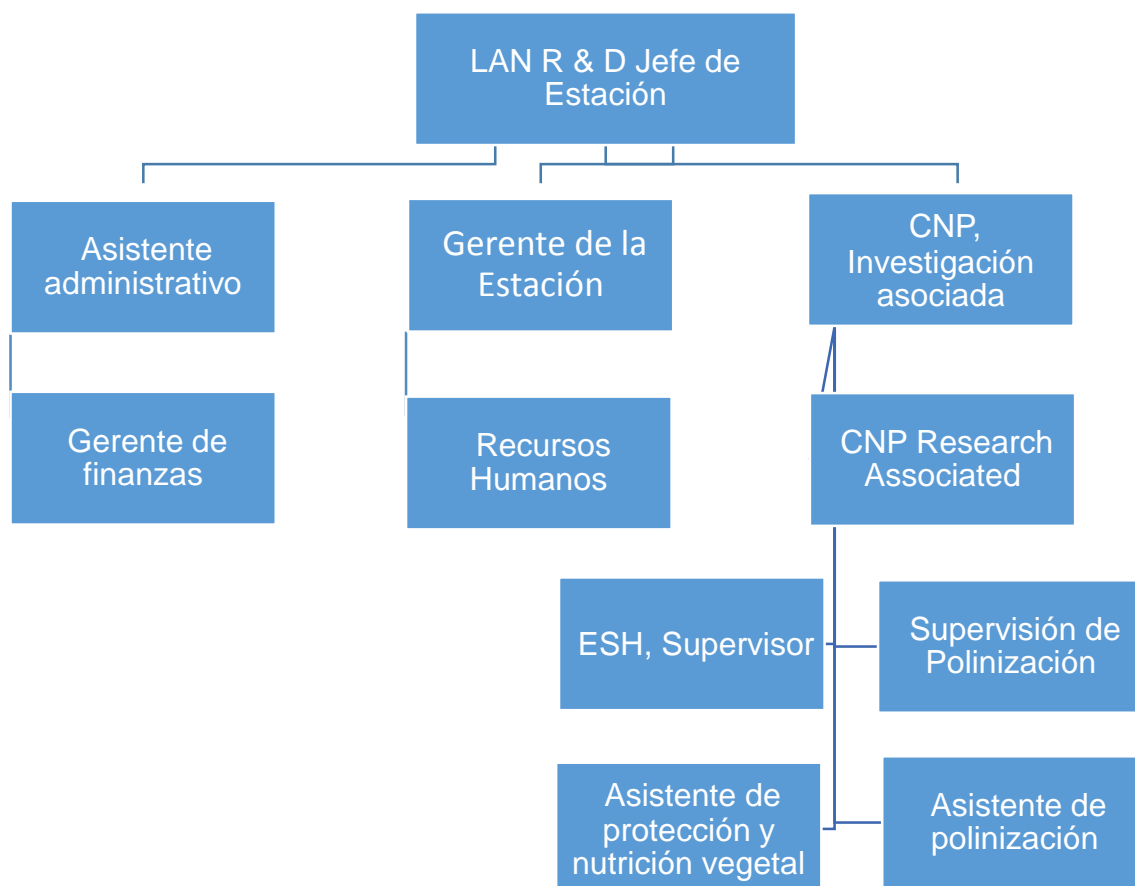
D. Estructura general organizacional de la empresa Monsanto.

Figura 3. Estructura Organizacional de la empresa MONSANTO

Fuente: Datos Obtenidos durante el EPS 2018

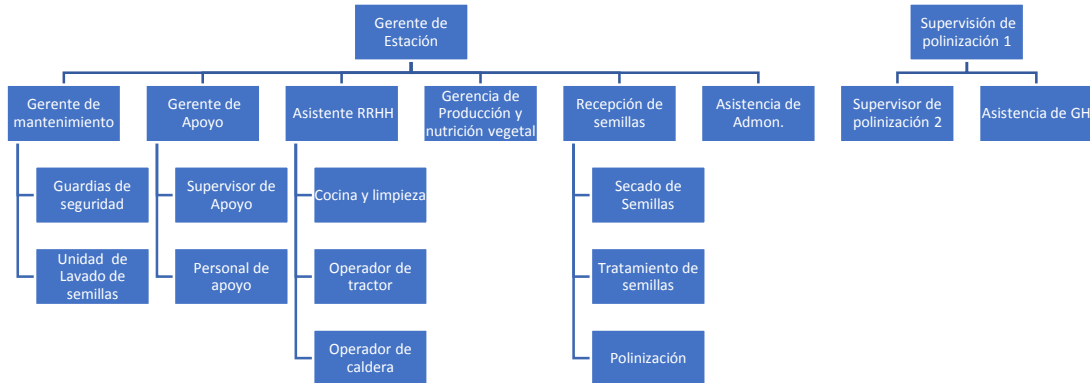


Figura 4. Estructura Organizacional local de la estación Monsanto Salamá
Fuente: Datos obtenidos durante el EPS 2018

E. Procesos productivos de la empresa

Los procesos de producción de la empresa comprende etapas de manejo agronómico, como lo es la preparación del sustrato, ya sea nuevo o reutilizado procesado termicamente en calderas, consecuentemente actividades de siembra, trasplante, podas, emasculación, polinización, cosecha, fenotipado, procesado de semillas y exportación. La información fue obtenida a través de la observación participativa desarrollada durante el período de la primera fase del Ejercicio Profesional Supervisado EPSA.

F. Población actual de la empresa

El personal fijo de Monsanto es: 80 empleados y personal contratado por COSEIN una empresa de outsourcing² o sub contratista; este número depende en parte de la época, superando en ocasiones 120 empleados.

G. Servicios de agua para el personal

En este se considera el agua destinada para usos sanitarios de todo el personal, misma que es obtenida por medio del suministro municipal.

H. Servicio de agua para consumo humano

El suministro es proporcionado por una empresa privada de la localidad, para el cual los dispensadores son llenados frecuentemente por personal de mantenimiento.

I. Servicio de agua para riego

Para las actividades agrícolas el suministro es un pozo propiedad de la empresa, con capacidad aproximada de 10.2 L/s, ó 0.0102 m³/s. Con un gasto aproximado de 20,000 L diarios; distribuido en aproximadamente 11000 litros en R&D, y 9000 L en CNP MONSANTO, también se cuenta con una charca de suministro subterráneo, que es utilizada como habitat para diferentes especies, como peces, tortugas entre otros.

² Outsourcing: subcontratación

J. Servicio de energía eléctrica

La estación MONSANTO Salamá, cuenta con el servicio de energía eléctrica que proporciona la empresa DEORSA en la región, y un generador de energía eléctrica que funciona a base de diésel; la red de cableado se encuentra distribuída subterráneamente como mecanismo de seguridad para cumplir con normas internacionales.

K. Infraestructura de la estación Monsanto en Salamá.

Hasta la fecha la estación de investigación está estructurada de la siguiente manera:

- 24 invernaderos en R & D (Research & Development)³
- 16 invernaderos en CNP (Continuous Nursery Program)⁴
- 3 áreas de oficina
- 2 áreas de parqueo
- 2 áreas de lavado y tratamiento de semillas
- Taller mecánico
- 2 áreas de tratamiento de sustrato
- 1 casa patronal
- 3 comedores: R&D, CNP, Producción y Protección Vegetal.
- Cancha de futbol

³ Research & Development: Investigación y desarrollo.

⁴ Continuous Nursery Program: Programa de semillero continuo.

L. Proyección social

La estación MONSANTO de Salamá por medio de un equipo de apoyo conformado voluntariamente por personal de las diferentes áreas, desarrolla una serie de actividades enfocadas al servicio y apoyo de diferentes comunidades y grupos sociales necesitados o con algún nivel de riesgo y vulnerabilidad, dentro de los que se puede mencionar los siguientes:

- Donación y construcción de invernaderos en la Univeridad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Baja Verapaz, para el desarrollo de prácticas agrícolas de los estudiantes de Agronomía.
- Construcción de banqueta de garage en la 59 Cia. De Bomberos Voluntarios.
- Pintura de muro perimetral de la Escuela Oficial Urbana Mixta, Las Piedrecitas de Salamá Baja Verapaz.
- Mochilatron; Donación de mochilas a niños de escasos recursos de las escuelas vecinas.
- Plan de emergencia: capacitación en escuelas sobre primeros auxilios.
- Bombero por un día: capacitación acerca de primeros auxilios y reacción a incendios forestales dirigida a comunidades circunvecinas.
- Motobicitrón: Educación vial y de seguridad a los conductores de bicicletas y motocicletas.
- Monsanto en Rosa: campaña contra el cáncer de mama
- Capacitaciones intensivas sobre cáncer causado por rayos UV.

- Capacitaciones sobre nutrición sana y consumo de alimentos bien preparados.
- Campaña medica general, subsidiada por MONSANTO Salamá.
- Campaña educativa de promoción primaria para empleados de MONSANTO.
- Programa de apoyo de educación Superior a estudiantes de Agronomía.
- Programa de generación de becas para Epesistas de la Facultad de Agronomía.

M. Descripción de las actividades productivas

Una de las principales razones por la que la Estación de investigación MONSANTO se encuentra en el municipio de Salamá, es por el clima que ofrece la región, misma que a diferencia de otros territorios permite un máximo de hasta 4 ciclos de cultivo por año.



Figura 4. Proceso productivo de la empresa
Fuente: Datos obtenidos durante el EPS.

1.5 METODOLOGÍA

El desarrollo de este proceso es un esfuerzo por abordar científicamente la realidad, dentro de la metodología empleada se encuentran consultas realizadas a fuentes documentales: “El término documento, se refiere a la amplia gama de registros escritos y simbólicos, así como a cualquier material y datos disponibles” (Valles, TÉCNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL, 1999, pág. 120). De carácter secundario como lo son: Monografías del municipio y tesis desarrolladas en la estación, de igual manera se utilizaron fuentes primarias de información como el equipo técnico del área, a través de dinámicas de compartimiento, entrevistas, encuestas y reuniones técnicas semanales.

Fue utilizada la caja de herramientas, con la que se pudo identificar una serie de problemas en el área de investigación Continuos Nursery Program de la estación MONSANTO, de Salamá. A este hallazgo debemos sumar la participación de hombres y mujeres que de manera activa, generaron al mismo tiempo una serie de sugerencias como posibles soluciones. Dentro de las herramientas utilizadas se enlistan y describen cada una de ellas.

- **Observación participativa:** “ La observación participante será definida como una estrategia de campo que combina simultáneamente el análisis de documentos, la entrevista a sujetos e informantes, la participación y observación directa, y la introspección.” (Valles, TÉCNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL, 1999, pág. 147)

- **Entrevista Semiestructurada:** La conversación (practicada o presenciada), en situaciones naturales de la vida cotidiana, supone un punto de referencia constante, la mejor práctica preparatoria de la realización de entrevistas con fines profesionales. “Más aún, las diferentes maneras de conversación mantenidas por el investigador de campo, en su papel de observador participante, se pueden considerar como formas de entrevista” (Valles, TECNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL, 1999, pág. 178). Con respecto al contenido de los instrumentos de recolección de datos deben consistir en el mejor acercamiento a los sujetos de investigación: “Las preguntas de la entrevista inicial o de las áreas de observación pueden basarse en conceptos derivados de la literatura, de la experiencia o, mejor aún, de trabajo de campo preliminar” (Strauss & Corbin, BASES DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. BASES Y PROCEDIMIENTOS PARA DESARROLLAR LA TEORIA FUNDAMENTADA., 1998, pág. 223)
- **Encuesta:** este procedimiento permite la recopilación de datos por medio de un cuestionario previamente diseñado. Siendo el cuestionario un conjunto de preguntas que deben ser aplicadas a un sujeto en orden determinado y frente a las cuales este sujeto puede responder adecuando sus respuestas a un espacio restringido o a una serie de respuestas que el mismo cuestionario ofrece. (Cerón, 2006, pág. 67)

- **Matrices y diagramas de flujo:** para la interpretación de sistemas y procesos es de suma importancia la representación de grafica de las actividades para establecer el orden y los vínculos correspondientes.

1.5.1 Observación participativa

Esta actividad representó el involucramiento en todas las actividades que se desarrollan en la unidad de investigación CNP, con ello se obtuvo el conocimiento tanto técnico como cultural acerca de los procesos que en la unidad se realizan.

- Preparación de Invernaderos
- Instalación de sistema de riego
- Observación y control en el sistema de riego FERTIKIT (Equipo de inyección de fertilizantes).
- Preparación de sustratos
- Sanitación y llenado de bolsas
- Siembra
- Trasplante
- Etiquetado
- Colecta de tejidos
- Tutorado
- Emasculación
- Polinización



Figura 5. Observación participativa, preparación de Sustrato

Fuente: Datos de campo bodega de materiales 2018.

- Cosecha
- Caracterización de fenotipos

1.5.2 Entrevista semiestructurada

“La entrevista desde el punto de vista del método, es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación” (Rivero D. S., 2008, pág. 55) La entrevista se desarrolló por medio de la formulación de preguntas que permitieron la obtención de la información requerida.

1.5.3 Encuesta

Esta se dirigió al equipo técnico y de campo de la estación con la finalidad de recoger información individualizada que permitiera posteriormente realizar una integración de resultado por medio de matrices. En una encuesta: “La información es recogida usando procedimientos estandarizados de manera que a cada individuo se le realizan las mismas preguntas en más o menos la misma manera”.

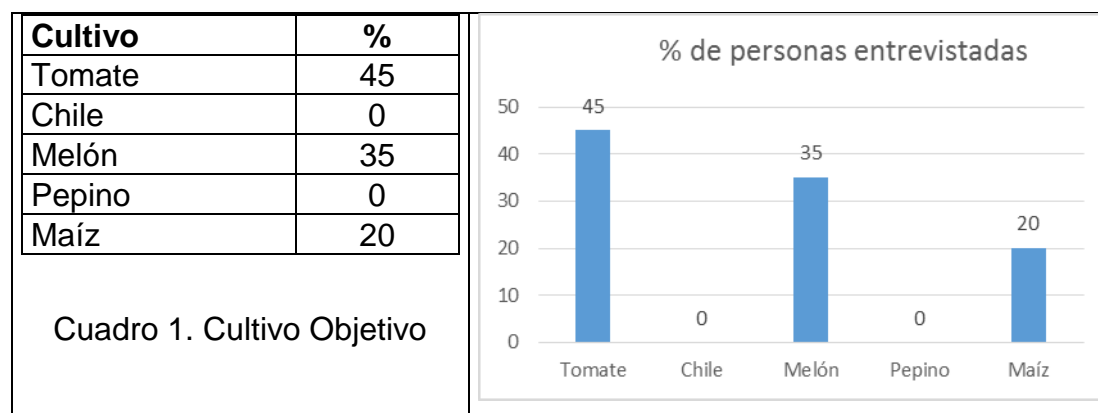
1.5 RESULTADOS

Se pasó la entrevista al equipo de profesionales, personal técnico y operativo de la unidad de investigación, obteniéndose la siguiente información.

1.6.1 Análisis de la problemática

Pregunta No. 1

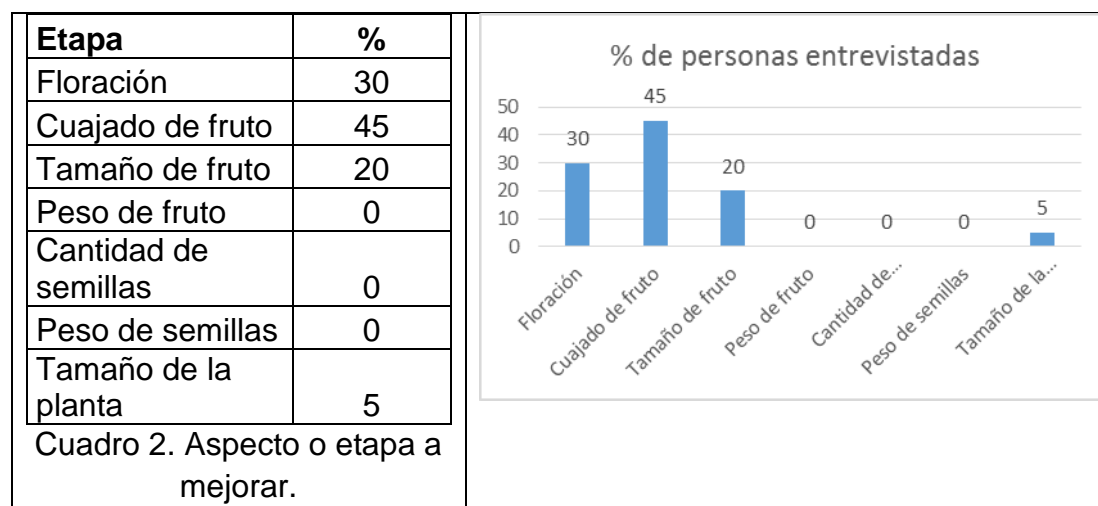
En relación a los siguientes cultivos y resultados obtenidos en ciclos anteriores. En qué cultivo debemos mejorar?



Del número total de los encuestados, el 45% se refirió a la importancia de enfocarse en mejorar los resultados en el cultivo de tomate; el 35% se interesó en melón y un 20% en el estudio de maíz.

Pregunta No.2

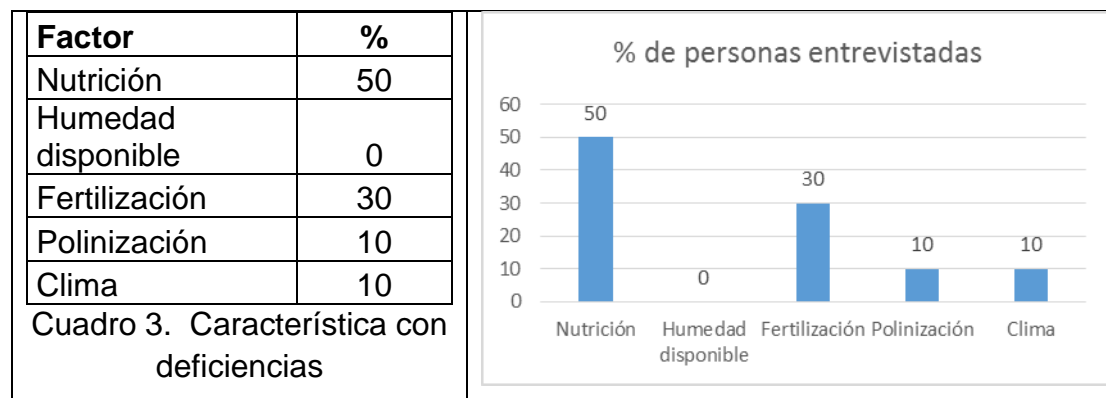
¿En qué aspecto o etapa del cultivo debemos mejorar?



Con respecto a esta pregunta el 45% se interesó en mejorar los resultados en cuajado del fruto, al 30% en floración y el 20% en tamaño de la planta.

Pregunta No. 3

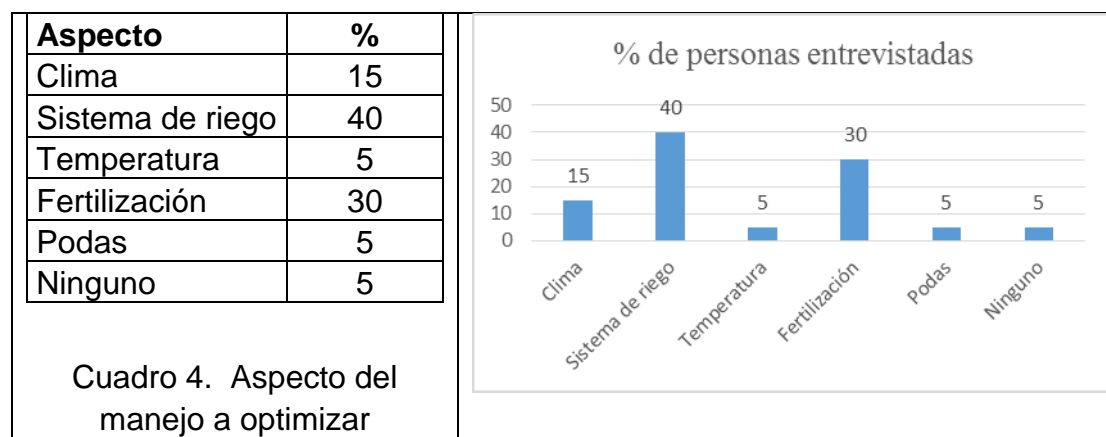
¿Con qué factor del manejo relacionamos la etapa o característica fenológica en la que se han identificado deficiencias?



El 50% respondió que la deficiencia está relacionada con la nutrición de la planta, el 30% se relaciona con fertilización, el 5% con manejo cultural y otro 5% con manejo de clima.

Pregunta No. 4

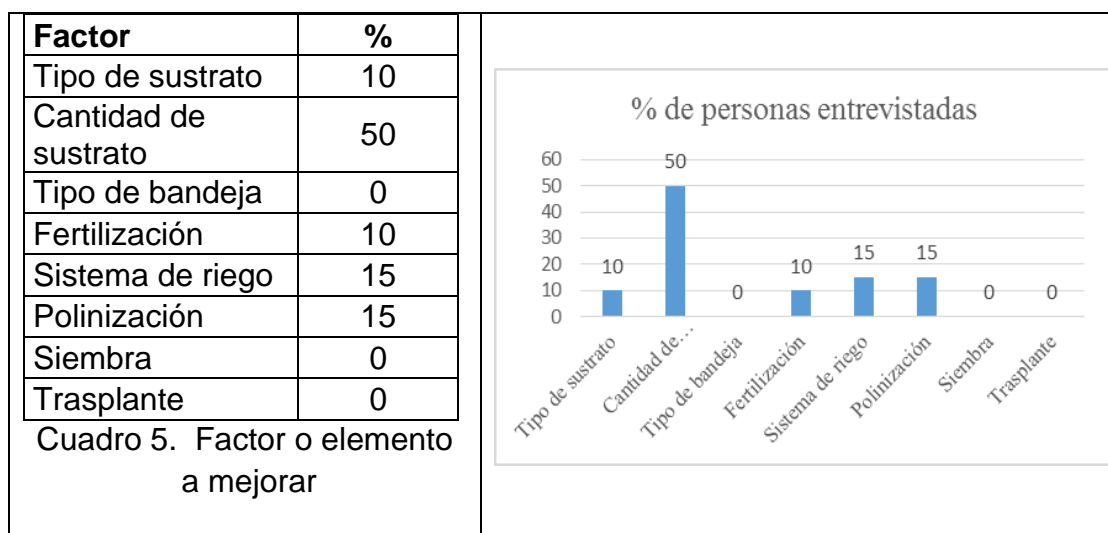
¿Qué aspecto del manejo agronómico le gustaría optimizar para mejorar resultados?



El 40% de los encuestados respondieron que se debe optimizar esfuerzos en el sistema de riego, el 30% en fertilización, el 15% manejo de clima, y el otro 15% se distribuyó equitativamente entre temperatura, podas y ninguno.

