

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“EVALUACIÓN DE FERTILIZANTE A BASE
DE ALFALFA (*Medicago sativa*) PARA LA
COMPLEMENTACIÓN EN LA FERTILIZACIÓN EN
EL CULTIVO DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum*).”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

**Elaborada por:
NICOLAS EDUARDO ROJAS CASTRO**

**Para obtener el título de:
INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**Director de Tesis:
ING. VÍCTOR ANTONINO CORTÉS PÉREZ**

Salvatierra, Gto.

Junio, 2025



ANEXO XXXIII.
FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

C. ING. LIZBETH ESTEFANÍA ESCOBAR PANIAGUA
Jefe del Departamento de Servicios Escolares ITESS
PRESENTE

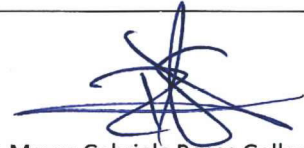
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto de titulación integral para para su impresión y realización del acto de examen profesional:

Nombre del estudiante y/o egresado:	NICOLAS EDUARDO ROJAS CASTRO
Carrera:	INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE
No. de control:	AG19110474
Nombre del proyecto:	"EVALUACIÓN DE FERTILIZANTE A BASE DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) PARA LA COMPLEMENTACIÓN EN LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE JITOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>)."
Producto:	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica

M.E. WALTER MANUEL ZÚÑIGA MALDONADO
Coordinador de Ing. Innovación Agrícola

 ING. Víctor Antonino Cortes Pérez DIRECTOR	 Ing. Francisco Méndez Reyes REVISOR 1	 Ing. Mayra Gabriela Rosas Gallardo REVISOR 2
---	--	---

* solo aplica para el caso de tesis o tesina

c.c.p. Expediente



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Manuel Gómez Morín #300 Comunidad de Janicho, Salvatierra,
Guanajuato, Méx. C.P. 38900 Tels. 466 663 98 00 Ext. XXXX





Educación

Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA

COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN EN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)

Presentada por:

Nicolas Eduardo Rojas Castro.

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de

INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

Aprobado por

Ing. Víctor Antonino Cortés Pérez.
Director de Tesis

M.C. Salvador Villalobos Reyes.
Director externo de Tesis

Ing. Francisco Méndez Reyes.
Revisor

Ing. Mayra Gabriela Rosas Gallardo.
Revisor

M.E. WALTER MANUEL ZÚÑIGA MALDONADO.
Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

AGRADECIMIENTOS.

Al Ing. Víctor Antonino Cortés Pérez, por ayudarme y apoyarme desde el primer día del comienzo de este proyecto, por sus consejos, apoyo, el tiempo brindado, la guía que me brindo para poder llevar a cabo esta meta. Por brindarme sus conocimientos y lo más importante por darme su amistad más allá de ser mi maestro y asesor.

Al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra por brindarme los recursos necesarios para llevar a cabo mi formación profesional y haberme aceptado dentro de su comunidad estudiantil.

Al M.C. Salvador Villalobos Reyes, por haberme apoyado y guiado en la realización del proyecto, por sus consejos y conocimientos aportados.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias por haberme brindado los recursos necesarios para la realización del proyecto, como la prestación de sus instalaciones.

A mis padres Nicolás Rojas Cisneros y Janet Castro Cuevas por brindarme el apoyo económico y emocional para realizar este proyecto, por sus consejos, sus regaños y sus sacrificios para poder terminar mis estudios. A mis hermanas Carime Isabel Rojas Castro (q.e.p.d.), Nicole Rojas Castro y Janet Rojas Castro, por siempre apoyarme.

A todos mis amigos, compañeros de la carrera y compañeros de residencias por las pláticas, consejos, risas, apoyo, los momentos y experiencias vividas, los cuales fueron un pilar importante durante la carrera y esta etapa de mi vida.

Al Ing. Francisco Méndez Reyes y la Ing. Mayra Gabriela Rosas Gallardo por haberme apoyado en la revisión de mi tesis, por sus consejos y conocimiento brindado.

A todos los profesores que formaron parte de mi educación académica.

DEDICATORIAS.

A mis padres, por todo el apoyo durante toda mi vida, por sus sacrificios y el apoyo en mi carrera profesional.

A mis hermanas por ser mi soporte y aconsejarme día a día.

A mis amigos, mis compañeros por haber estado siempre.

Al Ing. Víctor Antonino Cortés Pérez, por haber estado siempre para mí en mis mejores y peores momentos, por su amistad y sus consejos, por ser un pilar importante en todo el proyecto, así como en mi formación profesional.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Introducción.	1
1.1.2 Antecedentes.	3
1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Justificación.	7
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
1.5 Hipótesis	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ALFALFA.	9
2.1.1 ORIGEN.	9
2.1.2 USOS.	9
2.1.3 IMPORTANCIA.	10
2.1.4 Taxonomía de la alfalfa.....	11
2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE JITOMATE.	11
2.2.1 ORIGEN.	11

2.2.2 TAXONOMIA DEL JITOMATE	12
2.3 MORFOLOGIA.	13
2.3.1 Planta:	13
2.3.3 Tallo principal:	13
2.3.4 Hoja:	13
2.3.5 Flor:	13
2.3.6 Fruto:	14
2.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.	14
2.4.1 Temperatura:.....	14
2.4.2 Humedad:.....	15
2.4.3 Luminosidad:.....	15
2.4.4 Suelo:	15
2.5 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO.....	15
2.5.1 Poda de formación:.....	16
2.5.2 Aporcado y rehundido:.....	16
2.5.3 Entutorado:.....	16
2.5.4 Destallado:	17
2.5.5 Deshojado:	17
2.5.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos:.....	17
2.6 REQUERIMIENTOS.	18
2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE ATACAN AL JITOMATE.....	19
2.8 Harina de alfalfa.....	36
2.8.1 Uso de la harina de la alfalfa en el suelo.....	36
2.8.2 Beneficios al suelo.	37
2.8.3 Beneficios para la planta.....	37

2.9 Agricultura orgánica.....	37
2.9.1 Abono verde.....	38
2.9.2 Compost.....	38
2.9.3 Estiércol.....	38
2.9.4 Guano.....	38
2.9.5 Turba.....	38
CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	39
3.1 Sitio experimental.....	39
3.2 Material vegetal.....	39
3.3 Diseño experimental.....	39
3.4 Establecimiento y manejo del experimento.....	40
3.4.1 Preparación del terreno.....	40
3.4.2 Fertilización base.....	40
3.4.3 Instalación de sistema de riego.....	41
3.4.4 Siembra.....	41
3.4.5 Trasplanté.....	41
3.4.6 Control de malezas.....	41
3.4.7 Control de plagas y enfermedades.....	41
3.5 Manejo cultural del cultivo.....	42
3.5.1 Tutorado.....	42
3.5.2 Destallado.....	42
3.5.3 Desbrote.....	42
3.6 Establecimiento de los tratamientos.....	42
3.7 Datos fisiológicos.....	43
3.7.1 Altura de la planta.....	43

3.7.2 Grosor del tallo.....	43
3.7.3 Número de hojas.....	43
3.7.4 Número de flores.	43
3.7.5 Número de frutos.	44
3.7.6 Largo del fruto.....	44
3.7.7 Ancho del fruto.....	44
3.7.8 Peso del fruto.....	44
3.7.9 Peso de fruto por planta.....	44
3.7.10 Grados brix.....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 Largo de fruto.....	45
4.2 Ancho de fruto.....	45
4.3 Peso de fruto.....	46
4.4 Altura de la planta.	46
4.5 Grosor de la planta.	47
4.6 Número de flores.	47
4.7 Número de hojas.....	48
4.8 Número de frutos.	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones.	50
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	51
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plagas que atacan al jitomate, (INFOAGRO,2020).	19
Tabla 2. Enfermedades que atacan al jitomate, (INFOAGRO,2020).	27
Tabla 3. Distribución de los tratamientos en campo.	40
TABLA 4. ANALISIS DE VARIANZA.	45
TABLA 5. DE ANALISIS DE VARIANZA.	45
TABLA 6 DE ANALISIS DE VARIANZA.	46
TABLA 7 DE ANALISIS DE VARIANZA.	46
TABLA 8 DE ANALISIS DE VARIANZA.	47
TABLA 9 DE ANALISIS DE VARIANZA.	48
TABLA 10 DE ANALISIS DE VARIANZA.	48
TABLA 11 DE ANALISIS DE VARIANZA.	49
Tabla 12. Aportación de nutrientes del fermento de alfalfa.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Locación del campo experimental donde se llevará a cabo el experimento. Fuente: Google Maps.	39
Figura 2. Levantamiento de surcos.	55
Figura 3. Preparación del terreno.	55
Figura 4. Aplicación de fertilización base.	56
Figura 5. Surcos levantados con fertilización base.	56
Figura 6. Delimitación del terreno.	57
Figura 7. Aplicación de emulsión de pescado.	57
Figura 8. Aplicación de harina de sangre.	58
Figura 9. Pesado de roca fosfórica.	58