Pregunta No. 5

¿Qué factor participante en el proceso de producción sugiere modificar para optimizar los resultados?

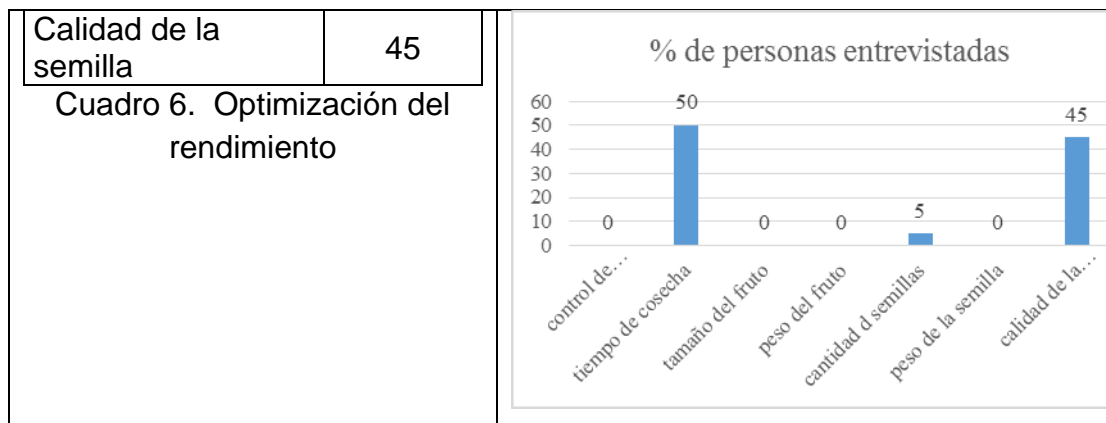


En relación a la pregunta número 5, el 50% de los encuestados sugirió variar en el uso del sustrato con respecto al volumen.

Pregunta No. 6

¿En relación a los procesos desarrollados en CNP, en que quiero ofrecer mejores resultados?

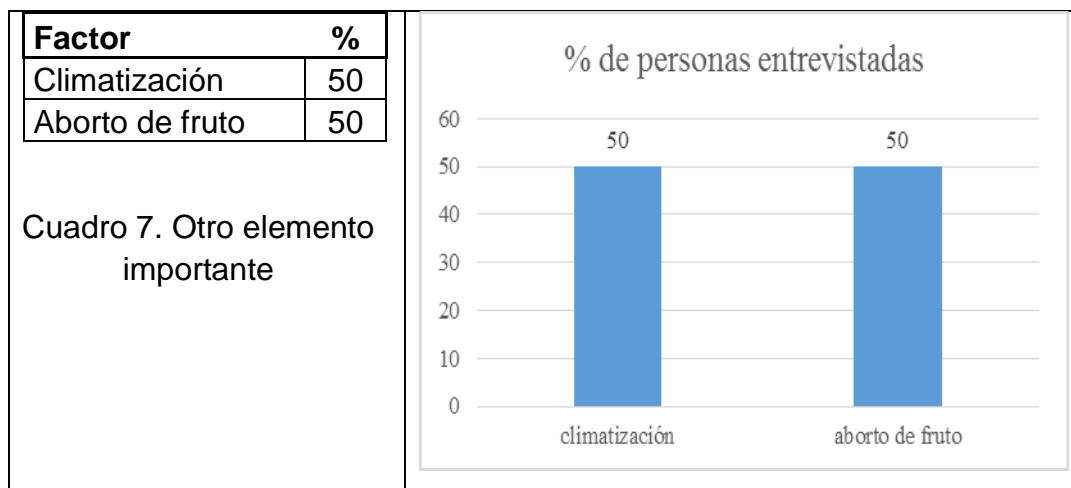
Factor	%
Control de condiciones	0
Tiempo de cosecha	50
Tamaño del fruto	0
Peso del fruto	0
Cantidad de semillas	5
Peso de la semilla	0



El 50% de los encuestados, respondió que quieren mejorar en el tiempo de cosecha.

Pregunta No. 7

¿Mencione otro elemento importante en los procesos de producción al que se deba prestar atención?



Cuadro 7. Otro aspecto de importancia.

El 50% expreso su interés por aspectos de climatización y el otro 50% señalo problemas de aborto del fruto.

1.6 CONCLUSIONES

1. La participación en todas las actividades de programación e informes con el equipo técnico, de manejo cultural y agronómico en el programa de semillero continuo, permitió analizar y juzgar la problemática de la empresa en cada uno de los cultivos y de sus etapas.
2. La observación participativa en todos los procesos de la estación de investigación permitió identificar una serie de actividades y elementos que pueden ser mejorados por medio de la implementación de pequeños cambios en los pasos que componen la misma, como procesos mecánicos de las actividades y también lo relativo a ergonomía.
3. Entre los principales problemas encontrados en la unidad de investigación CNP, se registró la necesidad de reducir el tiempo de producción de semillas principalmente en el cultivo de tomate, por tratarse de tres ciclos continuos al año, en los que se cuenta con aproximadamente 120 días para cada uno, mismo período en el que se encuentra inmerso el tiempo necesario para exportación de la semilla y su retorno al país para continuar con su dinámica de mejoramiento. De igual forma se registró la necesidad de mejorar los procesos de manejo cultural.

4. La información arrojada por el diagnóstico, cuantificó el nivel de la problemática, caracterizando como nivel prioritario, la necesidad de reducir la duración del ciclo del cultivo de tomate. Y con carácter secundario la realización de pruebas encaminadas a mejorar la calidad de la germinación en los materiales de melón cultivados en la empresa.

5. Con el desarrollo del diagnóstico se logró generar información básica para el reconocimiento de la problemática actual de la unidad CNP, como también para el planteamiento de soluciones a partir del diseño de experimentos en materiales de tomate y melón de importancia para la empresa, de forma que los resultados permitan la toma de decisiones para la solución de los problemas.

1.8 RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a las observaciones y entrevistas realizadas se recomienda proyectos de experimentación, enfocados a evaluar los resultados medidos en tiempos de cosecha en cultivos de tomate, a partir de pruebas en diferente volumen de sustrato.

2. Es importante realizar evaluaciones de la duración del ciclo del cultivo de tomate, a partir del tipo de sustrato.

3. De la misma forma se considera la importancia de evaluar la reducción del ciclo de tomate, a partir de la aplicación de un complejo de hormonas inhibidoras de crecimiento.
4. Por otra parte surge la necesidad de evaluar tiempo de cosecha en cultivos de melón, a partir de la comparación de diferentes sistemas de podas de los laterales de la planta.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas Venezuela: Episteme.
2. Bieto, J. A., & Talón, M. (2000). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
3. BIETO, J. A., & TALON, M. (2013). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Madrid: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
4. Borrero, F. V., & Ospina Machado, J. E. (1995). *Manejo Tecnológico Postcosecha*. Santa Fé de Bogotá: Socorro Ojeda Martinez, Sonia Cristina Prieto.
5. Cabrera, F. A., & Estrada Salazar, E. I. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Bogotá: Imagenes Gráficas S.A.
6. Cerón, M. C. (2006). *Metodología de la investigación social*. Santiago de Chile: Agencia Catalográfica Chilena.
7. Cifuentes, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
8. Egg, E. A. (1995). *TECNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL*. Buenos Aires Argentina: LUMEN.

9. Escobar, H., & Lee, R. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Bogota, Coombia: Jorge Tadeo Lozano Universidad.
10. INIA-URURI. (2013). PODA Y DESHOJE EN CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA ANTIAFIDO. *INFORMATIVO*, 2.
11. Kolesas, M. (2001). *La Cita Documental*. Argentina: Instituto de Investigaciones Gino Germani.
12. Morataya, O. L. (2015). *CONFIRMACIÓN DE AGENTE CAUSAL Y EVALUACIÓN DE CUATRO PROGRAMAS DE CONTROL DE ENFERMEDAD FOLIAR EN PEPINO (Cucumis sativus L)(tesis de grado)*. Guatemala.
13. Navarro, S. B. (2012). *Fisiología Poscosecha*. UNI.
14. Noreña, J. J., Rodríguez, V. P., Guzmán A., M., & Zapata, M. A. (2006). *EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Rionegro, Antioquía Colombia: CORPOICA, Centro de Invstigación La Selva.
15. Rivero, D. S. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN*. Bogota: Shalom.
16. SEGEPLAN. (2011). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SALAMA*. GUATEMALA: SEGEPLAN.
17. Soto, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *MANUAL TECNICO AGRICOLA, Recomendaciones para la produccion de tomate bajo condiciones de invernadero*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
18. Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *BASES DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. BASES Y PROCEDIMIENTOS PARA DESARROLLAR LA TEORIA FUNDAMENTADA*. Bogota, Colombia: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.
19. Torres, S., Gonzalez Bonorino, A., & Vavilova, I. (2013). *La cita y referencia Bibliográfica, guia basada en las normas APA*. Buenos Aires: Biblioteca UCES.

20. UNIVERSIDAD JORJE TADEO LOZANO. (2009). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. BOGOTÁ: Hugo Escobar, Rebecca Lee.
21. Valles, M. S. (1999). *TECNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN*. Madrid, España: SINTESIS S.A.
22. Valles, M. S. (1999). *TECNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL*. Madrid: SINTESIS S.A.

CAPITULO II

EVALUACION DE DURACIÓN DEL CICLO DEL CULTIVO DE TOMATE (Solanum lycopersicum), A PARTIR DE VOLUMEN Y TIPO DE SUSTRATO; BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AGRICOLA: CONTINUOS NURSERY PROGRAM DE LA ESTACIÓN MONSANTO DE SALAMÁ BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THE DURATION OF THE TOMATO CULTIVATION CYCLE (Solanum lycopersicum), FROM THE VOLUME AND TYPE OF SUBSTRATE; UNDER CONTROLLED CONDITIONS IN THE AGRICULTURAL RESEARCH UNIT: CONTINUOS NURSERY PROGRAM OF THE MONSANTO OF SALAMÁ BAJA VERAPAZ STATION, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La estación de investigación en Salamá B.V. Monsanto de Guatemala, es una empresa enfocada principalmente a la producción y exportación de semillas de investigación de Solanáceas, Cucurbitáceas, Liliáceas y Gramíneas, siendo el cultivo de tomate el más exigente en términos de optimización y aprovechamiento del tiempo para la práctica de actividades agronómicas, labores culturales, aplicación de medidas de prevención de plagas y enfermedades, ya que se produce tres ciclos al año, contando para cada ciclo con aproximadamente 120 días; Esto implica sobrellevar el tiempo que dure la exportación e importación que regularmente representa algunas semanas. Lo anterior incide en el aumento en costos; por lo que la empresa debe desarrollar análisis prácticos y continuos que favorezcan la reducción de la duración de cada ciclo, involucrando para ello a todos los elementos que intervienen en la producción de semillas. La producción de tomate anteriormente se desarrollaba en cantidades mayores a cinco litros de sustrato por planta, en la actualidad se producen semillas de tomate, utilizando sustrato comercial con una relación de cuatro litros por planta, con proyecciones a reducirse aún más, como plataforma para incrementar el estrés de las plantas de manera positiva para la aceleración del ciclo del cultivo. “En consecuencia las variaciones ambientales producen situaciones diversas de estrés, a las cuales se enfrentan las plantas con mayor o menor éxito según se lo permita la flexibilidad adaptativa de su genoma” (Bieto & Talón, 2000, pág. 123).

En virtud de ello se consideró necesario reducir el tamaño de bolsa y el tiempo del ciclo del cultivo de tomate; por lo que se efectuó el experimento que consistió de doce tratamientos, cada uno con tres repeticiones, luego de ciento diez días los resultados de la evaluación señalaron la inexistencia de diferencias significativas entre los diferentes tratamientos respecto de volumen experimentados en dos, tres y cuatro litros; distribuidos combinatoriamente con cuatro tipos de sustratos comerciales, para los cuales se conocieron hallazgos de mayor eficiencia en el tratamiento TS-1 / 3 Litros, al respecto de Kilogramos de frutos cosechados, gramos de semilla procesada y porcentaje de germinación, pero sin diferencias significativas en el análisis estadístico ANDEVA.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de Tomate bajo condiciones controladas en el área CNP (Continuos Nursery Program⁵) Monsanto Salamá, producido especialmente con fines de investigación y mejora del material genético, exige la optimización en el aprovechamiento de los elementos que integran el sistema de experimentación (tiempo, clima, etapa de experimentación); siendo la duración del ciclo del cultivo el factor más determinante en relación a evaluación de resultados, costos y toma de decisiones para los nuevos ensayos. Uno de los retos más frecuentes es la reducción del ciclo del cultivo, puesto que en cada ciclo se debe interactuar armónicamente con requerimientos externos al sitio, como lo son los procesos administrativos de la dinámica de exportación e importación de los materiales sujetos a procesos de investigación; Por tal razón el lograr reducir el ciclo, repercute en el aprovechamiento de otros elementos, entre ellos: período de exportación de material para evaluación genética, tiempo de retorno de material verificado y las condiciones climáticas propias del valle de Salamá, siendo esta última una de las razones más importantes por las que se encuentra instalada la estación de investigación MONSANTO en Salamá.

⁵ Continuos Nursery Program: programa de semillero continuo

2.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a que es necesario determinar las condiciones que optimicen los resultados evaluados en cada ciclo de cultivo de *Solanum lycopersicum*, de manera que esto permita ser más eficientes en cuanto a procesos de producción de semillas con fines de investigación. Para ello es necesario determinar un punto de equilibrio entre rendimiento del cultivo y aprovechamiento del tiempo, es decir culminar los procesos de producción de semillas en cortos periodos de tiempo, pero con altos estándares de calidad que garanticen nuevos ciclos de propagación de los materiales aptos a los exigentes medios edafoclimáticos y de forma especial también a la creciente demanda de producción de alimentos a nivel mundial.



Figura 6. Balance en la Producción
Fuente: Imagen obtenida durante el EPS, 2018.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 Taxonomía del tomate

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	lycopersicum

2.4.2 Descripción y origen del tomate

“El tomate es una especie originaria de América, al parecer de las regiones montañosas de Perú, Ecuador y Chile” (Escobar & Lee, 2009). La planta es herbácea y su tallo semileñoso, cuenta con un sistema radicular plumoso que se desarrolla aproximadamente a 50 cm de longitud como máximo, el mismo está compuesto por una raíz principal y raíces secundarias, comúnmente desarrolla raíces adventicias que contribuyen mejorando el anclaje de la planta al suelo o sustrato. En la parte externa de la raíz se encuentran los pelos absorbentes encargados del transporte de agua y nutrientes al interior de la planta o sistema vascular xilema: “es el tejido responsable del transporte de los nutrientes desde la raíz hacia las hojas y otros órganos de la planta”(Escobar & Lee, 2009, pág. 14), La planta de tomate extiende la base de su tallo aproximadamente cuatro centímetros, posteriormente desarrolla, en

la parte superior se da la formación de hojas de tipo imparipinadas, la cantidad de hojas como la altura de la planta dependerá del hábito de crecimiento de la especie que se esté cultivando, el cultivo de tomate desarrolla flores perfectas con órganos masculino (Androceo) y femenino (Gineceo) totalmente funcionales.

2.4.3 Fisiología del cultivo

“En términos sencillos, la fisiología es la forma como la planta de tomate funciona como respuesta a los factores ambientales y de manejo del cultivo” (Escobar & Lee, 2009, pág. 15), el desarrollo fisiológico del cultivo dependerá de las prácticas agrícolas de manejo como la fertilización, podas y el manejo de las condiciones de clima y riego, del mismo modo se verá afectada la producción de inflorescencias, la calidad en el cuajamiento, número y tamaño del fruto, como también la calidad de la semilla. La comprensión fisiológica del cultivo nos permite realizar prácticas agrícolas que contribuyan al mejor desarrollo y productividad, esta es específica en cada una de las etapas fenológicas. La primera etapa: Desarrollo vegetativo que va desde la germinación hasta el surgimiento del primer racimo floral. Esto es aproximadamente cuando la planta haya alcanzado aproximadamente cuarenta centímetros de altura y la misma posea entre cinco y diez hojas. En la segunda etapa: Comprende el crecimiento vegetativo y reproductivo tanto de flores como frutos. En la tercera etapa: Se produce la maduración y cosecha de los primeros frutos. La planta continúa con la producción de nuevas hojas y racimos florales, los cuales en el caso de materiales

indeterminados cesarán con la aplicación de prácticas culturales como la poda definitiva (despunte) con la que se buscara la maduración y cosecha definitiva.

2.4.4 Etapas fenológicas del cultivo de tomate

El cultivo de tomate comprende la diferenciación de etapas características en todo su ciclo, las cuales están dadas de la siguiente manera: La primera fase es llamada de desarrollo Vegetativo de la planta que puede durar entre 30 a 35 días.

Cuadro 8. Etapas fenológicas

Siembra en semillero	en germinación	Formación de 3,4 hojas verdaderas	Trasplante a campo
----------------------	----------------	-----------------------------------	--------------------

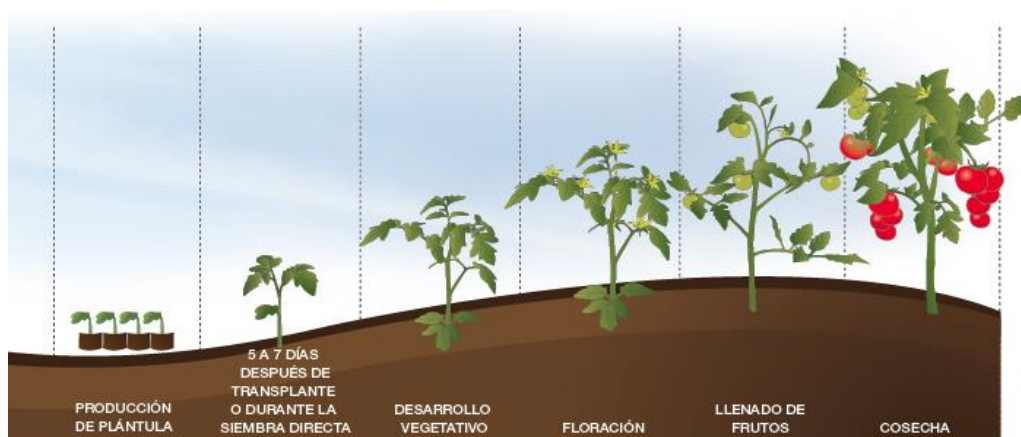


Figura 7. Etapas fenológicas del cultivo de tomate.

Fuente: Poda y deshoje del cultivo de tomate

Obtenido de <https://www.portalfruticola.com>

Posteriormente se produce la fase Reproductiva, que incluye la floración que puede iniciar aproximadamente entre los 25 y 28 días después de haber trasplantado, luego la formación y llenado de fruto hasta la etapa final que

comprende la madurez deseada para la cosecha. “Una planta de crecimiento indeterminado comienza la producción entre 3 y 3 ½ meses después del trasplante y el ciclo de cosecha puede durar en promedio cuatro meses” (Escobar & Lee, 2009, pág. 14)

2.4.5 Hábitos de crecimiento

De acuerdo a su hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado, en el segundo caso puede ser: indeterminado arbustivo, indeterminado postrado o indeterminado trepador; La planta inicia su desarrollo en el tallo principal dando lugar a 5-10 hojas, previo al surgimiento del primer racimo floral, con las características propias del tipo de hábito de crecimiento con el que se esté trabajando en el caso de especies indeterminadas el proceso tiene lugar en la axila de las hojas más jóvenes, “una yema vegetativa que continúa el crecimiento y desplaza esta hoja a una posición por encima del racimo floral más reciente y sigue su crecimiento formando tres o cuatro hojas y luego un nuevo racimo floral” (Escobar & Lee, 2009, pág. 14) , el proceso será tan repetitivo como las condiciones del medio lo permitan requiriendo regularmente sistemas de tutorado para favorecer el geotropismo negativo. “El crecimiento indeterminado se produce cuando el ápice caulinar crece en forma consecutiva (“n” simpodios) El crecimiento es guiado o tutorado hasta alcanzar una altura que dependerá del nivel productivo del cultivo, deteniendo su crecimiento a través del despunte”, mientras que la distribución de frutos es en toda la planta; En el cultivo de tomate las podas

de hojas y brotes son de suma importancia para manejar adecuadamente el crecimiento de plantas y frutos, la poda de hojas senescentes o deshoje es de suma importancia porque contribuye a la ventilación, contribuye en la regulación de la maduración y optimiza las aplicaciones de agroquímicos “El deshoje basal del cultivo, consiste en la eliminación de las hojas inferiores a medida que los frutos de los racimos primarios comienzan a madurar, extendiéndose hasta el término de la cosecha” (INIA-URURI, 2013, pág. 12); En el caso de las variedades determinadas son muy utilizadas para procesamiento e industria ya que su altura permite implementar cosechas mecanizadas “Por lo general, las variedades de crecimiento determinado comienzan la producción unos días antes que las plantas de crecimiento indeterminado, pero la duración del período de cosecha es más corto. En condiciones de cultivo bajo invernadero, una planta de crecimiento indeterminado comienza la producción entre 3 y 3 ½ meses después del trasplante y el ciclo de cosecha puede durar en promedio cuatro meses”

2.4.6 Propagación

Las formas de propagación del cultivo de tomate pueden ser: de forma sexual (por medio de semillas) o de forma asexualmente (medios vegetativos) ya sea por la obtención de estacas, ramas acodos o también se puede realizar a través de injertos. Pero en términos generales sea cual sea el método de propagación es muy importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

2.4.6.1 Hábito de crecimiento

De manera general el manejo del cultivo del tomate depende específicamente de 2 factores muy importantes, siendo el hábito de crecimiento del cultivo y las condiciones proporcionadas por las instalaciones; En el caso del tomate indeterminado se presentan dos clases de crecimiento: a) las de crecimiento abierto que tienen como características la precocidad y mayor longitud de los entrenudos y el menor tamaño de su hojas y frutos, por cuanto estas demandan instalaciones con mayor altura y pueden instalarse en áreas que presentan alguna dificultad de ventilación por el tamaño y número de hojas que desarrollan, b) en el segundo caso encontramos cultivos de tipo compacto con follaje más denso debido en parte a la poca longitud de sus entrenudos.

2.4.6.2 Respecto del calibre y forma del fruto

Al hablar de calibre nos referimos a la magnitud del diámetro ecuatorial del fruto; “En términos generales y según el calibre del fruto, los tomates pueden clasificarse como grandes, cuando su calibre es mayor a 82 mm, medianos, con calibre entre 57 y 81 mm, y pequeños, los de calibre inferior a 56 mm” (Escobar & Lee, MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO, 2009), En cuanto a la forma pueden ser globulares, o sea con un ligero aplastamiento en sus polos, redondos o esféricos, otros se desarrollan en forma de elipse.