Figura 10. Aplicación de composta.....	59
Figura 11. Germinación de la semilla.	59
Figura 12. Plántula de jitomate.	60
Figura 13. Uso de quitina y lixiviado.	60
Figura 14. Fertilización de la plántula.	61
Figura 15. Trasplante.	61
Figura 16. Secado de alfalfa.	62
Figura 17. Molienda de la alfalfa.	62
Figura 18. Tamizado de la alfalfa.....	63
Figura 19. Obtención de la harina de alfalfa.	63
Figura 20. Preparación del fermento de alfalfa.....	64
Figura 21. Cosecha del fermento de alfalfa.	64
Figura 22. Separación del material solido del líquido.	65
Figura 23. Aplicación del fermento de alfalfa.....	65
Figura 24. Tutorado.....	66
Figura 25. Desbrote.....	66
Figura 26. Preparación de productos para el control de plagas y enfermedades.....	67
Figura 27. Uso de mochila aspersora.	67
Figura 28. Aplicación para el control de plagas y enfermedades.....	68
Figura 29. Toma de humedad del suelo.	68
Figura 30. Toma de datos de la planta.	69
Figura 31. Conteo de frutos.	69
Figura 32. Cosecha.	70
Figura 33. Toma de datos del fruto.	70
Figura 34. Toma de grados brix.	71

RESUMEN.

La presente investigación se realizó para determinar la eficacia del fermento de alfalfa en la nutrición del cultivo de jitomate saladette, el cual se desarrolló en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), campo experimental bajo en el departamento de hortalizas dentro de un invernadero de tecnología media, con el objetivo de evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate por medio de la aplicación de 6 tratamientos, los cuales quedaron distribuidos en un arreglo de diseño completamente al azar, los tratamientos fueron, T1= Testigo absoluto, T2= Testigo comercial orgánico (700U), T3= Fermento alfalfa (20 L¹/ sem), T4= Fermento alfalfa (30L¹/ sem), T5= Fermento alfalfa (40 L¹/ sem), T6= Fermento alfalfa (40 L¹/ sem). El experimento se estableció el 27 de septiembre del 2023, el cual constó de 288 plantas en un área de 91 m², de las cuales se escogieron solo 120 las cuales poseían las mejores características, en donde los parámetros evaluados fueron altura de la planta (AP), grosor de la planta (GP), número de flores (NF), número de hojas (NH), número de frutos (NF), largo del fruto (LF), ancho del fruto (AF) y peso del fruto (PF). Se registraron los datos de las variables fenológicas una vez por semana, durante la cosecha y producción, hasta la finalización del ciclo del cultivo de tomate el 10 de marzo del 2023 del 2024. Una vez obtenidas las medidas de las variables se realizó un análisis de varianza mediante una tabla ANOVA, para la comparación de medias se utilizó la prueba Tukey (P=0.05) los cuales fueron obtenidos por medio del programa estadístico SAS, para determinar si en los tratamientos hubo diferencias significativas dentro de las variables evaluadas. En AP si existieron diferencias significativas en el tratamiento 4 con una altura de 156.17 cm, con diferencia al tratamiento 3 con una altura de 141.50 cm, en GP existieron diferencias significativas en los tratamientos 5,2,1,4, donde el tratamiento 5 tuvo 1.43 cm, el 2 1.40, el 1 1.40 y el 4 1.39 cm, mientras que el tratamiento 6 1.37 y el 3 1.25, en NH existieron diferencias significativas en el tratamiento 4 con 17.83 hojas promedio en diferencia tratamiento 3 con 16.100 hojas por promedio, en NF existieron diferencias

significativas en los tratamientos 1 con 121.40 frutos por promedio y 4 con 121.40 frutos por promedio a diferencia del tratamiento 2 con 76 frutos por promedio, mientras que en las variables NF, LF, AF y PF no existieron diferencias significativas por medio de la comparación de medias de Tukey.

ABSTRACT

This research was carried out to determine the effectiveness of alfalfa fermentation in the nutrition of the saladette tomato crop, which was developed at the facilities of the National Institute of Forestry, Agricultural and Livestock Research (INIFAP), Bajío experimental field in the vegetable department within a medium technology greenhouse, with the aim of evaluating the growth and development of the tomato crop through the application of 6 treatments, which were distributed in a completely random design arrangement, the treatments were, T1 = Absolute witness, T2 = Organic commercial witness (700U), T3 = Alfalfa fermentation (20 L1 / week), T4 = Alfalfa fermentation (30L1 / week), T5 = Alfalfa fermentation (40 L1 / week), T6 = Alfalfa fermentation (40 L1 / week). The experiment was established on September 27, 2023, which consisted of 288 plants in an area of 91 m², of which only 120 were chosen which had the best characteristics, where the parameters evaluated were plant height (AP), plant thickness (GP), number of flowers (NF), number of leaves (NH), number of fruits (NF), fruit length (LF), fruit width (AF) and fruit weight (PF). Data on the phenological variables were recorded once a week, during harvest and production, until the end of the tomato crop cycle on March 10, 2023, 2024. Once the measurements of the variables were obtained, an analysis of variance was carried out using an ANOVA table; to compare means, the Tukey test was used ($P = 0.05$), which were obtained through the SAS statistical program, to determine if there were significant differences in the treatments within the variables evaluated. In AP there were significant differences in treatment 4 with a height of 156.17 cm, unlike treatment 3 with a height of 141.50 cm, in GP there were significant differences in treatments 5,2,1,4, where treatment 5 had 1.43 cm, 2 1.40, 1 1.40 and 4 1.39 cm, while treatment 6 1.37 and 3 1.25, in NH there were significant differences in treatment 4 with 17.83 average leaves unlike treatment 3 with 16,100 leaves on average, in NF there were significant differences in treatments 1 with 121.40 fruits on average and 4 with 121.40 fruits on average unlike treatment 2 with 76 fruits on average, while in the variables NF, LF, AF and PF there were no significant differences by means of the Tukey's comparison of means.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción.

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas. Orgánicos: Son aquellos que se forman naturalmente con una nula o poca participación del hombre para su formación; pueden ser de origen mineral, vegetal, animal o mixto. Un ejemplo de fertilizante orgánico es el estiércol. Dentro de los beneficios del uso de fertilizantes en la agricultura encontramos que proveen los nutrientes que le hacen falta a la tierra o sustratos, mejoran el rendimiento de los cultivos y permiten tener una mayor producción agrícola, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Medicago sativa, es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las fabáceas o leguminosas. Conocida como mielga o alfalfa. Son hierbas perennifolias, sobre todo rectas a subrectas que alcanzan un tamaño de 30-60 cm de altura, pubescentes a subglabras. Los foliolos de 5-20 mm de largo, 3-10 mm de ancho, obovadas a sublineal, dentados en el ápice, adpreso pubescentes; entera o dentada en la base. Inflorescencia en racimo pedunculado, el pedúnculo mucho más largo que el pecíolo. Corola de 6-12 mm de largo, violeta pálido lavanda. La fruta o en una espiral floja de 1-4 giros, glabras a pilosas, (Lloveras, 2020).

Fertilizante orgánico es el término usado para referirse a la mezcla de materiales que se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal, vegetal, de cosechas y de restos leñosos que se aplican a los suelos con el propósito de mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, ya que aportan nutrientes que activan e incrementan la actividad microbiana de la tierra.

La disminución de la materia orgánica en los suelos los vuelve fríos, lo que afecta sus características físicas, químicas y biológicas. La creciente necesidad de aumentar los rendimientos de los cultivos para la alimentación, como la reducción del uso de agroquímicos potencialmente perjudiciales para la salud y el ambiente orientó las investigaciones a buscar tecnologías más amigables, obteniendo una producción de abonos orgánicos que sanean los efectos negativos ocasionados por el uso de fertilizantes sintéticos. Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos, (Mosquera,2010).

1.1.2 Antecedentes.

Gutiérrez (2004) en su investigación nos menciona sobre Los desechos del rastro, como la sangre y el contenido ruminal, provocan graves problemas de contaminación ambiental. Tales desechos, procesados adecuadamente, podrían tener potencial como fertilizantes orgánicos. En La Soledad Morelos, municipio de Huaquechula, Puebla, se llevó a cabo un experimento para evaluar el potencial de la harina de sangre y de la vermicomposta del contenido ruminal de los bovinos, como fertilizantes en el cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) en condiciones de temporal. Se establecieron 12 tratamientos de fertilización que incluyeron las combinaciones de tres niveles de fertilización química (0%, 50% y 100% de la dosis recomendada) con tres de harina de sangre (0%, 100% y 200% de la recomendación), dos tratamientos con vermicomposta y uno con ceniza de madera. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron características de la raíz y rendimiento agronómico. De los 12 tratamientos que se evaluaron, el que dio los mejores resultados, tanto en apariencia física, como en rendimiento agronómico de la jícama fue la combinación de 50% fertilización química + 100% harina de sangre. La vermicomposta del contenido ruminal no produjo rendimientos favorables para este cultivo. Se observó que, en condiciones de temporal, el uso de la harina de sangre como único fertilizante tuvo efectos negativos sobre el desarrollo del cultivo, pues se obtuvieron rendimientos inferiores a los del testigo absoluto; sin embargo, al combinar la dosis recomendada de harina de sangre con fertilizante químico (50 ó 100%), los rendimientos superaron al del testigo absoluto. Así, se concluye que el uso de algunos desechos del rastro (como la sangre), procesados y combinados.