Figura 8. Calibre y Forma del fruto

Fuente: Datos obtenidos en la etapa de campo del EPS, 2018

2.4.6.3 Madurez del fruto

Como parte de un proceso natural, la mayoría de frutos logran su madurez por la intervención del etileno⁶ “Su efecto en las plantas se produce en concentraciones muy bajas y se manifiesta prácticamente en todas las etapas de su ciclo biológico, desde la germinación de las semillas hasta la maduración y senescencia, o en respuesta al estrés” (BIETO & TALON, 2013, pág. 445), de tal manera que al incrementar la concentración de etileno en el fruto, se

⁶ El etileno es una sustancia natural (hormona) producida por las frutas. Es fisiológicamente activo, ejerciendo gran influencia sobre los procesos de maduración y senescencia de las frutas, influyendo de esta manera en la calidad de las mismas. (Navarro, 2012, pág. 14)

aceleran cambios como color, olor y también la firmeza de su carnosidad. En algunos casos la maduración del fruto es clasificada por instrumentos de comparación de color llamados colorímetros⁷.

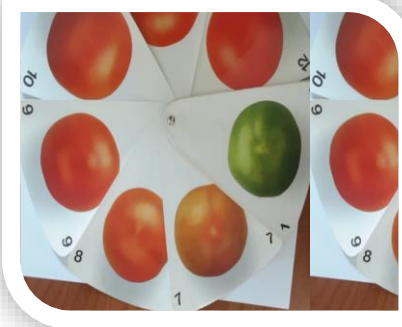


Figura 9. Colorímetro de (7-12)
Fuente: Datos obtenidos en el
EPS, 2018.



Figura 10. Colorímetro de (1-6)
Fuente: Datos obtenidos en el
EPS, 2018.

La maduración del fruto de tomate la podemos expresar en términos de maduración estándar (cambio de color sincronizado), hombros de color verde oscuro y la tercera llamada hombros verdes (Escobar, Lee, 2009).

Es de gran importancia que la cosecha se realice en el momento apropiado, esto puede depender de diversos factores como sean los intereses de los productores: a) maduración del fruto, b) distancia del mercado, c) calidad de las futas d) tipo de embalaje e) temperatura de maduración. La frecuencia de la cosecha varía según la época y el lugar debido especialmente a condiciones

⁷ Colorímetro: instrumento utilizado en la empresa para la clasificación del color de la madurez del fruto.

de clima, variedad y el método del cultivo; pero normalmente la cosecha es realizada cada 3 ó 4 días en verano y 1 vez por semana en invierno. (Torres P, 2017).

2.4.6.4 La Vida Pos Cosecha

Es de suma importancia resaltar que el fruto luego de ser recolectado, continua con vida, razón por la cual en su interior se siguen desarrollando procesos fisiológicos; Y como han perdido contacto con la fuente de agua, productos de la fotosíntesis y minerales, dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su contenido de agua (Borrero & Ospina Machado, 1995, pág. 8) La duración del fruto poscosecha depende de factores internos como se puede citar, la variedad, esta puede estar determinada por sus atribuciones genéticas de mayor consistencia de su corteza y retardo de maduración. Mientras que las condicionantes externas pueden ser clima, manipuleo y embalaje.

2.4.7 Variedades Con Resistencia Genética

En este punto se debe resaltar las características edafoclimáticas de la zona, con el objetivo de seleccionar el material que genéticamente ofrezca mayor adaptación por sus características genéticas de resistencia a virus, hongos, bacterias y condiciones de clima; Tal es el caso de TMV: virus del Mosaico del tabaco, TYLCV: Virus de la Cuchara del tomate, TOMV: Virus del Mosaico del tomate, TSWV: Virus del Bronceado del tomate, C₂: Cladosporium (A,B), C₅: Cladosporium fulvum (A,B,C,D y E), V: Verticillium, F₂: Fusarium oxysporum f. lycopersici razas 1 y 2, Fr: Fusarium oxysporum f. radicis

lycopersici, N: nematodos, Pst: Ralstonia, S: Stemphylium (Pulido, Escobar, 2009).

2.4.8 Producción De Tomate Bajo Invernadero

El invernadero es una cubierta con techo y paredes plásticas con la finalidad de controlar a elementos del sistema como la temperatura, la humedad, la simplicidad o lo sofisticado de la estructura depende de los recursos, estos comúnmente son utilizados para desarrollar cultivos con mayor altura, tal es el caso de: Tomate, pepino, melón y chile. Esto con la finalidad de asegurar producciones que en condiciones contrarias sería muy difícil y de alto costo. El concepto de cultivos bajo invernadero, representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas.



Figura 11. Producción bajo condiciones de invernadero.

Fuente: Área experimental Monsanto.

2.4.9 Ventajas De La Producción Bajo Invernadero

La producción del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, nos permite controlar y manipular las variantes del clima como temperatura, humedad, luz, y vientos. De igual forma contribuye al desarrollo de varios ciclos al año como la aplicación de un plan y calendario de producción que

permita sincronizar la cosecha con la demanda del mercado. Las condiciones de invernadero también favorecen la sanidad vegetal al punto de poder obtener frutos de mejor calidad, tamaño, color y sabor. El control de la humedad a partir especialmente de la implementación de un sistema tecnológico de riego, favorece la conservación de las condiciones físicas químicas y biológicas del suelo, condición que se refleja en la mayor producción de unidades por área. En este contexto se pueden cultivar variedades especiales que por su alto nivel de rendimiento exigen también la existencia de condiciones especiales que hasta el momento solo son brindadas por el invernadero. “Una planta expuesta a diferentes factores favorables bajo invernadero, produce de tres a cuatro veces más, aún en épocas críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales” (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006, pág. 8), otro elemento de suma importancia es el hecho que tanto las aplicaciones de insumos agrícolas como el riego, es localizado, esto hace que el trabajo sea más eficiente y de menor costo, reduciendo también el uso de pesticidas por la protección que brinda la cubierta de las instalaciones respecto de plagas.

2.4.10 Desventajas De La Producción De Tomate Bajo Invernadero

Es de suponer que algunas circunstancias se tornen en desventajas para algunos productores, ya sea por el costo que representan, el área geográfica o su difícil adquisición; la construcción de un invernadero puede representar una “Alta inversión inicial, elevado costo de operación, requiere personal

especializado, frecuente monitoreo de las condiciones ambientales del cultivo” (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006, pág. 8)

2.4.11 Condiciones De Clima Para El Cultivo De Tomate

2.4.11.1 Temperatura Y Humedad Relativa

El cultivo de tomate es una planta que requiere el permanente control de la temperatura y de la humedad relativa del medio en que se desarrolla; por esta razón se recomienda la instalación de equipo de lectura que permita la toma de decisiones acertadas. “Temperatura óptima para el desarrollo vegetativo durante el día es 18-22°C y en la noche no superior a 16°C. Para el desarrollo productivo necesita una temperatura diurna entre 23 y 28°C y en la noche, entre 15 y 22°C.” (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006, pág. 11), por otra parte se sugiere manejar la Humedad Relativa media entre 60% y 70% especialmente para evitar fungosidad; Aquellos casos en los que la HR supera el 85% provoca que los gránulos de polen se concentren formando grumos que disminuyen la polinización (Soto & Takeuchi, 2010)

2.4.11.2 Luminosidad

El cultivo de tomate es muy exigente en términos de luminosidad, demandando un rango de 8 a 16 horas luz, esto para mejorar los procesos fotosintéticos de la planta “La fotosíntesis es un proceso biológico complejo en el que pueden distinguirse dos fases bien diferenciadas: una primera de absorción y conversión de la energía, y otra de toma y asimilación biológica de los elementos constitutivos de la materia orgánica” (BIETO & TALON, 2013, pág. 167)

2.4.12 Medios De Propagación Del Cultivo De Tomate

2.4.12.1 Recomendación De Suelos

El tomate puede sembrarse bajo condiciones de suelo natural en las condiciones propias del sitio de cultivo o en suelos que son modificados a través de la incorporación de enmiendas orgánicas o minerales que pretenden modificar alguna de sus propiedades físicas o químicas, para facilitar el establecimiento de la planta y promover un crecimiento vigoroso, sano y de alta calidad. (Cabrera & Estrada Salazar, 2004, pág. 63) En la actualidad se encuentran registradas plantaciones de tomate en una gran diversidad de suelos, sin embargo se recomiendan suelos que vayan de franco a franco arcillosos con buena retención de humedad, bien aireados y con excelente drenaje, de preferencia alto contenido de materia orgánica y un pH de 5.8 a 6.8 (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006).

2.4.12.2 Sustratos

El sustrato es el medio que se proporciona a la planta como sustituto del suelo, pero que como tal debe reunir y ofrecer a la planta las siguientes características: Debe brindar soporte mecánico a la planta, buena retención de agua y drenaje, baja densidad, estar libre de impurezas como de organismos Fito patógenos ; Los sustratos pueden estar conformados por fibra de coco, turba, vermiculita y elementos nutritivos, los sustratos deben servir de soporte a la planta, ser livianos, tener un alto porcentaje espacio poroso (80%), una elevada capacidad de retención de la humedad, una buena aireación y un drenaje apropiado, una baja tendencia a la compactación y ser

libres de patógenos , semillas y malezas (Escobar & Lee, MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO, 2009)

2.4.13 Variedades Recomendadas

En la mayoría de países en los que se cultiva tomate, podemos diferenciar dos tipos de productos de acuerdo al uso al que se destinan: a) El tomate que es para consumo en fresco y b) el tomate destinado a la industria. “Los tomates tipo Milano se utilizan en ensaladas, en forma de rodajas y se consumen maduros o verdes; son de forma achatada, con un peso promedio entre 200 y 400 gramos” (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006, pág. 12).



Figura 12. Variedades recomendadas.
Fuente: Datos de campo en Nursery 8 CNP

2.4.13.1 Híbridos Recomendados En Guatemala

Se recomienda utilizar los híbridos Daniela F1, Dominique F1, Beverly F1, Charleston F1, Cameron F1, Lola F1, Gloria F1, y Miramar F1. También es posible cultivar tomate tipo pera y/o Saladette, pero es importante que los materiales sean de porte indeterminado. Dentro de estos materiales se

recomienda el Tointer F1, Tabaré F1, Paolina F1, Irto 232 F1, Hermosa F1, Xena F1, y Don Raúl F1. (Cifuentes & Takeuchi, 2010, pág. 5),

En la actualidad se pueden obtener materiales resistentes a diversos problemas fitosanitarios como: Virus del mosaico del tabaco, (virus ARN de la familia Virgaviridae). *Fusarium oxysporum lycopersici*, (causado por el hongo: *Fusarium oxysporum*). *Verticillium dahliae*, hongo que causa verticilosis (decoloración y enrollamiento de las hojas). *Alternaria solani*, (hongo que causa la enfermedad de tizón temprano). *Fulvia fulva*, hongo que causa el moho de la hoja del tomate). *Pyrenochaeta lycopersici*, (causante de la enfermedad llamada eumicetoma). *Stemphylium solani*, (enfermedad conocida como mancha foliar). *Phytophthora infestans*, (hongo causante de tizón tardío). *Pseudomonas solanacearum*, (enfermedad causada por una bacteria también llamada marchitez bacteriana del tomate). *Meloidogyne* sp, (nematodo causante de efectos cloróticos en las hojas y pérdida de vigor).

2.4.14 Siembra Y Germinación

“La semilla de tomate es plana y de forma lenticular. En general un gramo de semilla contiene de 250 a 350 semillas, según la variedad” (Escobar & Lee, 2009, pág. 20), a lo anterior se debe agregar la calidad de la semilla, característica de una buena germinación, la uniformidad de desarrollo y su vigor en general, características que son de suma importancia al momento del trasplante, estas pueden estar bajo mayor control en los casos en los que se crean semilleros.

El método más utilizado para obtener plantas sanas y vigorosas es a través de germinación de la semilla en bandejas plásticas de confinamiento, lo cual permite además de un ahorro de semilla, mejor planificación de siembras, calidad y uniformidad de plántulas, ahorro de sustrato, facilidad para movilizar las plantas de un lugar a otro, fácil remoción y no hay destrucción de la raíz de las plantas al momento de trasplante (Noreña, Rodríguez, Guzmán A., & Zapata, 2006, pág. 17).

En el caso de implementar semilleros se puede utilizar una diversidad de bandejas, para lo cual es necesario tomar en cuenta la cantidad de conos que posee una bandeja, debido a que a menor número de conos por bandeja se pueden obtener mejores resultados en desarrollo de la plántula pero a un costo por plántula más elevado, mientras que a mayor número de conos por bandeja se pueden reducir los costos por plántula, en términos de sustrato y otros insumos agrícolas. Regularmente se utilizan bandejas que van desde 53 a 200 celdas con un volumen que va de 28 a 37 cm³, “Se recomienda sembrar el almacigo en bandejas de 186 lóculos con turba o peat moss de tipo Growing mix, para que la planta cuente con suficiente espacio para el desarrollo de sus raíces” (Cifuentes & Takeuchi, 2010, pág. 8)

2.5 MARCO REFERENCIAL

2.5.1 Ubicación geográfica del municipio

Salamá se ubica a 150 km de la Ciudad Capital de Guatemala por la ruta CA-14 a una altura de 940 msnm. El municipio de Salamá posee una extensión territorial de 776 km² con una población de 47,240 habitantes. (Morataya, 2015).

El municipio colinda al Norte con el municipio de Purulhá, al Sur con el departamento de Guatemala y El Progreso, al Oriente con el municipio de San Jerónimo y el Departamento de El Progreso y al Poniente con el municipio de San Miguel Chicaj. Salamá se encuentra situada a 940. 48 metros de altura sobre el nivel del mar; a 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud. Su extensión territorial es de 776 kilómetros cuadrados. (SEGEPLAN, 2011, pág. 10)

2.5.2 Clima

El área en la que se encuentra la estación MONSANTO Salamá de acuerdo al INSIVUMEH, es clasificada como meseta y altiplano de acuerdo a la clasificación de Guatemala, así mismo el área montañosa del municipio alcanza alturas de 1400 msnm, mientras que para el valle en el que se encuentra ubicada la estación de investigación, alcanza los 940 msnm. Cuenta con dos épocas, la seca y la lluviosa, esta última sin registrar precipitaciones intensas con un promedio de 750 mm/año. La humedad relativa del área es de 70% promedio, el clima se considera templado con algunas variaciones a semifrío y semicálido.

2.5.3 Estación MONSANTO de Salamá

La estación MONSANTO en Salamá se fundamenta en los principios de calidad, servicio y seguridad laboral. Cuya función principal es la producción de semillas de exportación para la investigación, en cultivos de cucurbitáceas y solanáceas, con altos estándares de calidad en selección de personal, seguridad laboral, manejo agronómico, sanidad vegetal y exportación. La estación MONSANTO Salamá se ubica en el barrio Agua Caliente y sus coordenadas son N15°06'12'' O90°16'60''. De acuerdo a Barrientos (2007) citado en Morataya (2015) Colinda al Norte con fincas privadas, al sur con el río Salamá, al este con el camino que conduce al río Salamá, al Noreste con viviendas del barrio Agua Caliente.

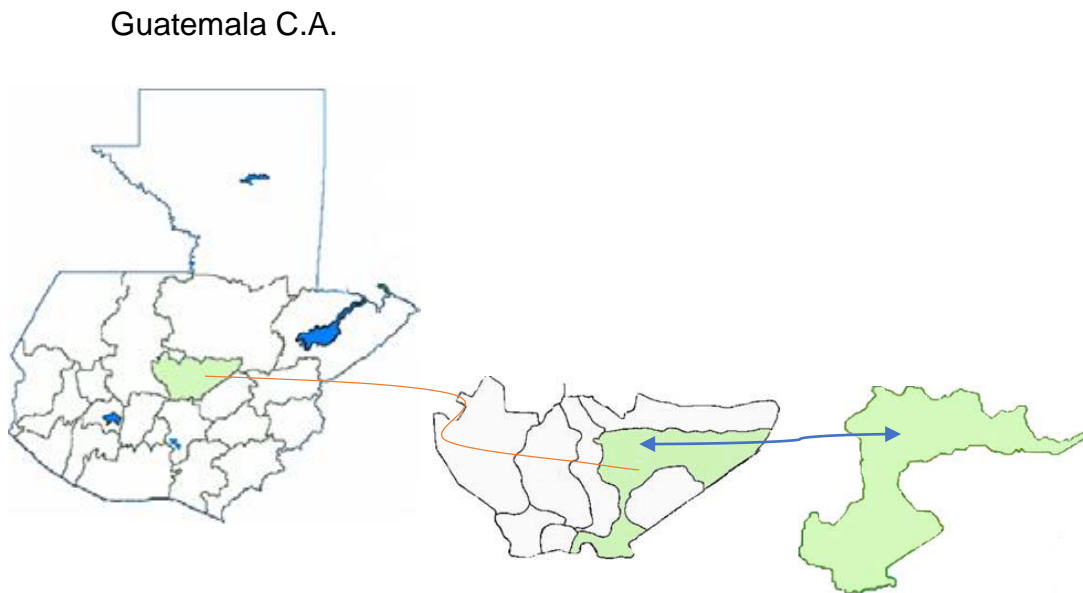


Figura 13. Ubicación geográfica del municipio
Fuente: Google 2018

2.5.3.1 Estructura organizacional

La estación Monsanto de Salamá funciona por medio de una estructura organizacional a nivel local y nacional, esto le permite mayor eficiencia en relación a gestión de recursos, importación y exportación del material de investigación.

2.5.3.2 MONSANTO de Guatemala

Los procesos de producción de la empresa comprende todas las etapas de manejo agronómico como lo es la preparación del sustrato ya sea este nuevo o reutilizado procesado termicamente en calderas, consecuentemente actividades de siembra, trasplante, podas, emasculación, polinización, cosecha, fenotipado, procesado de semillas y exportación. La información fue obtenida a través de la observación participativa desarrollada durante el período de la primera fase del Ejercicio Profesional Supervisado EPSA.

2.5.3.3 Población actual de la empresa

La población laboral de la empresa varía en dirección de la etapa productiva, de manera que Monsanto cuenta con 80 empleados fijos, mientras que por medio de COSEIN que es la empresa sub contratista el número puede variar de 121 en adelante.

2.5.3.4 Servicio de agua para el personal

En este se considera el agua destinada para usos sanitarios de todo el personal, misma que es obtenida por medio del suministro municipal

2.5.3.5 Servicio de agua para consumo humano

El suministro es proporcionado por una empresa privada de la localidad, para el cual los dispensadores son llenados frecuentemente por personal de mantenimiento.

2.5.3.6 Servicio de agua para actividades agrícolas

Para las actividades agrícolas el suministro es un pozo propiedad de la empresa, con capacidad aproximada de 10.2 L/s, ó 0.0102 m³/s. Con un gasto aproximado de 20,000 L diarios; Distribuido en aproximadamente 11000 L en R&D, y 9000 L en CNP; Monsanto es una empresa tecnológica que cuenta con su propia planta de tratamiento de agua que va desde filtros de carbon activo, hasta procesos de ozonificación; también se cuenta con una charca de suministro subterráneo, que es utilizada como habitat para diferentes especies como peces y tortugas entre otros.



Figura 14. Servicio de agua para actividades agrícolas
Fuente: Datos obtenidos en la etapa de EPS.

2.5.3.7 Servicio de energía eléctrica

La estación MONSANTO Salamá, cuenta con el servicio de energía eléctrica que proporciona la empresa DEORSA en la región, y un generador de energía

eléctrica que funciona a base de diésel; la red de cableado se encuentra distribuída subterráneamente como mecanismo de seguridad para cumplir con normas internacionales.

2.5.3.8 Infraestructuras de la estación MONSANTO Salamá

Hasta la fecha la estación de investigación esta estructurada de la siguiente manera:

- 24 invernaderos en R & D (Research & Development) Investigación y desarrollo
- 16 invernaderos en CNP (Continuous Nursery Program) Programa de semillero continuo.
- 3 áreas de oficina
- 2 áreas de parqueo
- 2 áreas de lavado y tratamiento de semillas
- Taller mecánico
- 2 áreas de tratamiento de sustrato
- 1 casa patronal
- 3 comedores: R&D, CNP, Produccion y Protección Vegetal.
- Cancha de futbol

2.5.3.9 Proyección social

- La estación MONSANTO de Salamá por medio de un equipo de apoyo conformado voluntariamente por personal de las diferentes áreas, desarrolla una serie de actividades enfocadas al servicio y apoyo de diferentes comunidades y grupos sociales necesitados o con algún nivel de riesgo y vulnerabilidad, dentro de los que se puede mencionar los siguientes:
- Donación y construcción de invernaderos en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Baja Verapaz, para el desarrollo de prácticas agrícolas de los estudiantes de Agronomía.
- Construcción de banqueta de garage en la 59 Cía. De Bomberos Voluntarios.
- Pintura de muro perimetral de la Escuela Oficial Urbana Mixta, Las Piedrecitas de Salamá Baja Verapaz.
- Mochilatron; Donación de mochilas a niños de escasos recursos de las escuelas vecinas.
- Plan de emergencia: capacitación en escuelas sobre primeros auxilios.
- Bombero por un día: capacitación acerca de primeros auxilios y reacción a incendios forestales dirigida a comunidades circunvecinas.
- Motobicitron: Educación vial y de seguridad a los conductores de bicicletas y motocicletas.

- Monsanto en Rosa: campaña contra el cáncer de mama
- Capacitaciones intensivas sobre cáncer causado por rayos UV.
- Capacitaciones sobre nutrición sana y consumo de alimentos bien preparados.
- Campaña médica general, subsidiada por MONSANTO Salamá.
- Campaña educativa de promoción primaria para empleados de MONSANTO.
- Programa de apoyo de educación superior a estudiantes de Agronomía.
- Programa de generación de becas para Epeistas de la Facultad de Agronomía.

2.5.4 Descripción de las actividades productivas

Una de las principales razones por la que la Estación de investigación MONSANTO se encuentra en el municipio de Salamá, es por el clima que ofrece la región, misma que a diferencia de otros territorios permite un máximo de hasta 4 ciclos de cultivo por año.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Identificar el tipo de sustrato y volumen necesario para reducir el ciclo en cultivo de tomate, (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones controladas en la Unidad experimental CNP (Continuos Nursery Program) de la Estación MONSANTO, Salamá Baja Verapaz.

2.6.2 Específicos

1. Registrar el inicio de cada etapa del cultivo como floración, fructificación y cosecha por cada tratamiento.
2. Evaluar el desarrollo vegetativo en crecimiento promedio por día del cultivo en cada tipo y volumen de sustrato.
3. Registrar el rendimiento del cultivo en número de frutos por planta.
4. Determinar la producción de semilla en gramos por planta.
5. Medir el desarrollo radicular por medio de la longitud de la raíz, en cada tipo y volumen de sustrato.
6. Comparar la duración del ciclo del cultivo por cada tipo y volumen de sustrato.
7. Evaluar la calidad de la semilla a partir de su porcentaje de germinación.

2.7 METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para identificar el tipo de sustrato y volumen necesario para una producción eficiente de semillas de alta calidad, es de vital importancia que la investigación se realice bajo condiciones controladas, de tal manera que los únicos factores independientes sean el tipo de sustrato y por otra parte el volumen del mismo; en este sentido se hace absolutamente necesario crear una visualización previa de flujo-grama que nos permita enfocarnos paso a paso en el rumbo correcto de cada actividad, partiendo desde la selección y siembra de un material indeterminado homogéneo, hasta la cosecha, procesamiento de las semillas y la medición de calidad las mismas, a través de su porcentaje de germinación.