De la Cruz (2010), en su trabajo nos habla sobre una alternativa en la agricultura orgánica es la utilización de sustratos orgánicos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de tres compostas y tres vermicompostas mezcladas en diferentes proporciones (100, 75 y 50%) con arena, sobre el rendimiento y calidad de tomate, bajo condiciones de invernadero. Se utilizó el híbrido SUN-7705 de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Los 18 tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con arreglo

factorial 6×3 con cinco repeticiones en dos fechas de siembra. Se detectaron diferencias estadísticas entre fechas de siembra ($p \leq 0,01$). Los resultados indican que las mejores siete mezclas fueron vermicomposta de estiércol de ganado vacuno + rastrojo de maíz + tierra negra (VEMT) 75% + arena; vermicomposta de estiércol de ganado vacuno + pasto bahía (*Paspalum notatum* Flüggé) + tierra negra (VEPT) 100, 75 y 50% + arena; vermicomposta de estiércol de ganado vacuno + rastrojo de maíz + tierra negra (VEMT) 50% + arena; y vermicomposta de estiércol de ganado vacuno + rastrojo de maíz + zacate elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher; VEMZT) 100 y 75% + arena; con una media de 54,527t·ha⁻¹. Los frutos de mayor tamaño se obtuvieron con la vermicomposta VEMT 75% + arena. El mayor contenido de sólidos solubles, se obtuvo con la mezcla VEPT 100% con 5,34°Brix. Él concluye que se obtiene mayor rendimiento utilizando sustratos orgánicos con respecto al obtenido en producciones de tomate orgánico en campo, sin afectar la calidad del fruto.

En el trabajo realizado por Vázquez (2015) en él se evaluó el efecto de dos abonos orgánicos, composta a concentraciones de 3, 4, 5 y 6 toneladas por hectárea y té de composta a concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 % v/v, para la producción de tomate variedad Hermosa saladette bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos se distribuyeron en parcelas divididas con arreglo completamente al azar. Al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos se encontraron diferencia significativa en las variables altura de la planta y acidez titulable, mientras que en las variables rendimiento, grados Brix, diámetro ecuatorial y polar no se encontró diferencia significativa. Sin embargo, los valores obtenidos de las variables evaluadas en los frutos, cumplen con los requerimientos necesarios que demanda el consumo humano. Aunque en la evaluación de la composta y té de composta como abonos orgánicos en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero no se encontró diferencia significativa en el rendimiento, estos abonos pueden ser considerando como una alternativa para la producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero, debido a que la producción obtenida es aceptable para este cultivo utilizando abonos orgánicos.

Augusto (2015) nos menciona que los abonos orgánicos constituyen una de las alternativas en el grupo de productos utilizados en la agricultura sustentable, fundamentalmente aquello que se obtienen a partir de fuentes orgánicas de carácter reciclables como el compost y el vermicompost. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate. Los tratamientos aplicados fueron vermicompost, Jacinto de agua, y la combinación 50 % vermicompost y 50 % Jacinto de agua y un control, mediante un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. El trabajo se desarrolló en el Centro Experimental La Playita, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná y se midió altura de las plantas, número de frutos, diámetro de los frutos, peso de los frutos. Los resultados mostraron que el uso de abonos orgánicos en plantas de tomate estimuló altura de la planta con 114,64 cm, número de frutos con 4,08 frutos, diámetro de los frutos con 7,96 mm y el peso de los frutos con 226,50 g, en plantas de tomate.

En el 2021 Barzan *et. al*, en su trabajo de investigación mencionan que la fertirrigación se caracteriza por una mayor eficiencia en el uso de insumos como agua y fertilizantes, además de la facilidad para programar la aplicación de nutrientes según los requerimientos de cultivo. El objetivo en este estudio fue evaluar dos formas diferentes de manejo de fertirrigación utilizando lixiviados resultantes de la aplicación de insumos de síntesis en cultivo tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Los manejos se basaron en la conductividad eléctrica (CE) y la concentración individual de iones (CI) en el lixiviado, con dos niveles base iniciales de nutrientes (1.6 y 3.2 dS/m). Los lixiviados fueron recolectados cada semana para analizar la CE y la CI de N, P, K, Ca, Mg y S, y con base en ellos manejar los nutrientes en solución. Cuando los valores de CE eran menores o mayores que el 20% del valor establecido, la solución nutritiva fue diluida o concentrada en un porcentaje igual, adicionando agua o una solución principal (20 dS/m), respectivamente. Los resultados mostraron que, las aplicaciones de N, P y K fueron más altas en el manejo CI, pero no así para Ca y Mg, lo que afecta el estado nutricional de la planta. Los parámetros fitotécnicos de los frutos de tomate presentaron mejores características cuando se utiliza la CE como criterio para el

manejo de fertirrigación, mientras que el incremento en el nivel inicial de nutrientes se reflejó en una mayor producción.