Diseño Bi factorial con arreglo combinatorio BCA

	BM-6	BM-6	BM-2	TS-4	TS-1	TS-4	BM-2	BM-2	TS-1
S									
U									
S	BM-2	BM-2	BM-6	BM-6	BM-6	BM-2	TS-1	BM-6	BM-6
T									
R									
A	TS-1	TS-4	TS-1	BM-2	TS-4	TS-1	BM-6	TS-4	BM-2
T									
O									
	TS-4	TS-1	TS-4	TS-1		BM-6	TS-4	TS-1	TS-4
VOLUMEN	2L	3L	4L	3L	2L	4L	2L	4L	3L

Figura 15. Diseño experimental
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.7.1 Descripción de los sustratos utilizados en la investigación.

2.7.1.1 Sustrato TS-1

Es un sustrato a base de turba rubia (turba sphagnum). El nivel de nutrientes es el adecuado para el cultivo y siembra de plantas jóvenes, así como el cultivo de plantas sensibles a las sales. Su estructura es fina, eliminándose las fibras y partes gruesas mediante técnicas especiales de cribado; su contenido de sales es de 1.000 mg/L.

TURBA DE SPHAGNUM con carbonato de calcio (5g/L). Fertilizante NPK (1.0 g/L) y micro elementos. Sus componentes principales son turba rubia de sphagnum, densidad aparente seca: 100 g/L, materia Orgánica sobre materia seca 90%, conductividad eléctrica (Ce): 35ms/m, pH: 5.5-6.5: Volumen al envasar 200 L. Estructura: fina media, sustrato de cultivo de clase A, contenido de metales pesados, inferior a los límites permitidos, para esta clasificación, instrucciones de uso y aplicación, empleo recomendado: cultivo y siembra de planta joven y cultivos sensibles a las sales.

2.7.1.2 Sustrato TS-4

TURBA DE SPHAGNUM con carbonato de calcio (5g/L). Fertilizante NPK (1.0 g/L) y micro elementos. La gama de sustratos TS-4 está elaborado a partir de turbas de sphagnum, de bajo a medio nivel de descomposición. Estos sustratos cuentan en su composición con un alto porcentaje de turba procedente de bloques, lo que asegura su estabilidad estructural y un óptimo drenaje a lo largo del tiempo, debido a su bajo contenido de partículas finas. Los sustratos

TS-4 están disponibles en diferentes estructuras, incluso con adición de perlita. Los sustratos TS-4 cuentan con un amplio espectro de aplicación dentro de la horticultura ornamental, plantas de flor y plantas de hoja, estos sustratos incluyen la nutrición de inicio para las plantas en forma de fertilizantes solubles en agua con micro elementos extra. Contienen agentes mojantes que mejoran la rehumectación. TURBA DE SPHAGNUM con carbonato de calcio (5g/L). Fertilizante NPK (1.0 g/L) y micro elementos. Contenido y características, componentes principales turba rubia de spagnum, densidad aparente seca 100 g/L, materia orgánica sobre materia seca 90%, conductividad eléctrica (Ce): 35ms/m, pH: 5.5-6.5, volumen al envasar 200 L. Estructura: Media/Gruesa, Sustrato de cultivo de clase A, Contenido de metales pesados, inferior a los límites permitidos, para esta clasificación. Instrucciones de uso y aplicación, empleo recomendado: en función de su estructura y volumen del contenedor o maceta a emplear, se recomienda para el cultivo de plantas de hoja y de flor, incluso de ciclos largos de cultivo.

2.7.1.3 Sustrato BM-2

Información general: La siguiente información es para las mezclas, estándares Berger. Todas las mezclas tienen un pH ajustado y contienen un agente humectante para facilitar las primeras irrigaciones, no esterilizan la mezcla, humedecer la mezcla antes de colocarla en macetas puede mejorar el rendimiento, después del trasplante, el enraizamiento o la germinación se debe iniciar un programa de fertilización. BM-2 está compuesto de turba de esfagno (fina) (70-80%), perlita (fina), vermiculita (fina) y agente humectante.

Características: sus componentes tienen un tamaño de partícula especialmente seleccionado para facilitar el llenado de las cavidades, una germinación uniforme y un rápido crecimiento de las raíces. Usos recomendados: diseñado para la producción de bandejas o charolas multicelulares, esta mezcla no es recomendada para las plantas en macetas ni para las plantas acidófilas.

2.7.1.4 Sustrato BM-6

La siguiente información es para las mezclas estándares Berger. Para un pedido especial, estos productos se pueden adaptar a sus exigencias particulares. Todas las mezclas tienen un pH ajustado y contienen un agente humectante para facilitar las primeras irrigaciones, humectar la mezcla puede favorecer el rendimiento en macetas, después del trasplante, el enraizamiento o la germinación se debe iniciar un programa de fertilización.

Ingredientes: Musgo de turba esfagnum (80-90%), perlita, BM6: Musgo de turba esfagnum (70-80%), perlita.

Las características de la proporción óptima de musgo de turba gruesa y hortícola, la perlita permiten un drenaje superior y un mejor control de su riego, usos previstos: diseñado para la mayoría de los cultivos, este producto no está diseñado para plantas productoras de ácido o que aman el ácido. Característica: la perlita permite un mejor drenaje y un mejor control de la irrigación, usos previstos: este producto no es el adecuado para la producción de tapones o plantas ácidas.

2.7.2 Descripción del volumen de sustrato

La estación Monsanto es una empresa tecnológica que evoluciona constantemente a la vanguardia de la tecnología y por tal razón se enfoca en la innovación de técnicas de manejo, para optimizar sus recursos y mejorar sus resultados, con lo que respecta al cultivo de tomate al inicio se cultivaba en 8 litros de sustrato comercial, en la actualidad por medio de constantes investigaciones se ha logrado reducir a un volumen de 4 litros de sustrato por planta; Sin embargo esta toma de decisiones requiere del soporte de la investigación constante, de tal forma que la evolución de la técnica y el manejo puedan siempre sincronizarse armónicamente con el buen desarrollo fisiológico de los cultivos y de la sanidad vegetal y de la optimización de los resultado en todo los aspectos.



Figura 16: Volumen del Sustrato.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS,
2018.

2.7.3 Descripción del ciclo y manejo del cultivo

2.7.3.1 Siembra

La actividad de siembra se realizó utilizando un material Híbrido FMI / BC-4 Indeterminado de Investigación. Comprendió la

preparación del sustrato en 12 bandejas de 12x 8, para un total de 96 celdas por bandeja, sembrándose una semilla por cada lóculo. La siembra de tomate fue realizada el jueves 3 de mayo de 2018, en 12 bandejas de 12x 8, para un total de 96 celdas por bandeja, sembrándose una semilla



por cada lóculo. Para las cuales la germinación efectiva se

Figura 17. Siembra de tomate FMI/BC-4
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

describe en la tabla y grafica de la sección de resultados.

2.7.3.2 Preparación del invernadero

Esta etapa se desarrolló del (20 de abril al 30 de Mayo de 2018), la misma comprendió una serie de actividades como, limpieza y lavado de invernadero, lavado de canaletas plásticas, preparación de bolsas plásticas, colocación de canaletas, llenado de bolsas con el respectivo sustrato, distribución de bolsas para trasplante, instalación del sistema



Figura 18. Preparación del Invernadero
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.7.3.3 Trasplante

La actividad de trasplante se realizó el día 31 de mayo de 2018, cuando las plántulas habían cumplido 28 días de haber germinado. A esta actividad se incorporan también las de prevención de plagas y enfermedades, proyecto de la empresa que va desde control biológico, colocado de trampas y aspersiones de repelentes especiales.



Figura 19. Trasplante
Fuente: Datos obtenidos en el EPS,
2018.

2.7.3.4 Poda Primaria o Deshije

Esta se desarrolló con la finalidad de dejar únicamente tres hijos o tallos secundarios en cada planta para mayor y mejor control del desarrollo vegetativo y posteriores etapas fenológicas reproductivas.



Figura 20. Poda primaria o deshije
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Esta es una actividad que se realiza con la intención de brindar soporte físico a la planta, por el gran tamaño que alcanza, y el incremento de peso en el extremo superior de la planta que al mismo tiempo pueden provocar algún tipo de lesión.



Figura 21. Riesgos de lesiones físicas
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.7.3.5 Manejo de condiciones de invernadero

El control de condiciones de invernadero se realiza con la ayuda de un software que permite manejar temperatura, riego, humedad relativa y demás funciones mecánicas del invernadero como cortinas, ventiladores cooler y calefacción. Este sistema se apoya con un set de sensores que obtienen la información del ambiente y la transfieren en tiempo real al sistema operativo del equipo.



Figura 22. Control de condiciones
Fuente: Datos obtenidos en el EPS,
2018.

El manejo de las condiciones obedece aproximadamente al siguiente patrón:

Etapa del cultivo	Temperatura	Humedad Relativa
Desarrollo vegetativo	Diurna : 18-22 °C Nocturna: 16 °C	60-80%
Desarrollo productivo	Diurna 23-28 °C Nocturna15-22 °C	60-80%

2.7.3.6 Sistema de riego

El sistema de riego está compuesto por un Fertikit (Equipo de inyección de fertilizantes). sistematizado para el control de condiciones, programado para mantener un balance entre pH y CE, esto para controlar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo; En este sentido el personal técnico juega un papel importante en actividades de monitoreo de potencial de Hidrógeno y Conductividad eléctrica de salida, con un muestreo del 10% de la plantación, por medio de un sistema de recipientes instalados aleatoriamente dentro del invernadero; estos son vaciados diariamente con supervisión de pH y control de CE, al final del día en el que haya sido modificado el volumen de riego en el sistema.



Figura 23. Fertikit
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

El riego juega un papel sumamente importante en el ciclo del cultivo, tanto en el sistema vascular de las plantas como en el control de la humedad relativa del medio y control de condiciones. En el ciclo evaluado el comportamiento del riego fue desde 0.06666 hasta los 3.333 litros por día lectura que fue registrada del 1 de Junio al 31 de Julio de 2018, cuando el cultivo acumulaba

61 días DAT⁸, en la etapa de máximo desarrollo del fruto, previo a la primera cosecha.

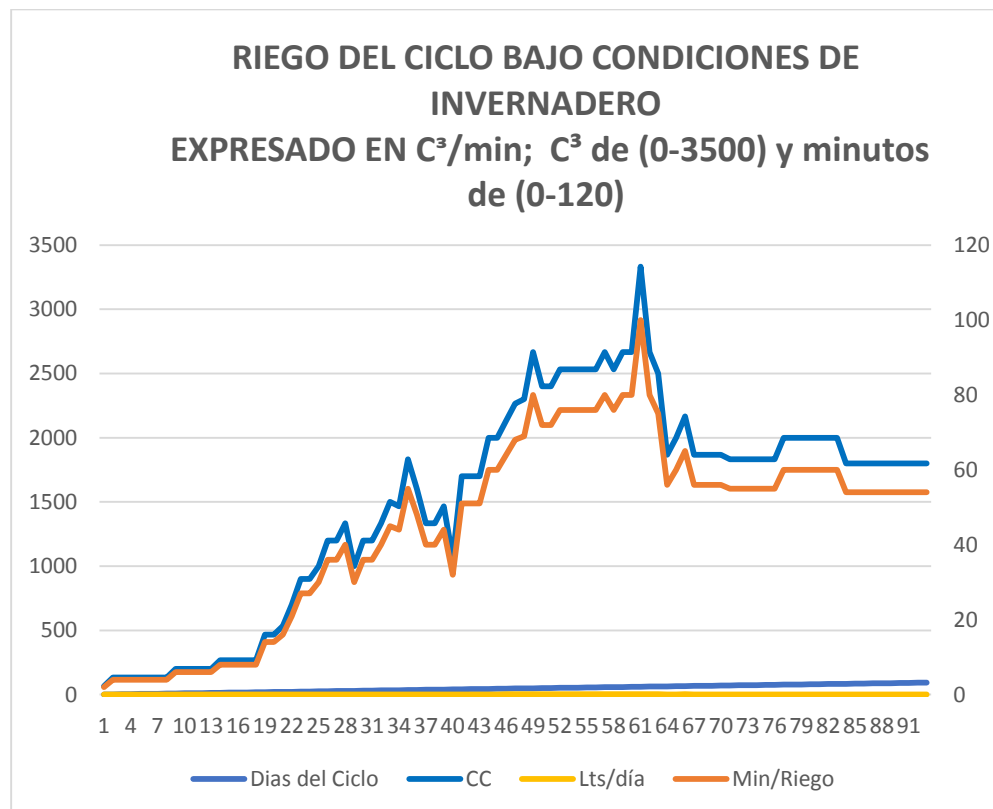


Figura 24. Comportamiento del riego durante el ciclo del cultivo
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Control de Drenaje

Se realizó el monitoreo de volumen de drenaje en los doce tratamientos como parte del manejo del cultivo dirigido a balancear entre el 10-20% de drenaje por planta, también como parte de control de pérdidas de nutrientes en la descarga al ambiente y optimización de recursos, y pruebas de optimización

⁸ DAT: Days after trasplant (Días después del trasplante)

para mejorar periodo de disponibilidad de la solución nutritiva con respecto a su dinámica del geotropismo positivo y la longitud de su sistema radicular.



Figura 25. Monitoreo de drenaje

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Posteriormente al control y supervisión se registraron las diferencias en el volumen de drenaje por cada tipo de sustrato, las cuales se presentan posteriormente. El monitoreo del drenaje permite también balancear la Ce y pH de salida, esto para evitar la acumulación de sales en el sustrato y evitar que con el desequilibrio existan tanto deficiencias como fitotoxicidad.

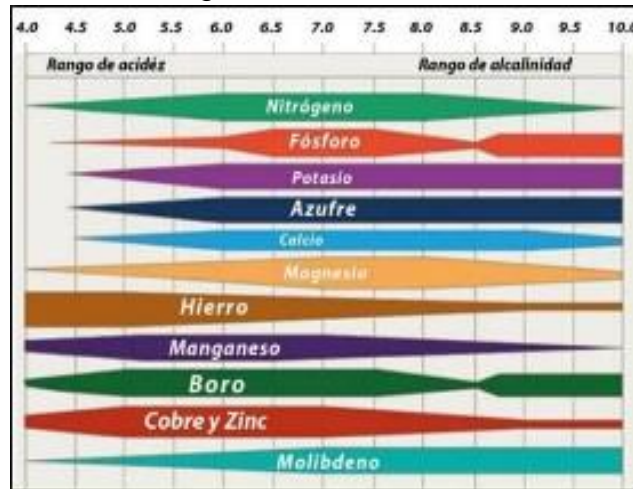


Figura 26. Acidez o Alcalinidad respecto del pH.

Fuente: Acidez y alcalinidad

<https://www.google.com/Search?rlz=1C1GGRV> en GT751GT751&q=imagen+

Promedio de drenaje registrado por semana en los tratamientos TS-1 (2, 3,4)

lts.

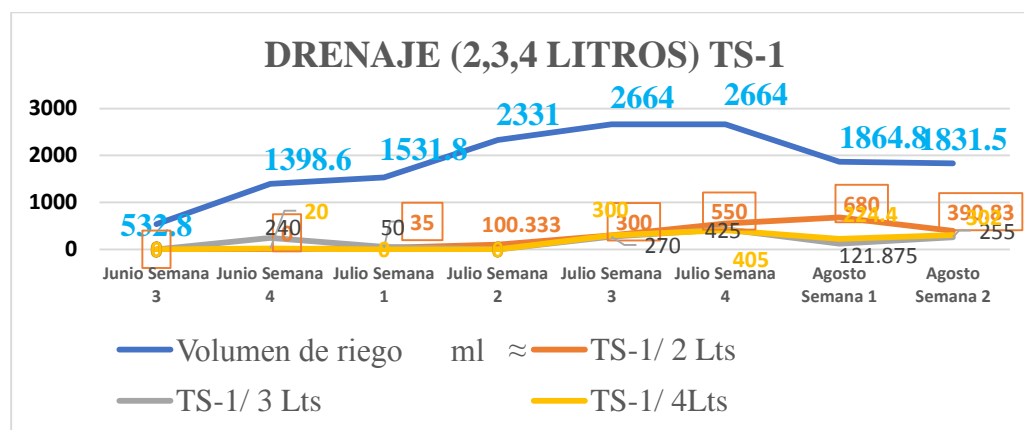


Figura 27: Comportamiento de drenaje en sustrato TS-1 (2, 3,4) lts
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Promedio de drenaje registrado por semana en los tratamientos TS-4 (2, 3,4)

lts.

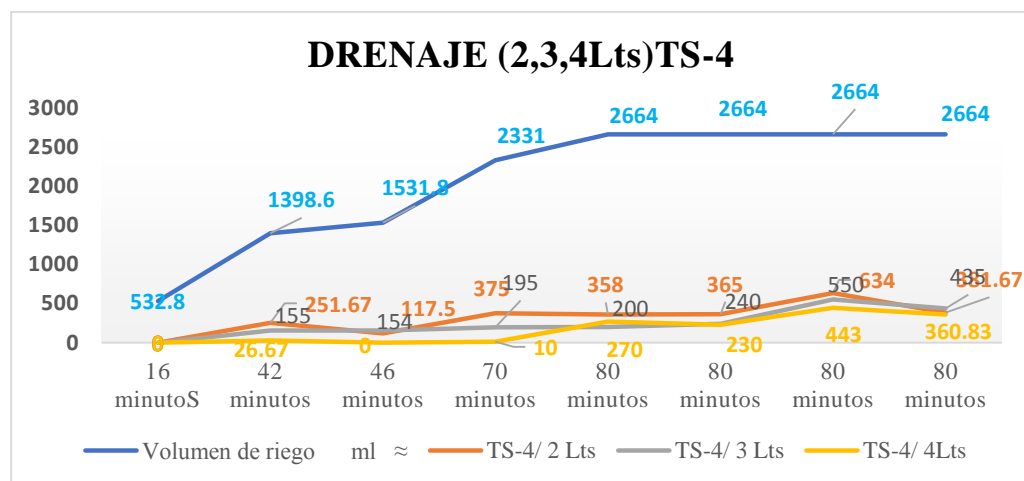


Figura 28: Comportamiento de drenaje en sustrato TS-4 (2, 3,4) lts.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Promedio de drenaje registrado por semana en los tratamientos BM-2 (2, 3,4)
lts.

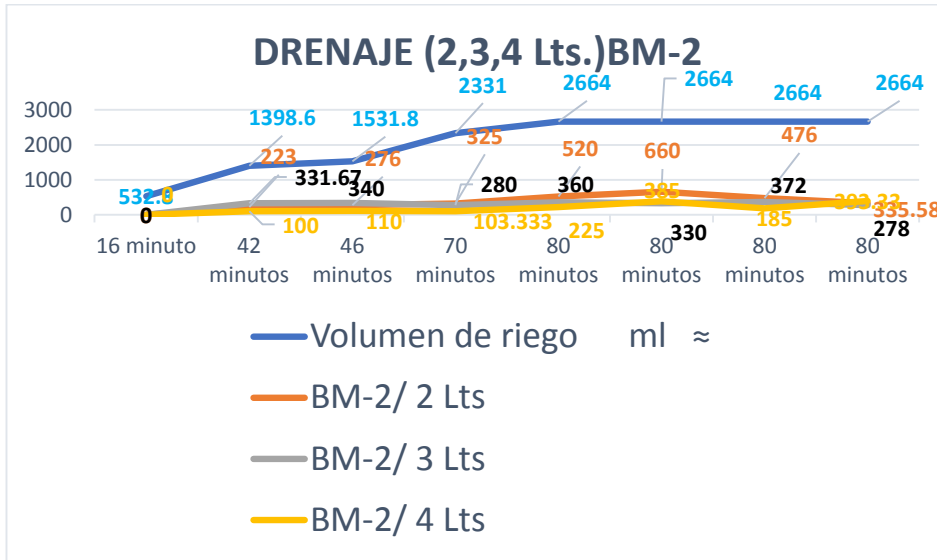


Figura 29. Comportamiento de drenaje en sustrato BM-2 (2, 3,4) lts.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Promedio de drenaje registrado por semana en los tratamientos BM-6 (2, 3,4)
lts.

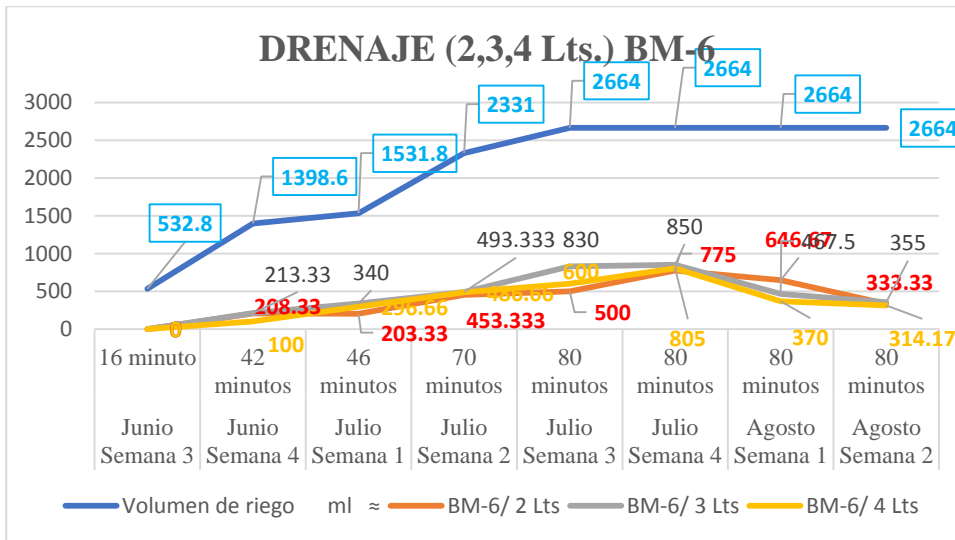


Figura 30. Comportamiento de drenaje en BM-6 (2, 3,4) lts.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ho: $\tau = \tau_i$ Todos los tratamientos producen el mismo efecto.

Ha: $\tau \neq \tau_i$ Al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos.

2.8.1 Línea de tiempo del ciclo del cultivo de tomate

Cuadro 9. Principales actividades del ciclo.

ACTIVIDAD	DURACION DEL CICLO	Día	Día del mes	Mes
SIEMBRA	1	Jueves	3	Mayo
TRASPLANTE	27	Jueves	31	Mayo
COSECHA 1	95	Martes	7	Agosto
COSECHA 2	102	Martes	14	Agosto
COSECHA 3	109	Martes	21	Agosto
PRUEBA-GERMINACION	168	Lunes	15	Octubre
CONTEO-GERMINACIÓN	176	Martes	23	Octubre

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

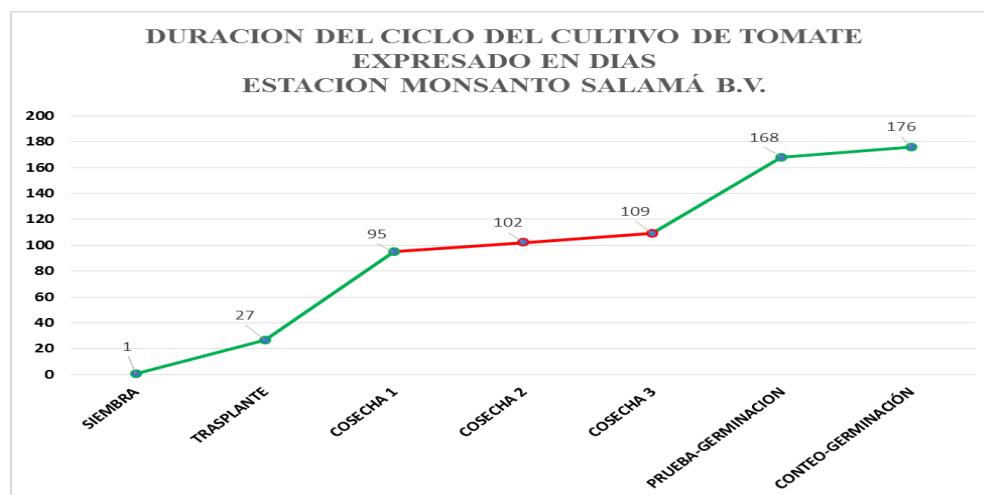


Figura 31. Línea de tiempo del cultivo
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

En la figura 31 se registran las principales actividades desarrolladas durante el ciclo del cultivo de tomate, con una duración de 109 días desde la siembra en invernadero especializado para semillero (Nursery 6), hasta la última cosecha. Y una duración de 81 DAT (days after trasplant), DDT.

2.8.2 Control de germinación de tomate en nursery cinco, previo al trasplante

La siembra de *Solanum lycopersicum* en N5, fue realizada el Jueves 3 de mayo de 2018 Se realizó la preparación del sustrato en 12 bandejas de 12x 8, para un total de 96 celdas por bandeja, sembrándose una semilla por cada lóculo.

Para las cuales la germinación efectiva es la descrita a continuación.

Cuadro 10. Conteo de Germinación

Bandeja A = 51	Bandeja E = 62	Bandeja I = 73
Bandeja B = 58	Bandeja F = 65	Bandeja J = 69
Bandeja C = 60	Bandeja G = 72	Bandeja K = 71
Bandeja D = 68	Bandeja H = 61	Bandeja L = 68

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Para un total de 778 germinaciones, de las cuales se trasplantaron un total de 720 plántulas a invernadero Nursery 8, distribuidas en los doce tratamientos y 36 a macetas de 800 y 350 cc de sustrato. El promedio general de germinación fue de 64.8 %.

2.8.3 Coeficiente de crecimiento promedio por día (K/día)

Crecimiento respecto de altura de la planta registrada en cada tratamiento, hasta la poda de despunte. La medición del crecimiento se realizó durante el ciclo del cultivo de tomate, en el período previo a la poda de despunte como parte del manejo cultural que se realiza en la empresa.

SUSTRATO	K/día
TS-1/2L	4.53
TS-4/2L	4.37
BM-2/2L	4.16
BM-6/2L	3.84
TS-1/3L	4.69
TS-4/3L	4.23
BM-2/3L	4.46
BM-6/3L	3.84
TS-1/4L	4.82
TS-4/4L	4.49
BM-2/4L	4.26
BM-6/4L	3.87



Cuadro 11. Coeficiente de crecimiento día

Fuente: Datos obtenidos en el EPS

Figura 32. Medición de altura

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

por

El análisis apreciativo de la gráfica muestra una ligera diferencia de crecimiento promedio por día de las plantas correspondientes al tratamiento TS-1 / 4 Litros, con una media de 4.82 centímetros de crecimiento por día; Seguido por TS-1 / 3 Litros con una media de 4.69 cm/día.



Figura 33. Comparación de crecimiento por día.

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018

2.8.4 Análisis apreciativo y comparación estadística de la primera colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.



Figura 34. Semilla de la primera cosecha.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Análisis de la varianza para peso de la semilla expresado en gramos, correspondiente a la primera colecta de frutos.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
W-gr-Semilla		36	0.25	0.00	41.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85.35	11	7.76	0.75	0.6860
TRATAMIENTOS	17.64	3	5.88	0.57	0.6429
VOLUMEN	9.95	2	4.97	0.48	0.6255
TRATAMIENTOS*VOLUMEN	57.76	6	9.63	0.93	0.4941
Error	249.51	24	10.40		
Total	334.86	35			

2.8.5 Análisis apreciativo y comparación estadística de la segunda colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.



Figura 35. Gramos de semilla obtenida en la segunda cosecha.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8.5.1 Análisis de la varianza para peso de la semilla cosechada en cada repetición

Análisis de la varianza para la cosecha número 2

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
W-SEMILLA/TT	36	0.16	0.00		32.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	189.66	11	17.24	0.41	0.9362
TRATAMIENTOS	34.32	3	11.44	0.27	0.8437
VOLUMEN	64.30	2	32.15	0.77	0.4744
TRATAMIENTOS*VOLUMEN	91.03	6	15.17	0.36	0.8950
Error	1002.98	24	41.79		
Total	1192.64	35			

2.8.6 Análisis apreciativo y comparación estadística de la tercera colecta de fruto del cultivo de tomate en CNP, MONSANTO, Salamá.



Figura 36. Gramos de semilla obtenidos en la tercera cosecha.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Análisis de la varianza para la cosecha número 3

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
W-SEMILLA/TT	36	0.15	0.00	38.64	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2855.71	11	259.61	0.38	0.9495
TRATAMIENTOS	1600.44	3	533.48	0.79	0.5113
VOLUMEN	623.25	2	311.63	0.46	0.6358
TRATAMIENTOS*VOLUMEN	632.02	6	105.34	0.16	0.9859
Error	16206.22	24	675.26		
Total		19061.94	35		

2.8.7 Registro y comparación de la cosecha en número de frutos y su peso total expresado en kilogramos, por cada tratamiento.

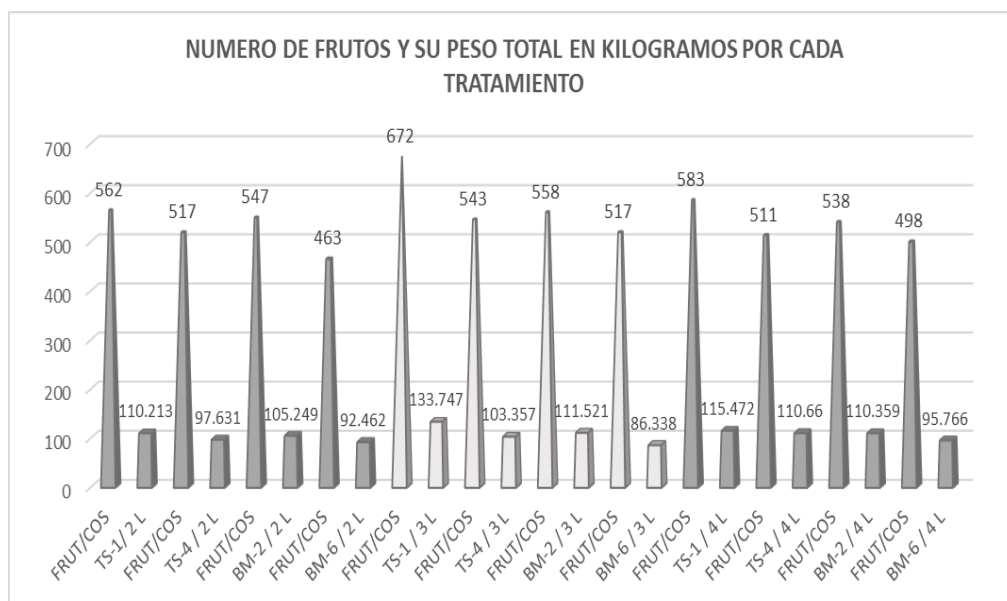


Figura 37. Valores brutos de la cosecha en Kg de fruto por plata.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

- Los valores en color azul, representan el total de frutos cosechados en 3 colectas para cada tratamiento.
- Los valores en color negro, expresan el peso total del fruto que corresponde a cada tratamiento.

El análisis apreciativo de la producción de número de frutos y Kilogramos cosechados, señala que el tratamiento TS-1/ 3 litros demostró mejor rendimiento en número de frutos respecto del resto de tratamientos.

2.8.7.1 Clasificación en orden descendente del número de frutos por tratamiento

Cuadro 12. Clasificación cuantitativa de resultados.

Tratamiento	Numero de frutos	Diferencia Porcentual Respecto del mejor Resultado	Clasificación
TS-1 Litros	3 672	0.0 %	Máximo Resultado
TS-1 Litros	4 583	13.2 %	Posición B
TS-1 Litros	2 562	16.4 %	Posición C

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8.8 Comparación y análisis estadístico del peso total de semilla cosechada, expresado en gramos.

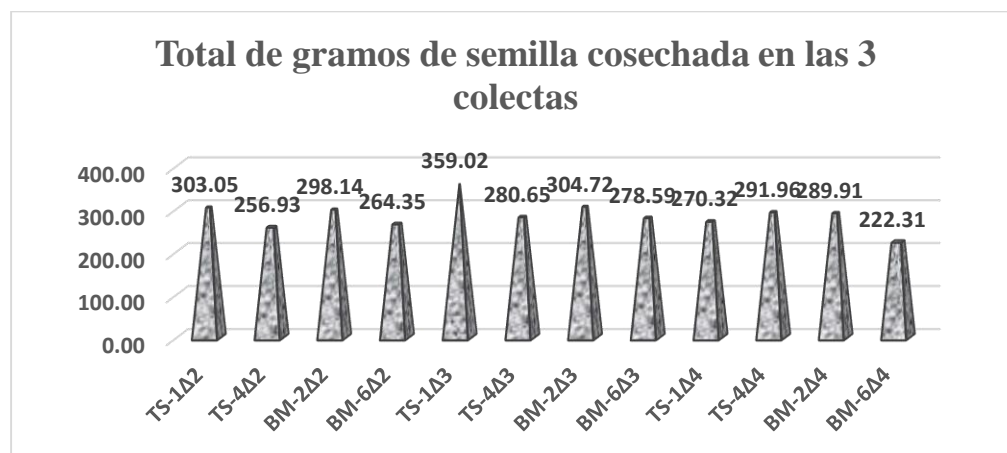


Figura 38. Total de gramos cosechados en tres colectas de fruto a los 82 días

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8.8.1 Análisis estadístico ANDEVA, para el total de semilla por cada tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GRAMOS	36	0.14	0.00	33.61	

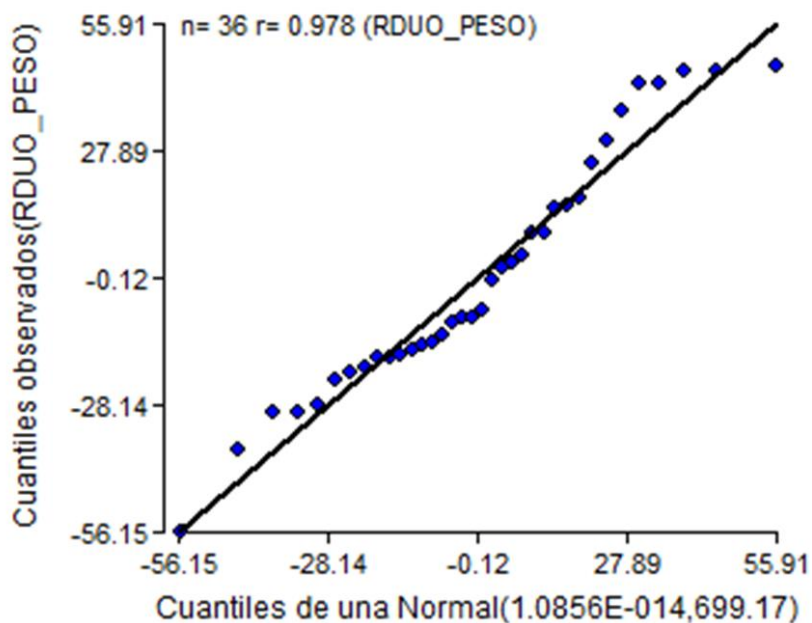
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3952.98	11	359.36	0.35	0.9626
SUSTRATO	1791.04	3	597.01	0.59	0.6303
VOLUMEN	956.92	2	478.46	0.47	0.6311
SUSTRATO*VOLUMEN	1205.01	6	200.84	0.20	0.9745
Error	24469.70	24	1019.57		
Total	28422.68	35			

2.8.8.2 Prueba de independencia de errores para los supuestos de ANDEVA

Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PESO	36	0.00	26.44	0.93	0.0860



Independencia de errores:

Se cumple aleatorizando el experimento en el diseño experimental antes de ser ejecutado.

Normalidad:

Ho: Los datos tienen distribución normal (errores)

Ha: Los datos no tienen distribución normal (errores)

Por conclusión:

Dado que $W^* = 0.93$ y p-valoré 0.0860 mayor al $\alpha = 0.05$, se acepta la Ho. Por lo tanto los datos (errores) tienen distribución normal.

2.8.9 Resumen de promedios del peso en gramos, y porcentaje de plantas que lo alcanzaron.

Una condicionante para la evaluación productiva de semillas en cada tratamiento es su peso en gramos, considerado eficiente para fines de procesos internos de investigación de la empresa, la adquisición de 5 gramos por planta. Por lo que se registró la sumatoria de pesos de semilla obtenido en tres cosechas realizadas en el ciclo; La gráfica muestra la comparación de medias de peso en gramos producidos por cada tratamiento a los 110 días a partir de la siembra y porcentaje de plantas que la alcanzaron.

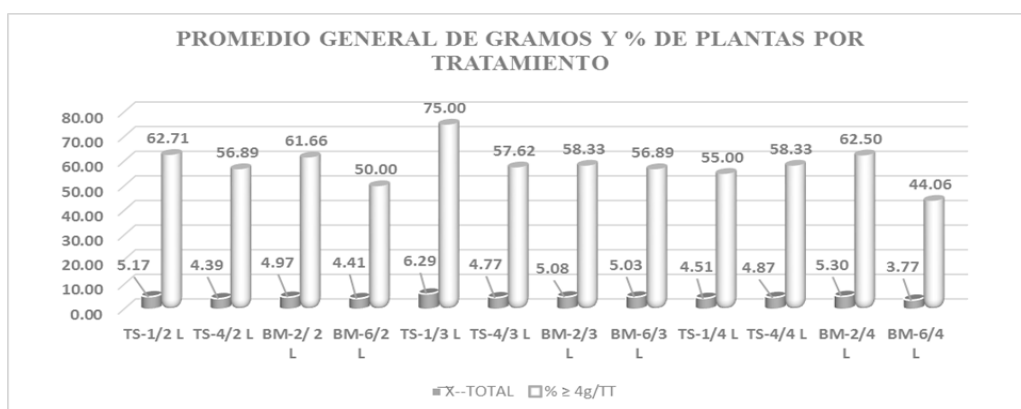


Figura 39. Promedio general de gramos y % de plantas por tratamiento.

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Porcentaje de plantas que alcanzaron el promedio establecido por cada tratamiento. La grafica anterior ilustra el porcentaje de plantas de cada tratamiento con su respectivo promedio de peso en gramos de semilla; de igual forma se lee una ligera ventaja del tratamiento TS-1/ 2L, en el que el 75 % de las plantas alcanzaron un promedio de 6.29 gramos de semilla.

2.8.10 Registro de tratamientos que alcanzaron los 5 gramos de semilla a los 82 (DAT), y 110 días después de la siembra.

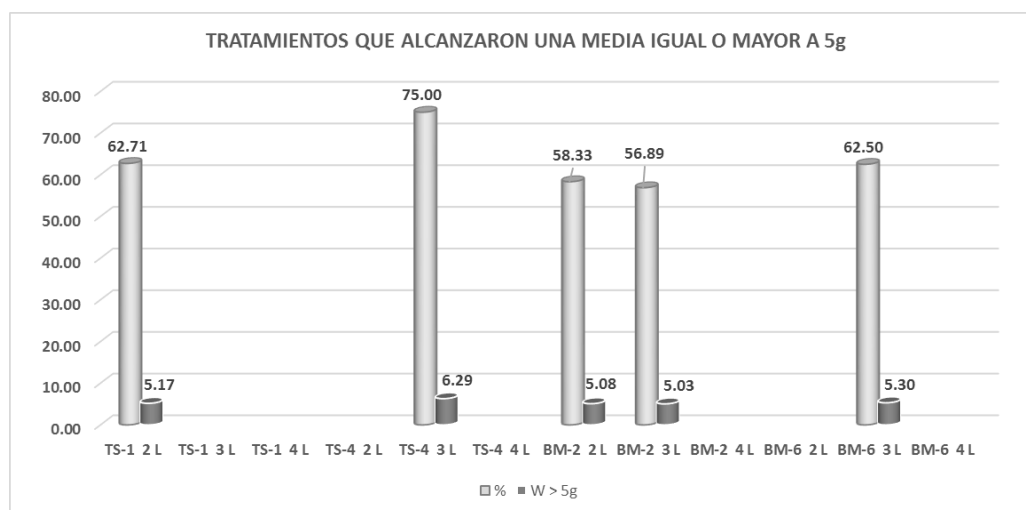


Figura 40. Tratamientos que obtuvieron una media mayor a los 5g.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8.10.1 Análisis de varianza para 5g de semilla

Variable N R² R² Aj CV
PESO 36 0.14 0.00 74.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8417.93	11	765.27	0.36	0.9580
VOLUMEN	2085.64	2	1042.82	0.50	0.6148
SUSTRATO	2963.71	3	987.90	0.47	0.7058
VOLUMEN*SUSTRATO					
	3368.58	6	561.43	0.27	0.9468
Error	50412.24	24 210	0.51		
Total	58830.17	35			

2.8.11 Registro del número de plantas por cada repetición que alcanzaron un peso igual o mayor a 5 gramos, en todos los tratamientos.

Cuadro 13. No. De plantas por tratamiento que alcanzaron una media de 5g.

Sustrato	Volumen	No./Plantas	Sustrato	Volumen	No./Plantas
TS-1	2	16	BM-2	2	14
TS-1	2	7	BM-2	2	7
TS-1	2	2	BM-2	2	12
TS-1	3	13	BM-2	3	7
TS-1	3	5	BM-2	3	5
TS-1	3	18	BM-2	3	15
TS-1	4	6	BM-2	4	7
TS-1	4	4	BM-2	4	5
TS-1	4	16	BM-2	4	12
TS-4	2	15	BM-6	2	16
TS-4	2	4	BM-6	2	4
TS-4	2	5	BM-6	2	3
TS-4	3	4	BM-6	3	11
TS-4	3	7	BM-6	3	1
TS-4	3	12	BM-6	3	17
TS-4	4	9	BM-6	4	0
TS-4	4	9	BM-6	4	5
TS-4	4	10	BM-6	4	8

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Análisis de varianza para el número de plantas que alcanzaron 5 o más gramos de semilla en los tratamientos.

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
PLANTAS	36		0.14	0.00	64.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	119.64	11	10.88	0.35	0.9647
SUSTRATO	32.75	3	10.92	0.35	0.7908
VOLUMEN	24.22	2	12.11	0.39	0.6838
SUSTRATO*VOLUMEN	62.67	6	10.44	0.33	0.9128
Error	752.67	24	31.36		
Total	872.31	35			

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que no existen diferencias significativas de producción de cinco gramos de semilla por planta en los doce tratamientos evaluados, ya que en los resultados de la evaluación, en todos los casos un número considerable de plantas produjo un número igual o mayor a los 5 gramos deseados por la empresa para fines exclusivos de las actividades que en ella se desarrollan.

2.8.12 Prueba De Germinación

La Estación Monsanto de Salamá es una empresa orientada a la producción y mejora continua de semillas de alta calidad para exportación, en cultivos de Solanáceas, Cucurbitáceas, Gramíneas y Liliáceas; Para los cuales las principales actividades desarrolladas son: Manejo agronómico, Manejo Cultural y prácticas especializadas para el procesamiento de frutos y semillas que van desde la selección, secado, pesado y empaçado para la exportación de las semillas; Razón por la cual es de suma importancia realizar la prueba

de germinación. Esta fue desarrollada en el invernadero Nursery 1 de la estación, obteniéndose los resultados descritos en la siguiente tabla.

2.8.13 Conteo realizado en la prueba de germinación

Cuadro 14. Prueba de germinación.

VOLUMEN	SUSTRATO	GERMINACION
2	TS-1	61
2	TS-1	62
2	TS-1	55
2	TS-4	64
2	TS-4	59
2	TS-4	64
2	BM-2	57
2	BM-2	59
2	BM-2	62
2	BM-6	64
2	BM-6	48
2	BM-6	60
3	TS-1	78
3	TS-1	68
3	TS-1	73
3	TS-4	51
3	TS-4	68
3	TS-4	58
3	BM-2	63
3	BM-2	49
3	BM-2	65
3	BM-6	66
3	BM-6	58
3	BM-6	42
4	TS-1	59
4	TS-1	59
4	TS-1	67
4	TS-4	55
4	TS-4	57
4	TS-4	56
4	BM-2	54
4	BM-2	60
4	BM-2	62
4	BM-6	50
4	BM-6	64
4	BM-6	55



Figura 41. Germinación
Fuente: Datos Obtenidos en el
EPS, 2018.

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018

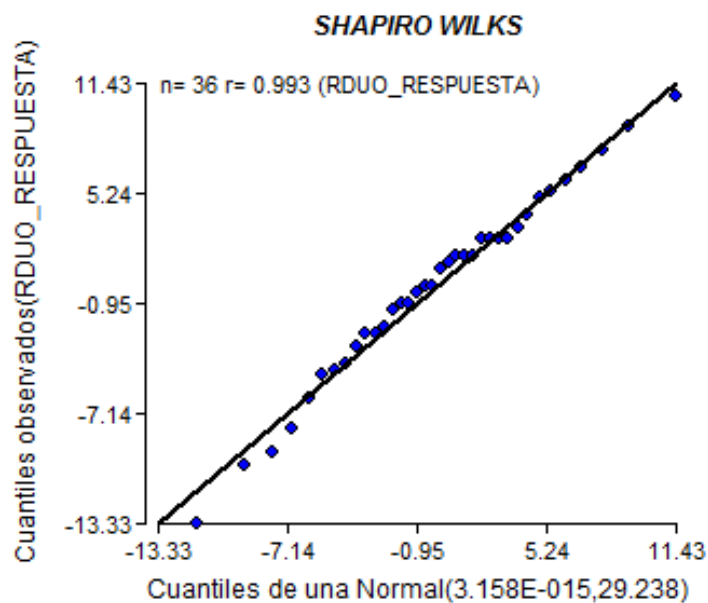
Resumen del análisis para el conteo de germinación realizado el día martes 23 de octubre de 2018,

Análisis de la varianza

Variable N R² Aj CV
GERMINACION 36 0.41 0.14 10.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl.	CM	F	p-valor
Modelo.	718.89	11	65.35	1.53	0.1840
VOLUMEN	70.72	2	35.36	0.83	0.4485
SUSTRATO	331.33	3	110.44	2.59	0.0763
VOLUMEN*SUSTRATO	316.83	6	52.81	1.24	0.3221
Error	1023.33	24	42.64		
Total	1742.22	35			



Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RESPUESTA	36	0.00	5.41	0.97	0.8657

Independencia de errores:

Se cumple aleatorizando el experimento en el diseño experimental antes de ser ejecutado.