Jalixto et. al. (2021) dentro de su investigación habla sobre el desarrollo de productos para consumo humano con valor agregado a partir de recursos hidrobiológicos genera remanentes de la materia prima que son clasificados como coproductos, subproductos y residuos orgánicos sólidos y líquidos que, si no son tratados, ocasionan un impacto ambiental negativo. El aprovechamiento de estos remanentes con fines agrícolas es motivo de investigación debido a que poseen compuestos bioactivos y minerales de interés; es así que los subproductos se vienen utilizando en bioprocesos que emplean métodos eco amigables como la biodegradación aerobia, fermentación, hidrólisis y extracción en caso de las macroalgas. Los productos obtenidos de los bioprocesos, dependiendo de su composición de macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, microorganismos y compuestos bioactivos, puede ser considerado como fertilizante orgánico y/o bioestimulante, cuyo efecto abarca desde la mejora del crecimiento y desarrollo en plantas hasta el control del estrés biótico y abiótico en cultivos, de manera que puedan crecer sin dificultades. Los fertilizantes orgánicos derivados de los subproductos y efluentes residuales de la industria pesquera presentan adecuados contenidos de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Ca, Mg, S, B, Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, y Cl) para las plantas, así como de péptidos y aminoácidos que son considerados como bioestimulantes. Por otro lado, la aplicación de fertilizantes orgánicos y bioestimulantes cubre diversas áreas como la horticultura, hidroponía y producción de alimento vivo, los estudios encontrados indicaron su potencial uso como herramienta para implementar la agricultura orgánica y economía circular.

1.2 Planteamiento del problema.

En la actualidad el uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha afectado los agroecosistemas, teniendo altas concentraciones de sales en los suelos, menores rendimientos en los cultivos, alteración de los procesos biológicos en el ambiente, contaminación de los mantos acuíferos, se pretende elaborar un fertilizante orgánico en base de alfalfa (*Medicago sativa*), con el fin de ayudar al entorno y devolver un poco a la tierra de lo que nos ha dado con los años y le hemos quitado con el uso de químicos en los cultivos.

De esta manera considerando el uso excesivo de fertilizantes sintéticos ha ocasionado un impacto desastroso en la salud humana, los ecosistemas agrícolas, también un impacto ambiental negativo cada día más notorio, motivo por el cual se buscan métodos alternativos, y a manera de dar nuevas propuestas en la elaboración de fertilizantes, debido a esto se propone la generación de un extracto orgánico a base de alfalfa como un sustituto de los fertilizantes sintéticos para complementar la fertilización en los cultivos.

1.3 Justificación.

El uso inadecuado de los fertilizantes químicos ha llevado al sector agrícola a implementar nuevas tecnologías que permitan mejorar el ambiente del agroecosistema, la calidad de los productos, reducir las emisiones de gases en la atmosfera, mejorar la salud humana, ayudar a los procesos biológicos del suelo, también así como se puede incrementar la producción de alimentos con nuevas alternativas con compostas, lixiviados, abonos verdes, fermentos, que proporcionan la disminución de costos de producción siendo también una fuente de remediación a los suelos.

Una de estas alternativas para la fertilización de los cultivos y la contaminación del suelo es el uso de un fermento de alfalfa (*Medicago sativa*) el cual pretende mejorar

los procesos fisiológicos de la planta proporcionando los nutrientes necesarios para su desarrollo, siendo una alternativa ecológica y sustentable.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

1.4.1.1 Evaluar la efectividad de la aplicación del fertilizante base de alfalfa (*Medicago sativa*) en el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum*).

1.4.2 Objetivos específicos

1.4.2.1 Determinar la dosis de aplicación de acuerdo con las variables agronómicas (Altura de la planta, grosor, número de flores, número de hojas, número de frutos, largo del fruto, ancho del fruto y peso del fruto).

1.4.2.2 Determinar el contenido de nutrientes aportados del fermento de alfalfa.

1.4.2.3 Realizar la comparación con fertilizantes del mercado (Composta, harina de sangre, emulsión de pescado, lixiviado, cascara de higuera).

1.5 Hipótesis

H1. Se tuvo un efecto significativo del fermento de alfalfa, (*Medicago Sativa*) como complemento en la fertilización del jitomate, (*Solanum Lycopersicum*).

HO. No se tuvo un efecto significativo del fermento de alfalfa, (*Medicago Sativa*) como complemento en la fertilización del jitomate, (*Solanum Lycopersicum*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ALFALFA.