Normalidad:

Ho: Los datos tienen distribución normal (errores)

Ha: Los datos no tienen distribución normal (errores)

Por conclusión:

Dado que $W^* = 0.97$ y p-valoré 0.08657 mayor al $\alpha = 0.05$, se acepta la Ho. Por lo tanto los datos (errores) tienen distribución normal.

El análisis estadístico dirigido a las diferentes etapas del ciclo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la estación Monsanto de Salamá; Específicamente al respecto de la evaluación de la calidad de la germinación, todos los tratamientos mostraron características similares en cuanto al tiempo para germinar y la cantidad de germinación no mostrando diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por los que posteriormente se muestran otros análisis que se desarrollaron y que en un análisis estadístico apreciativo respaldan los resultados estadístico-matemáticos citados anteriormente.

2.8.14 Análisis fenológico de los frutos con características promedio en cada tratamiento.

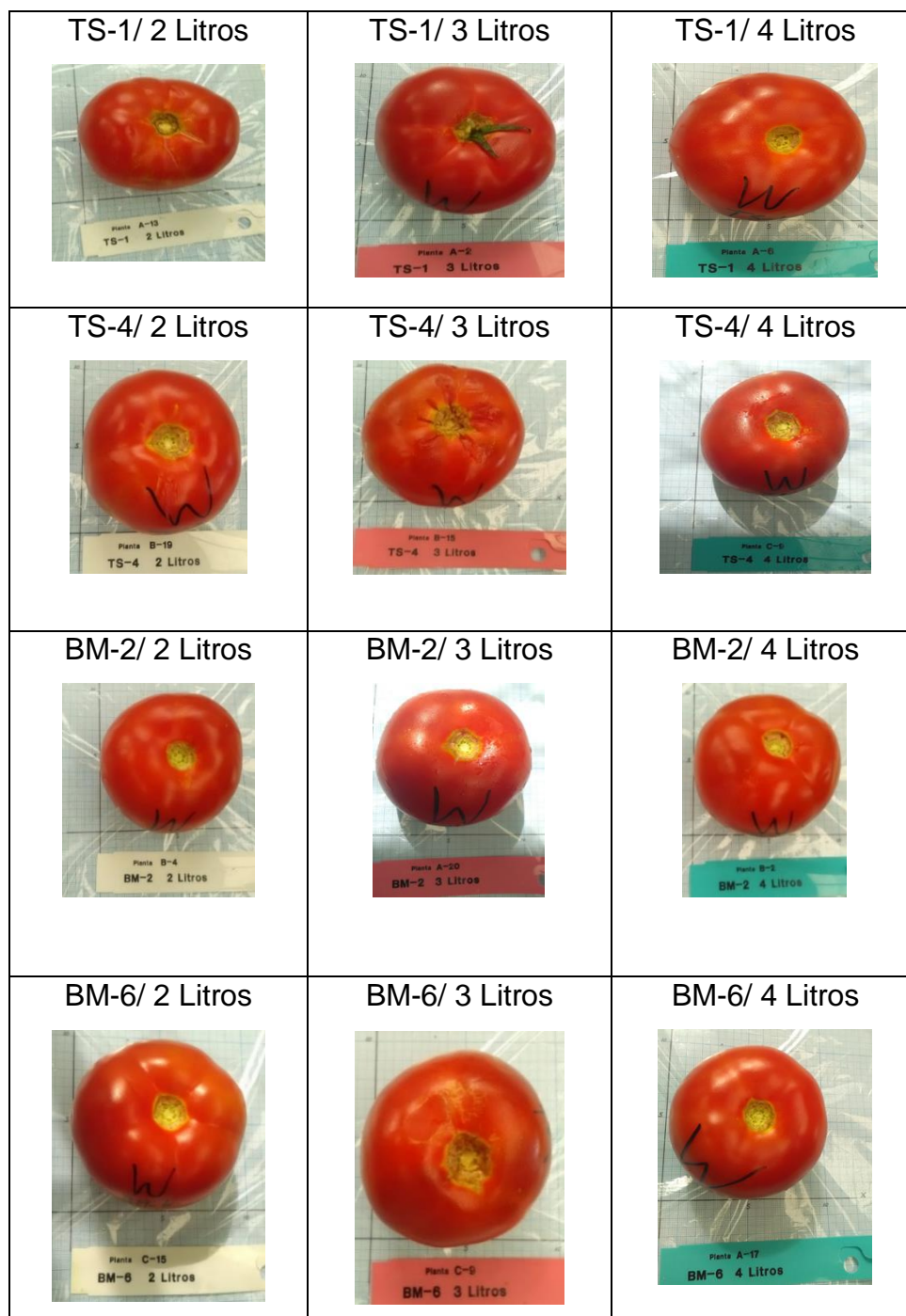


Figura 42. Características fenológicas de fruto promedio por tratamiento.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

2.8.15 Características fenológicas del sistema radicular.



Figura 43. Características fenológicas del sistema radicular.
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Análisis estadístico del sistema radicular.

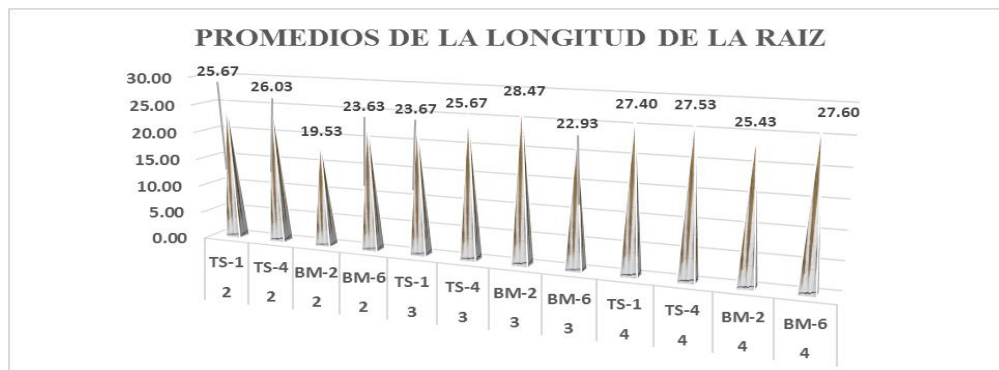


Figura 44. Análisis comparativo del promedio de longitud del sistema radicular.

Fuente: Datos Obtenidos en el EPS, 2018.

2.9 CONCLUSIONES

Ho: $\tau = \tau_i$ “Todos los tratamientos producen el mismo efecto”.

Ha: $\tau \neq \tau_i$ “Al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos”.

p - valor < α **p - valor** >

α

Se rechaza la hipótesis **Ho** No rechazamos la **Ho**

Se acepta la hipótesis **Ha**

1. El desarrollo vegetativo del cultivo, medido en altura de tallo mostro un promedio general de 4.297 cm/día, mientras que el mínimo crecimiento fue de 3.84 cm/día. Y el máximo desarrollo mostro un crecimiento de 4.82 cm/día, mostrando características generales similares en cuanto a tallos secundarios y follaje.
2. En cuanto al número de frutos cosechados en cada colecta se recogieron diversos números de frutos por cada tratamiento, no obstante la sumatoria de las tres cosechas arrojó valores próximos y satisfactorios por la demanda de número de frutos para los intereses propios de la empresa.
3. El procesado de la semilla en cada colecta registro los gramos de semilla cosechados, siendo este uno de los elementos de mayor interés para la empresa, mostrando similitudes entre los resultados, aunque con una ligera ventaja para el tratamiento TS-1/ 3 litros.

4. El tratamiento TS-1 / 3 Litros presento ventajas durante el ciclo del cultivo, desde número de frutos producidos, peso en kilogramos de cosecha en la sumatoria de las tres cosechas realizadas, mayor cantidad de gramos de semillas recolectada y procesada y de igual manera en la germinación.

2.9.1 Costos de Operación

En las páginas posteriores se registran la estimación de costos en el desarrollo de la investigación.

2.9.1.1 Costos fijos

Cuadro 15. Costos fijos.

No.	CONCEPTO	Costo/unidad	Área m ²	C/T	Vida útil	Ciclo en años
01	Instalaciones (Invernadero)	Q 1200.00 cada/ m ²	360	Q 432,000	12 años	12,000
02	Tractor Agrícola	Q 400,000		Q 400,000	06 años	22,222
03	Gator	Q 90,000		Q 180,000	06 años	10,000

Fuente: datos obtenidos en el EPS, 2018.

T... Q 44,000.00

N. 2.9.1. 2 Mano de obra

No.	Concepto Actividad	Horas Hombre	Minutos Hombre	Costo/hrs. Q	Costo/min Q	Costo Total. Q
1	Preparación de invernadero	20	0	12.31	0.21	246.2
2	Llenado de bolsas	10	0	12.31	0.21	123.1

3	Desinfección del Invernadero	0	20	12.31	0.21	4.2
4	Sifonado de bolsas	3	0	12.31	0.21	36.93
5	Etiquetado de bolsa	2	0	12.31	0.21	24.62
6	trasplante	5	0	12.31	0.21	61.55
7	Colocado de trampas	2	0	12.31	0.21	24.62
8	Colocado de rafia	2	0	12.31	0.21	24.62
9	Colocado de argollas	1.5	0	12.31	0.21	18.465
10	Barrido /aspirado	4	0	12.31	0.21	49.24
11	Agujerado de sustrato	0	25	12.31	0.21	5.25
12	Trasplante	8	0	12.31	0.21	98.48
13	Enrollado	27	0	12.31	0.21	332.37
14	Colocado de argollas	8	0	12.31	0.21	98.48
15	Etiquetado de polinización	10	0	12.31	0.21	123.1
16	emasculación	84	0	12.31	0.21	1034.04
17	Poda	39	0	12.31	0.21	480.09
18	Polinización	75	0	12.31	0.21	923.25
19	Colocado de argollas	27	0	12.31	0.21	332.37
20	Revisión de ramilletes	12	0	12.31	0.21	147.72
21	Deshije y limpieza	32	0	12.31	0.21	393.92
22	Conteo de fruto	5	0	12.31	0.21	61.55
23	Poda y limpieza	25	0	12.31	0.21	307.75
24	Cosecha	27	0	12.31	0.21	332.37
25	Procesado de semilla	70	0	12.31	0.21	861.7
	Total	498.5	45	12.31	0.21	6146.0

Cuadro 16. Mano de obra
Fuente: Datos de EPS, 2018.

2.9.1.3 Supervisiones y revisiones

No.	Actividad	No. de personas	Tiempo o duración
01	supervisión	02	20min
02	Revisión	01	45min
03	Revisión de riego	01	35min
04	Revisión trasplante	02	30min
05	Revisión	01	13min
06	Revisión	02	32min
07	Revisión de argollas	02	1hrs, 30min
08	Revisión de sistema. Riego.	01	12min
09	Revisión	01	16min
10	Revisión	01	45min
11	Revisión Sistema-riego.	01	23min
12	Revisión Sistema-riego.	01	15min
13	Supervisión	01	16min
14	Revisión	10	25min
15	Revisión de riego	01	11min
16	Revisión de argolla	06	13hrs, 48min
17	Revisión de riego	01	43min
18	Revisión de riego	01	43min
19	Revisión	01	20min
20	Revisión	01	1hrs,15min
21	Revisión	01	39min
22	Revisión	01	1hrs
23	Revisión de argolla	05	7hrs,30min
24	Revisión	01	25min
25	Revisión	01	30min
26	Revisión	02	1hrs, 36min

27	Supervisión	01	07min
28	Supervisión	02	36min
29	Revisión	01	33min
30	Revisión	01	01hrs, 30min
31	Revisión de riego	01	48min
32	Revisión de goteros	01	30min
33	Revisión	01	01hrs
34	Revisión	01	01hrs,30min
35	Revisión de goteros	01	01hrs,40min
36	Revisión	01	55min
37	Revisión	01	15min
38	Revisión	01	50min
39	Revisión	01	08min
40	Revisión	01	25min
41	Revisión	01	11min
42	Revisión	01	03hrs,15min
43	Revisión	01	05min
44	Revisión	01	38min
45	Revisión	01	07min
46	Revisión	01	21min
47	Revisión	01	24min
48	Revisión	01	25min
49	Revisión	01	20min
50	Revisión	01	20min
51	Revisión	01	25min
52	Supervisión	01	01hrs
53	Revisión	01	14min
54	Revisión	01	30min
55	Revisión	01	55min
56	Revisión	01	10min

57	Revisión	01	15min
58	Revisión	01	22min
59	Revisión	01	20min
60	Revisión	01	55min
61	Supervisión	01	10min
62	Supervisión	01	20min
63	Revisión	01	20min
64	Revisión	01	40min
65	Revisión	01	35min
66	Supervisión	01	10min
67	Revisión	01	35min
68	Revisión	01	25min
69	Revisión	01	36min
70	Revisión	01	01hrs
71	Revisión	01	31min
72	Revisión	01	21min
73	Revisión	01	05min
74	Revisión	01	12min
75	Revisión	01	30min
76	Revisión	02	02hrs, 36min
77	Revisión	01	00hrs,08min
78	Revisión	01	21min
79	Revisión	01	35min
80	Revisión	01	48min
81	Supervisión	02	20min
82	Revisión	01	08min
83	Revisión	01	10min
84	Revisión	01	01hrs, 30min
85	Revisión	01	01hrs, 30min
86	Revisión	01	30min

87	Revisión	01	25min
88	Revisión	01	19min
89	Revisión	01	10min
90	Revisión	01	22min
91	Revisión	01	09min
92	Revisión	01	10min
	TOTAL		74 hrs

Cuadro 17. Supervisiones

Costos de Supervisión y revisión 74 horas por 12.31----- **Q 910.94**

2.9.1.4 Insumos Agrícolas

No.	DESCRIPCIÓN	P.UNIDAD
1	FERT Nitrato de calcio	Q 133.00
2	FERT 13-0-46 Nit. Potasio Haifa Ferti. 25 Kg	Q 340.00
3	ÁCIDO Fosfórico 85% 23.7 L	Q 514.00
4	BION-CA 1 L	Q 77.00
5	SULFATO DE MAGNESIO Hepta. Polaco 25 Kg.	Q 120.00
6	SOLUPOTASSE 51% K20+18%S 25 Kg.	Q 230.00
7	FOSFATO Monopotasico 0-52-34 Peak 25 Kg	Q 500.00
8	ALGAPRON 1 L	Q 257.00
9	FETRILON 13% FE 1 Kg	Q 212.00
10	FETRILON COMBI II 1 Kg	Q 296.00
11	BASFOLIAR ALGAE 1 L	Q209.00
12	BIOZYME TF 1 L	Q 230.00
13	ROOTING 1 L	Q 332.00

14	PH ASE 1 L	Q 67.00
15	ALIETTE 80 WG 500 g	Q 175.00
16	ACROBAT CT 60 SC 700 ml	Q 250.00
17	AMISTAR 50 WG 500 g	Q 850.00
18	BANROT 40 WP 2 lb.	Q 890.00
19	INFINITO 68.75 SC 1 L	Q 505.00
20	SERENADE 1.34 SC 1 L	Q 126.00
21	BION – FE 1 L	Q 82.00
22	T-22 ROOTSHIELD 1 lb.	Q 500.00
23	PRONTO 50 WP 1 kg.	Q 70.00
24	ACARISTOP 50 SC 100 ml	Q 316.00
25	EVISECT 33.4 SP 200 g	Q 152.00
26	POTENZ I.A EC 1 L	Q 93.00
27	DACONIL 82.5 WG 1 Kg.	Q 200.00
28	KARATE ZEON 5 CS 1 L	Q 275.00
29	VIRKON´S 5 Kg.	Q1600.00
30	PITA TUTORA TRANSPARENTE 3 lb	Q 43.00
31	SULTRON 72.5 SC 1 L	Q 60.00
32	ATP UP 1 L	Q. 158.00
33	ACROBAT MZ 69 WP 750 g	Q 210.00
34	EXALT 6 SC 125 ml	Q 235.00
35	ROUNDUP 35.6 SL 1 L	Q 43.00
36	GRAMOXONE super 20 SL 1 L	Q 43.00
37	TOTA	Q 10,393.00

Cuadro 18. Programa de prevención

COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN Q 61,449.94

Resumen de costos

No	Descripción	Costo en quetzales
01	Costos fijos	44,000.00
02	Mano de obra	6,146.00
03	Supervisión y revisión	910.94
04	Insumos Agrícolas	10,393.00
	TOTAL.....	61,449.94

2.10 CONCLUSIONES

1. Al registrar cada etapa del cultivo como floración, fructificación y cosecha se comprobó que el cultivo de tomate se adoptó eficientemente a las variantes de cada tratamiento sin mostrar diferencias significativas.
2. La evaluación del desarrollo vegetativo del cultivo mostro semejanzas en tratamientos, colocando con una ligera ventaja al tratamiento TS-1/ 4 L, con un promedio de 4.82 centímetros de crecimiento por día, situación que de igual manera nos muestra que el cultivo se adaptó a las diferencias entre los tratamientos.
3. El registro de numero de frutos por planta en cada tratamiento no mostro diferencias significativas, sin embargo el tratamiento TS-1/ 3 L. mostro una ligera ventaja respecto de los demás tratamientos, con un total de 672 frutos con un peso de 133.7 kg.
4. Se determinó la producción de semilla por medio de procesado de frutos, secado en horno y pesado de semilla por cada tratamiento; en

esta etapa el tratamiento TS-1/ 3 L obtuvo un total de 359.02 gramos, situación en la que tampoco se encontraron diferencias significativas respecto del resto de tratamientos.

5. La medición de la longitud de las raíces indicó una ligera ventaja en el tratamiento BM-2/3 L, con una longitud promedio de 28.47 cm, seguido del tratamiento BM-6/ 4 L con una longitud de 27.60 cm; sin mostrarse diferencias significativas entre los tratamientos. Esto nos permite concluir en que el sistema radicular de las plantas se desarrolló regularmente en diferentes medios de tipo y volumen de sustrato.
6. La duración del ciclo del cultivo de tomate registró un total de 109 días a partir de la siembra y 82 días después del trasplante, sin registrarse diferencias significativas en el rendimiento de número de frutos y gramos de semilla por cada tratamiento, por lo que las observaciones y mediciones realizadas durante el proceso como desarrollo vegetativo y kilogramos por tratamiento, nos dan la base para determinar que bajo las condiciones descritas en la unidad de investigación, el cultivo de tomate indeterminado FMI-Back Cross 4, puede producirse en 2,3 y 4 litros, en los tipos: TS-1, TS-4, BM-2 y BM-6 de sustratos.
7. La evaluación de la calidad de la semilla por medio de germinación mostró el 81.25% para el tratamiento TS-1 3 L, sin registrarse diferencias significativas del resto de tratamientos, por lo que las observaciones y mediciones realizadas permiten determinar simultánea calidad de la semilla en el resto de tratamientos.

2.11 RECOMENDACIONES

1. Evaluar la duración del ciclo del cultivo de tomate a partir de diferentes programas de nutrición vegetal, a partir del fertiriego.
2. Orientar la producción en términos de la optimización de recursos, es decir propiciando la utilización de menor volumen de sustrato, fundamentados en la excelencia de la nutrición vegetal a partir de fertiriego y de las características físico-químicas que garanticen su eficiencia.
3. Desarrollar una investigación que abarque volumen de sustrato entre 2 litros a cantidades menores. Para garantizar la certeza de la innovación y del límite crítico de volumen tolerable para el desarrollo del cultivo.
4. Con fundamento en la investigación adicional autorizada por el supervisor de la unidad de investigación CNP, MONSANTO consistente en pruebas de cultivo de tomate FMI- Back Cross 4 en macetas de 800 cc y 350 cc y que fueron exitosamente cosechadas; considero factible el desarrollo eficiente del cultivo de tomate en 3 litros de sustrato, cuya información es ampliada en apéndice.
5. Desarrollar una investigación de aprovechamiento de drenaje en un cultivo secundario, de forma que se pueda garantizar el aprovechamiento del fertiriego sin descuidar los aspectos fitosanitarios.

2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas Venezuela: Episteme.
2. Bieto, J. A., & Talón, M. (2000). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
3. BIETO, J. A., & TALON, M. (2013). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Madrid: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
4. Borrero, F. V., & Ospina Machado, J. E. (1995). *Manejo Tecnológico Postcosecha*. Santa Fé de Bogotá: Socorro Ojeda Martinez, Sonia Cristina Prieto.
5. Cabrera, F. A., & Estrada Salazar, E. I. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Bogotá: Imagenes Gráficas S.A.
6. Cerón, M. C. (2006). *Metodología de la investigación social*. Santiago de Chile: Agencia Catalográfica Chilena.
7. Cifuentes, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
8. Egg, E. A. (1995). *TECNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL*. Buenos Aires Argentina: LUMEN.
9. Escobar, H., & Lee, R. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Bogota, Coombia: Jorge Tadeo Lozano Universidad.
10. INIA-URURI. (2013). *PODA Y DESHOJE EN CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA ANTIAFIDO. INFORMATIVO, 2*.
11. Kolesas, M. (2001). *La Cita Documental*. Argentina: Instituto de Investigaciones Gino Germani.
12. Morataya, O. L. (2015). *CONFIRMACIÓN DE AGENTE CAUSAL Y EVALUACIÓN DE CUATRO PROGRAMAS DE CONTROL DE*

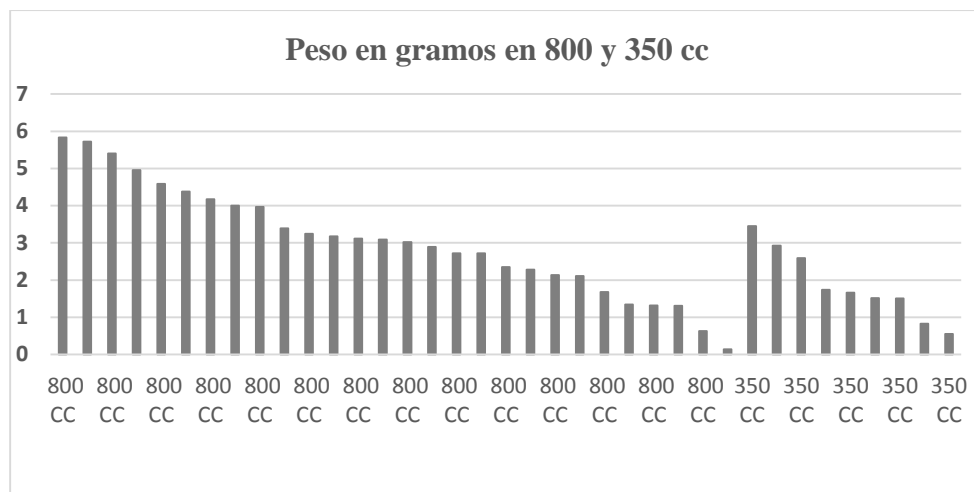
- ENFERMEDAD FOLIAR EN PEPINO (Cucumis sativus L)(tesis de grado)*. Guatemala.
13. Navarro, S. B. (2012). *Fisiología Poscosecha*. UNI.
 14. Noreña, J. J., Rodríguez, V. P., Guzmán A., M., & Zapata, M. A. (2006). *EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Rionegro, Antioquía Colombia: CORPOICA, Centro de Investigación La Selva.
 15. Rivero, D. S. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN*. Bogota: Shalom.
 16. SEGEPLAN/DPT-COMUDE. (2011). *Plan de Desarrollo Municipal PDM*. Salamá B.V. Guatemala C.A.: SEGEPLAN.
 17. Soto, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *MANUAL TECNICO AGRICOLA, Recomendaciones para la produccion de tomate bajo condiciones de invernadero*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
 18. Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *BASES DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. BASES Y PROCEDIMIENTOS PARA DESARROLLAR LA TEORIA FUNDAMENTADA*. Bogota, Colombia: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.
 19. TADEO LOZANO JORGE UNIVERSIDAD DE BOGOTA. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. BOGOTA: HUGO ESCOBAR, REBECCA LEE.
 20. Torres, S., Gonzalez Bonorino, A., & Vavilova, I. (2013). *La cita y referencia Bibliográfica, guia basada en las normas APA*. Buenos Aires: Biblioteca UCES.
 21. UNIVERSIDAD JORJE TADEO LOZANO. (2009). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. BOGOTÁ: Hugo Escobar, Rebecca Lee.
 22. Valles, M. S. (1999). *TECNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN*. Madrid, España: SINTESIS S.A.