2.1.1 ORIGEN.

El cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) forma parte de la historia de muchos pueblos, ha sido encontrado evidencias históricas desde el año de 1400 a.C., en las excavaciones arqueológicas de corum-alacohoyuk en Turquía. Se encuentra prácticamente extendida por todo el mundo, por la gran variedad de ecotipos existentes. La alfalfa se cultiva en México desde el siglo XVI. Por su calidad forrajera la demanda de alfalfa se ha incrementado, usándose principalmente para la alimentación de ganado bovino lechero y elaboración de alimentos balanceados para otros animales. La alfalfa, fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción. La alfalfa, es la planta forrajera tal vez más antigua, está hoy prácticamente extendida por todo el mundo. Por la gran variedad de ecotipos existentes en estado espontáneo en la región, se fija su área de origen en Asia menor y sur del caucaso. Se cree que la alfalfa es nativa del suroeste de Asia, de una región comprendida entre mesopotámia, Persia, turkestan y Siberia. como probable centro de origen el Asia occidental o Asia central, las regiones montañosas de la india, el Asia menor y transcaucásica. Abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Pakistán y cachemira. De aquí es probable que fue llevada a Grecia por los persas en el año 490 a.c., y que fue usada por los romanos en su conquista a Grecia como alimento para sus caballos y llevada a Italia en el año 146 a.C., (Ortega, 2003).

2.1.2 USOS.

Es una planta que se utiliza ampliamente como pasto y con este propósito se cultiva intensivamente en el mundo entero. Tiene un ciclo vital de entre cinco y doce años, dependiendo de la variedad utilizada, así como del clima; en condiciones benignas puede llegar a veinte años. Llega a alcanzar una altura de 1 metro, desarrollando

densas agrupaciones de pequeñas flores púrpuras. Sus raíces suelen ser muy profundas, pudiendo medir hasta 4,5 metros. De esta manera, la planta es especialmente resistente a la sequía. Es una especie que muestra autotoxicidad, por lo que es difícil para su semilla crecer en cultivares de *Medicago sativa* ya existentes. Así, se recomienda que sus cultivares se roten con otras especies (por ejemplo, maíz o trigo) antes de sembrar. El *Medicago sativa* es originaria de Persia y se cree que su primer uso humano fue para alimentar a los caballos de guerra. Igualmente, es familia de las legumbres como las lentejas, las arvejas o los garbanzos. Como muchas de las leguminosas, sus raíces poseen nódulos que contienen las bacterias *Sinorhizobium meliloti*, con habilidad de fijar nitrógeno, que producen alimento alto-proteico, sin importar el nitrógeno disponible en el suelo. Su habilidad fijadora de nitrógeno (incrementando el N del suelo) y su uso como pienso animal mejora la eficiencia de la agricultura, (CONABIO,2009).

2.1.3 IMPORTANCIA.

Constituye en la actualidad el forraje más importante para la industria lechera del altiplano central y norte del país. La alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo. Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas. El cultivo le representa al productor múltiples ventajas como son altas cualidades nutricionales, facilidad de manejo, fijación de grandes cantidades de nitrógeno atmosférico, mejora la estructura de los suelos, resiste bien la salinidad y la alcalinidad, aparte de ser ideal dentro de los programas de rotación y con precios altamente remunerables. Además, se le puede utilizar en verde, ensilado, henificado, como harina y mezclas con otros cultivos. Este cultivo presenta diversas cualidades a diversos factores que para otros cultivos son críticos como son, la gran amplitud de variación que presenta a las condiciones climáticas y edáficas, así como también el número de años que puede tenerse bajo explotación continua y la gran riqueza que aporta al suelo cuando se cambia de cultivo. La alfalfa es el forraje que contiene más alto grado de proteína cruda, minerales (especialmente

calcio), vitaminas y mayor cantidad de nutrientes digeribles totales, además es muy apetecible para el animal y versátil., (López et al., 2020).

2.1.4 Taxonomía de la alfalfa (CONABIO, 2009).

Reino Plantae.

División Magnoliophyta.

Clase Magnoliopsida.

Subclase Rosidae.

Orden Fabales.

Familia Fabaceae.

Subfamilia Faboideae.

Tribu Trifolieae.

Género Medicago.

Especie Medicago sativa.

Genoma Tetraploide.

2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE JITOMATE.

Solanum lycopersicum, conocida comúnmente como tomate, jitomate es una especie de planta herbácea del género *Solanum* de la familia *Solanaceae*. En su estado silvestre, es originaria de la zona andina del Perú; si bien su uso como alimento en la variedad domesticada se habría originado en el sureste de México hace dos mil seiscientos años. La planta es cultivada en el mundo entero para el consumo de su fruto, el tomate o jitomate, tanto fresco como procesado de diferentes maneras: salsa, puré, zumo, deshidratado, enlatado, etcétera, (Knapp, S. 2013).