2.13 APÉNDICE

De forma simultánea se desarrolló una prueba experimental simple con 36 plantas de cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la misma estación de Monsanto, con la intención de hacer observaciones fenológicas y reacciones fisiológicas simultáneas a la investigación de comparación de volumen y tipo de sustrato. A este experimento se le administraron exactamente las mismas condiciones de clima, manejo cultural y agronómico que a la investigación principal.



Figura 45. Macetas de 800 cc
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018



Cuadro 19. Comparación de resultados de producción de semilla

800 c ³ en TS-4	350 c ³ en sustrato TS-4
Planta con mayor producción de semilla: 5.83 gramos	Planta con mayor producción de semilla: 3.45 gramos
Peso promedio de la producción de semilla: 3.17 gramos	Peso promedio de la producción de semilla: 1.86 gramos
Planta con menor producción de semilla: 0.141 gramos	Planta con menor producción de semilla: 0.55 gramos: 1.74 gramos

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.



Figura 46. Comparación de la distribución del sistema radicular en el envase de sustrato.

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

En la actualidad la unidad de investigación CNP (Continuos Nursery Program), ha desarrollado varios ciclos de cultivo en 3 litros exitosamente.



Figura 47. Cultivo de Tomate en 3 litros de sustrato
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Con soporte en la investigación desarrollada en cuatro materiales de Tomate, clasificada como servicio de EPS, la empresa en la actualidad también desarrolla cultivos de diversos materiales en 3 litros de sustrato.



Figura 48. Cultivo de tomate en 3 litros
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018

Actualmente la tecnología implementada en (*Solanum lycopersicum*), también está siendo implementada en algunos materiales (*Capsicum annuum*).



Figura 49. Cultivo de chile en 3 litros
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ –CUNBAV-
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**



**CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN CONTINUOS NURSERY
PROGRAM, ESTACIÓN MONSANTO SALAMA.**

Mynor Alfredo Morales Ortiz

EPS. Ing. Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola

2019

3.1 Introducción

Como parte del proceso de EPS se desarrolló los servicios desarrollados en la unidad de investigación CNP, Nursery Continuous Program de la Estación Monsanto de Salamá B.V.

Cada servicio enumera un conjunto de actividades de manejo específico para cada cultivo, con el propósito de generar información detallada para crear una base que brinde soporte a la toma de decisiones, mismas bajo el enfoque de reducción de costos, eficiencia y rentabilidad. Además el desarrollo de servicios en cada caso se conduce bajo la guía del método científico, y el apoyo simultaneo de ciencias auxiliares como la Fisiología Vegetal, Anatomía, Química, Matemática y Estadística entre otras. Los servicios desarrollados y posteriormente descritos son la respuesta a los resultados arrojados por la etapa de diagnóstico desarrollada entre Febrero y Marzo de 2018; En este proceso se realizaron hallazgos que permitieron tomar decisiones respecto de la planificación y ejecución de proyectos de investigación enfocados a dar respuestas a las interrogantes y dudas sobre elementos y procesos que forman parte ya del Sistema de Producción adoptado por la empresa o al menos reducir la brecha de incertidumbre que en la mayoría de casos suele incrementarse.

3.2 Objetivo General

1. Generar Información que sirva de base para la toma de decisiones en la Unidad de Investigación Continuos Nursery Program de la Estación Monsanto de Salamá B.V.

3.3 Objetivos Específicos

1. Desarrollar proyectos de investigación enfocados a mejorar la calidad de la semilla producida en el sitio.
2. Registrar la información en cada una de las variantes en cada caso de estudio que sirven de base para la toma de decisiones.
3. Desarrollar análisis comparativos que nos permitan elaborar conclusiones apreciativas y estadísticas de cada proyecto de investigación.

3.4 Servicio 1: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE MELÓN DE 7 MATERIALES PRODUCIDOS EN CNP, ESTACIÓN MONSANTO SALAMÁ.

3.4.1 Presentación

La creciente demanda de alimentos a nivel mundial, exige de los cultivos y de los productores los más altos niveles de rendimiento. Y por otra parte el gradiente de las condiciones climáticas que presentan una dinámica creciente, exige de todo tipo de investigador mantenerse a la vanguardia de manera que pueda ofrecer la información necesaria para la toma de decisiones que puedan prevenir errores, o proporcionar las herramientas necesarias para reaccionar de manera inmediata ante situaciones difíciles en el control y manejo de los elementos y condiciones que forman parte del sistema de producción agrícola. En este sentido la producción agrícola y la investigaciones deben manifestar un desarrollo ascendente de tal forma que persista un servicio simultaneo entre ambas, es por tal razón que en las páginas subsiguientes se describe paso a paso el experimento en cultivo de Melón, Cucumis melo en 7 materiales: Amarillo, Galia, Charental, Piel de Sapo, Italiano, Har y Anaranjado; a razón de 3 formas de poda lateral para el desarrollo del fruto de melón: Con poda absoluta, con 2 Laterales y una sin poda. Para evaluar la calidad de la semilla a partir del porcentaje de germinación bajo condiciones controladas en las instalaciones de la unidad de investigación Continuos Nursery Program de la Estación Monsanto de Salamá Baja Verapaz.

3.4.2 Objetivo General

Evaluar la calidad de la semilla de melón en el primer ciclo, a partir de ensayos montados en el invernadero producción 2 y el invernadero producción 6, de la unidad de investigación Continuous Nursery Program de la Estación Monsanto de Salamá B.V.

3.4.3 Objetivos Específicos

1. Generar información de utilidad práctica para la unidad de investigación,
2. Registrar la cantidad de frutos por planta.
3. procesar la semilla producida por cada planta
4. Pesar la semilla obtenida en cada tratamiento
5. Comparar los resultados ofrecidos por cada tratamiento.

3.4.4 Metodología

Instalación de 2 pruebas con 7 materiales de Melón comunes en la unidad de investigación. Las mismas serán manejadas de manera simultánea pero independiente entre sí, en los invernaderos Producción 2 y Producción 6.

En ambos casos se utilizará el manejo agronómico y cultural en el sitio, con la realización de 3 podas para estimular el desarrollo del fruto, a razón de una poda absoluta, 2 laterales y una tercera sin poda.

La cosecha es programada por apreciación de madures del equipo de manejo cultural y polinización del sitio, utilizando como guía la abscisión de la primer hoja en proximidad al fruto.

Los frutos recolectados serán trasladados al área de proceso, lugar en el cual serán extraídas las semillas, para luego recibir un tratamiento especial en el horno de secado; luego este material será trasladado al Laboratorio de Monsanto para ser liberado de impurezas, pesado, codificado y registrado en formatos específicos de investigación.

Posteriormente el material será almacenado en instalaciones especializadas en el control de clima para evitar cualquier tipo de alteración físico-química. Posteriormente un nuevo invernadero es preparado y desinfectado para recibir nuevamente el material germoplasmico que será nuevamente sembrado y con ello se habrá dado inicio a una nuevo etapa de investigación para su posterior conteo de germinación y evaluar, comparar y concluir respecto de su calidad.

3.4.5 Material y equipo

Instalaciones	Material	Equipo
Invernadero N-2	Sustrato TS-1	Sistema De Riego
Invernadero P-2	Bandejas Para Siembra	Horno De Secado
Invernadero P-6	Bolsas Para Trasplante	Cuarto Frio
Módulo De Procesos	Tablilla	Balanza Electrónica
Oficina De CNP	Bitácora De Trabajo	Computadora
Oficina De Polinización	Formatos De Registros	Software De Registro
Bodega De Sanidad Vegetal	Hoja De Seguridad De La Actividad Jsa	Software Estadístico
Astor, Bodega Central De CNP	Lápiz	Bernier
Bodega De Agroquímicos	Lapicero	Estadal O Regla Graduada
Fertikit	Marcadores	Rodilleras
	Calculadora	Bata
	Beacker	Gorra Monja
	Probeta	Lentes
	Piseta Graduada	Guantes Básicos
	Pipeta Graduada	Calzado De Seguridad

3.4.6 Resultados

Manejo cultural.



Figura 51. Germinación

Fuente: Datos obtenidos en el EPS.



Figura 50. Trasplante

Fuente: Datos obtenidos en el EPS.

Siembra: Esta actividad es desarrollada en instalaciones especializadas para el control de condiciones ambientales, para lo cual se dispone de invernaderos Nursery (1-10). La actividad de siembra se realizó el 30 de enero de 2018, seleccionando para la investigación los materiales Amarillo, Anaranjado, Galia, Piel de Sapo, Italiano, Charentais y Har. Con el propósito de evaluar las reacciones individuales con respecto a tres tipos de poda manejada como estímulo de fructificación.

Trasplante: Este se realizó a los 28 días de la siembra Instalando un total de 210 plantas en el invernadero Producción 2, y 210 plantas en el invernadero Producción 6.

Poda Primaria.

Poda primaria o deshije es una práctica cultural que se realiza entre los primeros (8-10) días después del trasplante, misma que se realiza con la intención de estimular la floración del cultivo para lograr altos porcentajes de cuajamiento en el proceso de polinización.



Figura 52. Polinización

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018

Polinización:

La polinización se realiza en una sola etapa de 3 ciclos; Aproximadamente a los 25 días después del trasplante, empleando un aproximado de seis días.

Poda de Fructificación: Esta se realiza aproximadamente entre (12-15) días después de la polinización; En esta etapa, para objeto de esta investigación, se evaluaron 3 tipos de Poda; La primera es la poda utilizada frecuentemente en la Unidad de investigación CNP, Monsanto. En la que se eliminan todos los laterales de la planta.



Figura 53. Poda de frutos
Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018

La segunda y tercera poda, son el resultado de las sugerencias realizadas por personal de Monsanto que residen en otros países. De las cuales una constituye una práctica de manejo en la que se dejan únicamente 2 laterales y la otra constituye la eliminación total de los laterales.

Sumatoria cosecha 1 y 2 en Invernadero P-2 a los 55 días, 9 de mayo de 2018.

Cuadro 20. Frutos cosechados

MATERIA L	No.	TRATAMIENT O	W- total	Semillas germinada s	% Germinació n	Mayor calidad
AMA	1	A	25.52	7	7.29	
	2	B	24.78	1	1.04	
	3	C	39.44	4	4.17	
ANA	4	A	132.7 1	96	100	1
	5	B	90.69	92	95.83	3
	6	C	89.18	88	91.67	
ITA	7	A	10.4	86	89.58	
	8	B	48.07	90	93.75	
	9	C	44.13	73	76.04	
GAL	10	A	64.75	87	90.63	
	11	B	61.08	95	98.96	2
	12	C	71.27	89	92.71	
SPA	13	A	89.15	79	82.29	
	14	B	104.7 8	78	81.25	
	15	C	81.61	79	82.29	
HAR	16	A	8.77	83	86.46	
	17	B	8.09	85	88.54	
	18	C	20.74	80	83.33	
CHA	19	A	50.09	89	92.71	
	20	B	51.66	86	89.58	
	21	C	45.13	77	80.21	

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

Descripción de los tratamientos:

A: Poda absoluta o Testigo.

B: Poda, dejando 2 Laterales.

C: Sin poda.

Significancia de la comparación estadística de los tratamientos, basada en puntuación por análisis comparativo.

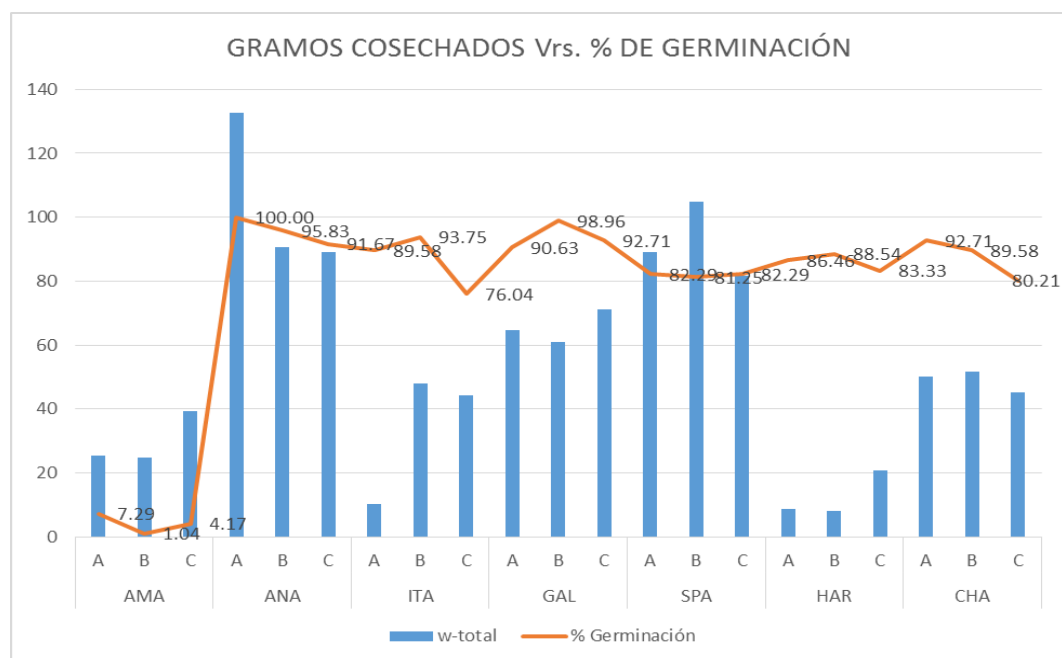


Figura 54. Gramos Cosechados / % de germinación

Análisis comparativo. Producción 2

Cuadro 21. Comparación de Eficiencia

Tratamientos	Adelantos	% de Adelantos
A	4	50
B	3	37.5
C	1	12.5

. Fuente: Datos obtenidos en el EPS. 2018

Resultados:

Sumatoria cosecha 1 y 2 en Invernadero P-6 a los 55 días, 9 de mayo de 2018

Cuadro 22. Gramos de Semilla.

MATERIA L	No.	TRATAMIENT O	W- total	No. Semillas germinad as	% Germinaci ón	Mayor calidad
AMA	1	A	55.96	9	9.38	
	2	B	69.78	27	28.13	
	3	C	64.33	24	25	
ANA	4	A	37.38	94	97.92	2
	5	B	90.95	82	85.42	
	6	C	134.6 2	91	94.79	
ITA	7	A	37.36	88	91.67	
	8	B	68.93	76	79.17	
	9	C	61.28	72	75	
GAL	10	A	46.31	95	98.96	1
	11	B	72.99	95	98.96	1
	12	C	76.98	91	94.79	
SPA	13	A	59.18	89	92.71	
	14	B	81.05	77	80.21	
	15	C	86.02	94	97.92	2
HAR	16	A	45.28	90	93.75	
	17	B	51.54	89	92.71	
	18	C	27.39	92	95.83	3
CHA	19	A	62.57	90	93.75	
	20	B	87.24	92	95.83	3
	21	C	38.88	87	90.63	

Fuente: datos obtenidos en el EPS.

Descripción de los tratamientos:

A: Poda absoluta o Testigo.

B: Poda, dejando 2 Laterales.

C: Sin poda.

Significancia de la comparación estadística de los tratamientos, basada en puntuación por análisis comparativo.

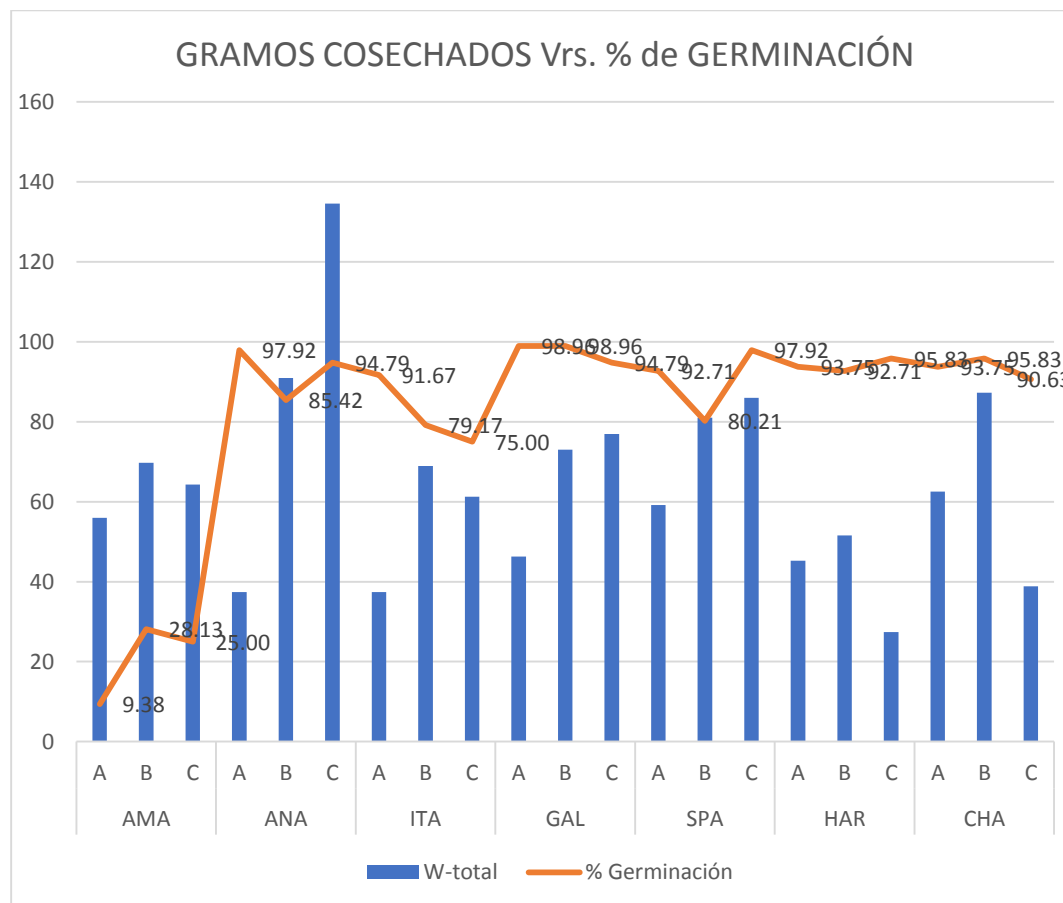


Figura 55. Gramos cosechados/ % de germinación.
Fuente: datos obtenidos en el EPS

Producción 6

Cuadro 23. Comparación de eficiencia.

Tratamientos	Adelantos	% de Adelantos
A	3	37.5
B	3	37.5
C	2	25

Fuente: datos obtenidos en el EPS

CONCLUSIONES

1. Con base en el análisis comparativo realizado en los Invernaderos Producción 2 y Producción 6 en Cultivo de Melón, realizando 3 diferentes tipos de podas, descritas con anterioridad, se concluye en que el tratamiento A y B, produjeron mejores resultados, sin mostrar diferencias significativas entre ambos, Este resultado se produjo de manera simultánea en ambos invernaderos.

RECOMENDACIONES:

1. Realizar un “ensayo experimental” para evaluar días a cosecha, para determinar la madurez fisiológica de la semilla; considerando los materiales que presentaron mayores deficiencias de germinación en la prueba ya finalizada.
2. Desarrollar una investigación acerca la altura o nivel recomendado para realizar la polinización.

**3.5 Servicio 2: DIFERENTES TIPOS DE PODA EN CUATRO
MATERIALES DIFERENTES DE MELON, EN LA UNIDAD DE
INVESTIGACIÓN CONTINUOS NURSERY PROGRAM DE LA ESTACIÓN
MONSANTO DE SALAMA.**

3.5.1 Presentación

Dentro de todas las variables que presenta un sistema de producción Agrícola, encontramos, los elementos aportados por el clima; que sin lugar a duda en nuestro medio representan una razón muy importante de estudio, análisis y experimentación. Esto porque en algún momento pueden representar la causa de deficiencias fisiológicas en los materiales de propagación. Variables a las que sin lugar a duda los cultivos de manera natural se adaptan y evolucionan para su supervivencia, el caso que abordaremos en esta oportunidad es el del número de laterales que de forma proporcional infieren también en la cantidad de hojas de la planta, ofreciendo a la misma más o menos oportunidades en el procesamiento de sustancias que luego de ser elaboradas, van directamente a los sumideros, encontrándose entre ellos los frutos y las semillas, para garantizar la madurez fisiológica de las semillas, la que también influye de manera directa en la calidad de la semilla evaluada a través del porcentaje de germinación.

3.5.2 Objetivo General

1. Evaluar la calidad de la semilla de Melón, a partir de tres formas diferentes de Poda de Laterales en el cultivo.

3.5.3 Objetivos Específicos

1. Realizar tres tipos de poda en cultivo de Melón, en la Unidad Experimental: Continuos Nursery Program de la Estación Monsanto de Salamá B.V.
2. Medir Las Características Propias en cada tipo de Poda.
3. Realizar cosecha única a los 73 días después del trasplante (DAT)
4. Registrar el peso del fruto y peso de la semilla a una sola cosecha.
5. Comparar La calidad de la semilla a partir de su porcentaje de germinación.

3.5.4 Metas

Desarrollar investigaciones que contribuyan directamente a mejorar la calidad de la semilla producida en la unidad de investigación Continuos Nursery Program de la Estación Monsanto de Salamá. Utilizando como elementos de prueba los materiales de importancia económica para la estación, sometidos a comparación simultánea con prácticas de manejo cultural especializado, para luego por comparación y análisis estadístico generar información que amparada en el método científico ayude a elevar los estándares de calidad de la semilla.

3.5.5 Metodología

Se montó un experimento en bloque al azar, distribuyendo los cuatro materiales y las tres podas en doce tratamientos en el invernadero Producción 2 para su control, evaluación y medición constante durante el ciclo.

Factores: a) Materiales

b) Podas

Tratamientos. (A, B, C, D) Δ (1, 2,3)

Repeticiones: tres

Variable de respuesta: % de germinación.

HAR-A-R1	SPA-A-R2	AMA-A-R3
HAR-B-R1	SPA-B-R2	AMA-B-R3
HAR-C-R1	SPA-C-R2	AMA-C-R3
SPA-A-R1	AMA-A-R2	GAL-A-R3
SPA-B-R1	AMA-B-R2	GAL-B-R3
SPA-C-R1	AMA-C-R2	GAL-C-R3
AMA-A-R1	GAL-A-R2	HAR-A-R3
AMA-B-R1	GAL-B-R2	HAR-B-R3
AMA-C-R1	GAL-C-R2	HAR-C-R3
GAL-A-R1	HAR-A-R2	SPA-A-R3
GAL-B-R1	HAR-B-R2	SPA-B-R3
GAL-C-R1	HAR-C-R2	SPA-C-R3

Cuadro 24. Materiales evaluados

3.5.6 Material y equipo

Instalaciones	Material	Equipo
Invernadero N-2	Sustrato Ts-1	Sistema De Riego
Invernadero P-2	Bandejas Para Siembra	Horno De Secado
Fertikit	Bolsas Para Trasplante	Cuarto Frio
Módulo De Procesos	Tablilla	Balanza Electrónica
Oficina De CNP	Bitácora De Trabajo	Computadora
Oficina De Polinización	Formatos De Registros	Software De Registro
Bodega De Sanidad Vegetal	Hoja De Seguridad De La Actividad JSA	Software Estadístico
Astor, Bodega Central De CNP	Lápiz	Bernier
Bodega De Agroquímicos	Lapicero	Estadal O Regla Graduada
	Marcadores	Rodilleras
	Calculadora	Bata
	Beacker	Gorra Monja
	Probeta	Lentes
	Piseta Graduada	Guantes Básicos
	Pipeta Graduada	Calzado De Seguridad

Cuadro 25. Material y equipo.

Principales actividades en el manejo del cultivo:

Como principales etapas en el manejo del cultivo se encuentran registradas, el trasplante que fue realizado el 08 de Junio de 2018; La polinización que se realizó del 2 al 10 de Julio de 2018, La poda de laterales que se realizó el día 12 de Julio. Y la cosecha que se realizó como actividad única a los 73 días después del trasplante, el día 22 de agosto de 2018.



Figura 56. Línea de tiempo del ciclo

3.5.7 Resultados

Registro de datos de la prueba en kilogramos de fruto y gramos de semilla cosechada en cada tratamiento.

Material	Tratamientos	Kg/TT	g-semilla/TT	Kg/TT	g-semilla/TT	Kg/TT	g-semilla/TT
HAR	A	15.207	88.160	11.88	51.18	13.484	56.01
	B	18.462	81.486	14.533	73.52	12.45	40.10
	C	14.923	62.978	14.577	85.80	12.338	46.36
SPA	A	19.896	176.197	18.487	158.786	17.37	178.89
	B	19.214	159.642	19.124	171.24	17.465	170.36

AMA	C	20.874	170.633	22.424	157.30	15.058	138.04
	A	13.386	122.811	12.178	97.36	12.796	118.05
	B	13.844	103.911	14.571	84.29	13.567	113.00
	C	15.545	122.435	16.471	96.99	17.278	91.86
GAL	A	10.605	66.586	13.105	78.46	9.32	54.10
	B	13.602	85.512	12.547	89.13	13.066	77.87
	C	13.409	81.373	11.138	69.71	13.898	68.41

Cuadro 26. Gramos cosechados/tratamiento

Comparación grafica de los gramos de semilla por cada tratamiento en la evaluación de tres tipos de podas en cultivo de melón, cosechadas a los 73 días después del trasplante.

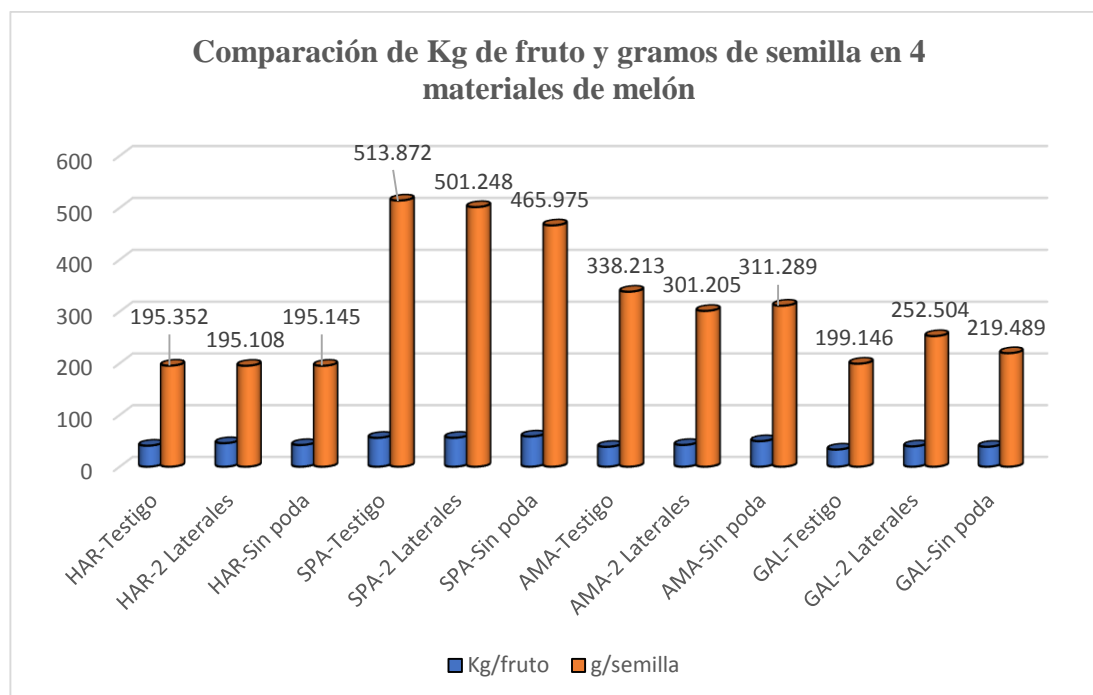


Figura 57, Kilogramos de fruto / gramos de semilla

Tabulación de Promedios y porcentajes de Germinación.

MATERIAL	No.	TRATAMIENTO	REPETICIONES			media	%
GAL	1	A	90	90	90	90.00	93.88
	2	B	92	92	88	90.67	94.4
	3	C	88	91	87	88.67	92.4
SPA	4	A	82	80	82	81.33	84.7
	5	B	86	85	91	87.33	91
	6	C	81	86	89	85.33	88.9
HAR	7	A	95	93	93	93.67	97.6
	8	B	91	90	88	89.67	93.4
	9	C	88	91	93	90.67	94.4
AMA	10	A	91	87	86	88.00	91.7
	11	B	91	86	87	88.00	91.7
	12	C	96	96	94	95.33	99.3

Cuadro 27. % de germinación por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
g /semilla	36	0.78		0.67	2.57

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	437.89	11	39.81	7.58	<0.0001
TRAT	437.89	11	39.81	7.58	<0.0001
Error	126.00	24	5.25		
Total	563.89	35			

- VALOR P: 0.0001
- α : 0.05
- Entonces $0.0001 < 0.05$

- H_0 = “Todos los tratamientos producen los mismos resultados”.
- H_a = “Al Menos uno de los tratamientos produce resultados distintos”.

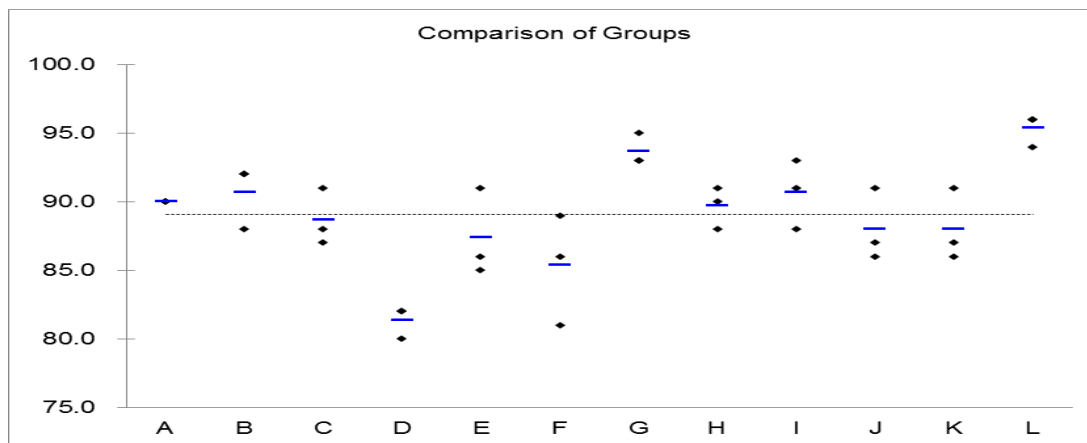
Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 24)

	D	F	E	J	K	C	H	A	B	I	G	L
	81.3	85.3	87.3	88.0	88.0	88.7	89.7	90.0	90.7	90.7	93.7	95.3
D 81.3												
F 85.3	2.14											
E 87.3	3.21	1.07										
J 88.0	3.56	1.43	0.36									
K 88.0	3.56	1.43	0.36	0.00								
C 88.7	3.92	1.78	0.71	0.36	0.36							
H 89.7	4.45	2.32	1.25	0.89	0.89	0.53						
A 90.0	4.63	2.49	1.43	1.07	1.07	0.71	0.18					
B 90.7	4.99	2.85	1.78	1.43	1.43	1.07	0.53	0.36				
I 90.7	4.99	2.85	1.78	1.43	1.43	1.07	0.53	0.36	0.00			
G 93.7	6.59	4.45	3.39	3.03	3.03	2.67	2.14	1.96	1.60	1.60		
L 95.3	7.48	5.35	4.28	3.92	3.92	3.56	3.03	2.85	2.49	2.49	0.89	

critical values for experimentwise error rate:

0.05	3.61
0.01	4.32

Análisis post-Andeva o comparación de medias. Respecto de cuatro materiales de melón: GAL, SPA, HAR, AMA.



Conclusiones:

1. en el experimento realizado de junio 8 al 20 de agosto de 2018, bajo las condiciones descritas, el tratamiento amarillo sin poda; produjo los mejores resultados equivalentes al 99.3 % de germinación, mostrando diferencias significativas con un alto porcentaje de tratamientos.
2. se recomienda montar un experimento que evalué especialmente el material amarillo, los días a cosecha como variable de respuesta, utilizando como límite inferior; el límite superior del experimento en blanco, como intermedio los 73 días de la prueba 1 y una fecha más como límite superior de la cosecha absoluta; esto con la debida prueba de germinación.

3.5.8 Apéndices

En el presente experimento se evaluó el ritmo de crecimiento del fruto de cada tipo de melón en estudio.

Observación: El 05 de Agosto de 2018 fue retirado cualquier aporte de Fertilizantes a la prueba anteriormente analizada.

ANEXO 1. Crecimiento promedio por día del fruto de melón: 16cm/34días:
0.47cm/día

Cuadro 28. Coeficiente de crecimiento por día

Material	Diámetro de crecimiento	Diámetro de crecimiento	Ritmo de Crecimiento en cm/día
HAR	Polar		0.470
		Ecuatorial	0.472
AMA	Polar		0.540
		Ecuatorial	0.520

GAL	Polar		0.470
		Ecuatorial	0.500
SPA	Polar		0.680
		Ecuatorial	0.460

3.6 Servicio 3: PRUEBA DE DIFERENTE TIPO DE VOLUMEN DE SUSTRATO EN CUATRO VARIEDADES DE TOMATE.

3.6.1 Presentación

En las páginas posteriores se describe un ensayo experimental montado con 4 variedades de Tomate de gran interés en el tema de investigación de semillas en la unidad de investigación CNP, Continuous Nursery Program de la estación Monsanto de Salamá; Ya que luego de la investigación realizada en diferente volumen y tipo de sustrato utilizando una variedad de tomate Indeterminado; Surge la interrogante sobre la probabilidad de producir tomate considerando variedades de gran interés para la producción de semillas. Tomando en cuenta la importancia de la investigación se realiza el experimento con tomate FIS, PSQ, FIR Y FDR, en 2, 3 y 4 Litros de Sustrato TS-1 siendo este uno de los de mayor utilidad en la estación de investigación.

3.6.2 Objetivo General

1. Evaluar la producción de tomate en número de frutos, a partir de tres tipos de volumen de sustrato, en tres variedades de tomate.

3.6.2.1 Objetivos Específicos

1. Registrar el número de frutos cosechados en cada tratamiento.
2. Comparar el rendimiento de cada tratamiento en número de frutos por planta.
3. Evaluar estadísticamente los resultados de los tratamientos.

3.6.3 Metas

Generar información que sirva de soporte técnico para la toma de decisiones en la producción de la unidad de investigación, especialmente cuando se trata de reducir costos y elevar la producción.

Contribuir en el establecimiento de una base de datos estadísticos que sirvan de plataforma para nuevas investigaciones.

3.6.4 Materiales

Cuadro 29. Material y equipo

Instalaciones	Material	Equipo
Invernadero P-6	Sustrato Ts-1	Sistema De Riego
Invernadero N-6	Bandejas Para Siembra	Horno De Secado
Fertikit	Bolsas Para Trasplante	Cuarto Frio
Módulo De Procesos	Tablilla	Balanza Electrónica
Oficina De CNP	Bitácora De Trabajo	Computadora
Oficina De Polinización	Formatos De Registros	Software De Registro

Bodega De Sanidad Vegetal	Hoja De Seguridad De La Actividad Jsa	Software Estadístico
Astor, Bodega Central De CNP	Lápiz	Bernier
Bodega De Agroquímicos	Lapicero	Estadal O Regla Graduada
	Marcadores	Rodilleras
	Calculadora	Bata
	Beacker	Gorra Monja
	Probeta	Lentes
	Piseta Graduada	Guantes Básicos
	Pipeta Graduada	Calzado De Seguridad

Fuente: datos obtenidos en el EPS, 2018.

3.6.5 Metodología

Diseño Bi-factorial, con arreglo combinatorio.

Factores: a) 4 Variedades de Tomate, b) 3 tipos de volumen de
Sustrato (2, 3,4) litros.

Tratamientos 12, con 2 repeticiones.

Cuadro 30. Diseño del experimento

FIS	FIS	FIS	FDR
4L	3 L	2 L	4 L
R-1	R-2	R-1	R-2
FDR	FIS	FIS	PSQ
4 L	3 L	2L	2 L
R-1	R-1	R-2	R-2
FIR	PSQ	PSQ	PSQ
2 L	3 L	4 L	2 L
R-1	R-2	R-1	R-1
FIR	FDR	PSQ	FIR
4 L	2 L	4 L	4 L
R-1	R-1	R-2	R-2
PSQ	FDR	FIS	
3 L	3 L	4 L	
R-1	R-2	R-2	
FDR	FIR	FIR	
3 L	2 L	3 L	
R-1	R-2	R-2	
FIR	FIS	FDR	
3 L	2 L	2 L	
R-1	R-1	R-2	

Fuente: datos obtenidos en el EPS, 2018.

Materiales: 01) FIS, 02) FIR, 03) PSQ, 04) FDR

R-1: repetición 1

R-2: repetición 2

R-3: repetición 3

Manejo Cultural:

Considerado como las principales actividades que se desarrollaron para facilitar el desarrollo del cultivo, toda enfocada a mejorar la producción del mismo.

Cuadro 31. Manejo cultural

No.	Actividad	Fecha
01	Trasplante	24-08-18
02	Colocado De Rafia	27-08-18
03	Colocado De Argollas	28-08-18
04	Revisión De Argollas	06-09-18
05	Bajado De Rafia	13-09-18
06	Poda Deshije	27-09-18
07	Sacudido, Polinización: Self	04-10-18
08	Poda	09-10-18
09	Poda	09-10-18
10	Conteo De Fruto	07-11-18
11	Limpieza De Fruto	07-11-18
12	Cosecha	09-11-18
13	Cosecha	14-11-18

Fuente: datos obtenidos en el EPS, 2018.



Imagen 59. Evaluación de 4 materiales de tomate.

Fuente: Datos obtenidos en el EPS, 2018.

3.6.6 Resultados

Ho: Todos los tratamientos producen el mismo resultado.

Ha: Al menos uno de los tratamientos produce resultados diferentes.

Nivel de significancia: 0.05

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
N-FRUTOS 24 0.89 0.80 18.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43492.50	11	3953.86	9.11	0.0003
VOLUMEN	12432.00	2	6216.00	14.32	0.0007
MATERIAL	20408.50	3	6802.83	15.67	0.0002
VOLUMEN*MATERIAL	10652.00	6	1775.33	4.09	0.0182
Error	5208.00	12	434.00		
Total	48700.50	23			

Regla de decisión: como el p-valor es menor al valor de confianza, se rechaza la hipótesis de trabajo y se acepta la hipótesis alternativa o del investigador, con lo que se hace necesario realizar una prueba de Tukey para la comparación de medias y determinar que tratamiento produce los mejores resultados. Comparación de Tukey

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=27.78936

Error: 434.0000 gl: 12

VOLUMEN Medias n E.E.

4 143.25 8 7.37 A
 2 98.25 8 7.37 B
 3 92.25 8 7.37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=35.70919*Error: 434.0000 gl: 12*MATERIAL Medias n E.E.

FIS	153.83	6	8.50	A
PSQ	113.50	6	8.50	B
FDR	105.83	6	8.50	B C
FIR	71.83	6	8.50	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=82.70891***Error: 434.0000 gl: 12*VOLUMEN MATERIAL Medias n E.E.

4	FIS	227.00	2	14.73	A
4	PSQ	152.00	2	14.73	A B
2	FIS	125.50	2	14.73	B C
3	FIS	109.00	2	14.73	B C
2	FDR	108.50	2	14.73	B C
2	PSQ	108.50	2	14.73	B C
4	FDR	107.00	2	14.73	B C
3	FDR	102.00	2	14.73	B C
4	FIR	87.00	2	14.73	B C
3	PSQ	80.00	2	14.73	B C
3	FIR	78.00	2	14.73	B C
2	FIR	50.50	2	14.73	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***3.6.6 Conclusiones:**

1. Respecto del volumen, los tratamientos realizados en 4 litros muestran diferencias significativas, respecto de 2 y 3 litros.
2. Respecto de la comparación de medias realizada para materiales, La variedad FIS, mostro diferencias significativas en cuanto al número de frutos cosechados en comparación del resto de tratamientos.
3. La comparación de medias de materiales y volumen no muestra diferencia significativa.

3.6.7 Recomendaciones.

1. Realizar la prueba de germinación de los diferentes tratamientos para evaluar la calidad de la semilla.
2. Reducir la cantidad de sustrato utilizado en la unidad de investigación, en un 25 % dado que los resultados en 3 litros especialmente no muestran ningún riesgo en la producción de tomate en cualquiera de las variedades analizadas.
3. A menores cantidades de sustrato realizar monitoreo constante de drenaje, manejándolo en un 10% del riego total.
4. De ser necesario por condiciones de temperatura en el interior del invernadero, modificar la frecuencia de riego.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Manejo Agronómico para Cultivo de Melón/ Editores: Patricio Abarca R. Santiago, de Chile 2017, 90 p. Instituto de Desarrollo Agropecuario-Instituto de investigaciones Agropecuarias
2. Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas Venezuela: Episteme.
3. Bieto, J. A., & Talón, M. (2000). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
4. BIETO, J. A., & TALON, M. (2013). *FUNDAMENTOS DE FISILOGIA VEGETAL*. Madrid: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
5. Borrero, F. V., & Ospina Machado, J. E. (1995). *Manejo Tecnológico Postcosecha*. Santa Fé de Bogotá: Socorro Ojeda Martinez, Sonia Cristina Prieto.
6. Cabrera, F. A., & Estrada Salazar, E. I. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Bogotá: Imagenes Gráficas S.A.
7. Cerón, M. C. (2006). *Metodología de la investigación social*. Santiago de Chile: Agencia Catalográfica Chilena.
8. Cifuentes, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
9. Egg, E. A. (1995). *TECNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL*. Buenos Aires Argentina: LUMEN.
10. Escobar, H., & Lee, R. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Bogota, Coombia: Jorge Tadeo Lozano Universidad.
11. INIA-URURI. (2013). *PODA Y DESHOJE EN CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA ANTIAFIDO*. *INFORMATIVO*, 2.
12. Kolesas, M. (2001). *La Cita Documental*. Argentina: Instituto de Investigaciones Gino Germani.

13. Morataya, O. L. (2015). *CONFIRMACIÓN DE AGENTE CAUSAL Y EVALUACIÓN DE CUATRO PROGRAMAS DE CONTROL DE ENFERMEDAD FOLIAR EN PEPINO (Cucumis sativus L)*(tesis de grado). Guatemala.
14. Navarro, S. B. (2012). *Fisiología Poscosecha*. UNI.
15. Noreña, J. J., Rodríguez, V. P., Guzmán A., M., & Zapata, M. A. (2006). *EL CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. Rionegro, Antioquía Colombia: CORPOICA, Centro de Investigación La Selva.
16. Rivero, D. S. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN*. Bogota: Shalom.
17. Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigación*. España: Shalom.
18. SEGEPLAN. (2011). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SALAMA*. GUATEMALA: SEGEPLAN.
19. Soto, O. E., & Takeuchi, S. (2010). *MANUAL TECNICO AGRICOLA, Recomendaciones para la produccion de tomate bajo condiciones de invernadero*. Quetzaltenango, Guatemala: ICTA-JICA.
20. Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *BASES DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. TECNICA Y PROCEDIMIENTOS PARA DESARROLLAR LA TEORIA FUNDAMENTADA*. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.
21. TADEO LOZANO JORGE UNIVERSIDAD DE BOGOTA. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE TOMATE BAJO INVERNADERO*. BOGOTA: HUGO ESCOBAR, REBECCA LEE.
22. Torres, S., Gonzalez Bonorino, A., & Vavilova, I. (2013). *La cita y referencia Bibliográfica, guía basada en las normas APA*. Buenos Aires: Biblioteca UCES.
23. Valles, M. S. (1999). *TECNICAS CUALITATIVAS DE INVESTIGACIÓN*. Madrid, España: SINTESIS S.A.