2.2.1 ORIGEN.

La planta silvestre de la cual surge el tomate doméstico actual se habría originado en la zona andina del norte del Perú y sur de Ecuador. De acuerdo con estudios genéticos publicados en *Molecular Biology and Evolution*, una especie silvestre denominada

Solanum pimpinellifolium que presenta pequeños frutos rojos, no más grandes que un arándano, y que también es conocido como tomatillo o tomate cimarrón, es la variedad que habría dado origen al tomate moderno o *Solanum lycopersicum* var. hace 78,000 años. Por medios naturales habría alcanzado Mesoamérica, donde habría sido domesticado por vez primera. Más recientemente, se ha propuesto una evolución en cuatro pasos: migración natural del Ecuador a Mesoamérica; involuntaria exportación humana de Mesoamérica al norte del Perú, circa 3,500–5,000 años a. C., donde el tomate iba como maleza junto con cargamentos de maíz; hibridación y domesticación de la planta con variantes locales, creciendo el fruto; y exportación humana a Mesoamérica, donde habría sido mejorada, ampliando el tamaño del fruto. El tomate fue introducido en Europa en el siglo XVI. Al principio se cultivaba solo como planta de adorno, pero desde el siglo XVII se comenzó a consumir como alimento humano. Actualmente el tomate se cultiva en casi la totalidad de países en el mundo.

Los aztecas y otros pueblos de Mesoamérica utilizaban la fruta en su cocina. La fecha exacta de la domesticación es desconocida: se estima en quinientos años antes de Cristo ya estaba siendo cultivada en el sur de México y probablemente otras áreas de Mesoamérica, (Knapp, S. 2013).

2.2.2 TAXONOMIA DEL JITOMATE, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural,2016).

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

2.3 MORFOLOGIA.

De acuerdo con López (2017), nos menciona en su trabajo que la morfología del jitomate es la siguiente:

2.3.1 Planta: Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

2.3.2 Sistema radicular: Está formado por la raíz principal (corta y débil), numerosas y potentes raíces secundarias y por las raíces adventicias. Si se seccionara transversalmente la raíz principal desde fuera hasta dentro, se encontraría la epidermis (se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), el cortex y el cilindro central (se sitúa la xilema, conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

2.3.3 Tallo principal: Eje de 2-4cm de grosor en su base, sobre el que se desarrollan las hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, desde fuera hacia dentro, consta de: 1. epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, 2. corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, 3. cilindro vascular y 4. tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

2.3.4 Hoja: Compuesta e imparipinnada con foliolos peciolados, lobulados, con borde dentado y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

2.3.5 Flor: Perfecta, regular e hipógina con 5 o más sépalos e igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos helicoidalmente a intervalos de 135°. Igual número de

estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo. El ovario puede ser bi o plurilocular.

2.3.6 Fruto: Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso entre pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo. También puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

2.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.

De acuerdo a lo establecido por Jasso et. al, (2012) nos menciona que el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto como se ve a continuación;

2.4.1 Temperatura: Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20-30°C durante el día y entre 1-17°C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación (mal desarrollo de óvulos) y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C o superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

2.4.2 Humedad: La humedad relativa óptima oscila entre 60-80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

2.4.3 Luminosidad: Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

2.4.4 Suelo: La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelo, excepto en lo relativo al drenaje. Prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

2.5 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO.

Según a lo establecido por López (2017), el marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez depende de la variedad comercial cultivada. El marco de plantación empleado más frecuentemente es el de 1,5 metros entre líneas y 0,5 m. entre plantas. Cuando se trata de plantas de porte medio, es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1m x 0,5m. Cuando se entutoran las plantas con perchas, las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin. Se deben dejar pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70cm.

2.5.1 Poda de formación: Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante cuando aparecen de los primeros tallos laterales. Se eliminan tallos y las hojas más senescentes, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo, se determina el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomate tipo Cherry se suelen dejar hasta 3 y 4 tallos.

2.5.2 Aporcado y rehundido: El aporcado consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena tras la poda de formación (suelos enarenados). El fin de esta labor es favorecer la formación de un mayor número de raíces. El rehundido es una variante del aporcado. Se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entra en contacto con la tierra. Entonces se cubre ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

2.5.3 Entutorado: Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas, y sobre todo los frutos, toquen el suelo. De este modo, se mejora la aireación general de la planta y se favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello, repercute en la producción final, calidad del fruto y control de enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia), el cual se sujeta de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la misma (1,8-2,4m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo, se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que alcanza el alambre. A partir de este momento, existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo: Esta práctica conlleva un coste adicional de mano de obra.

El mecanismo de sujeción utilizado en este sistema se denominada “holandés” o “de perchas”. Consiste en colocar perchas con hilo enrollado alrededor de ellas en la parte superior e ir soltándolo conforme la planta va creciendo. La planta se sujeta al hilo mediante clips. De esta forma, la planta siempre se desarrolla en sentido vertical recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que la calidad del fruto mejora y la producción aumenta.

2. Dejar que la planta crezca cayendo por la propia acción de la gravedad.

3. Dejar que la planta crezca horizontalmente sobre los tutores. Estos tutores forman cuadrículas a lo largo de la línea de cultivo. La planta se va asegurando a los tutores mediante la utilización de anillas.

2.5.4 Destallado: Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas.

Los cortes deben ser limpios para evitar la posible aparición de enfermedades. En épocas de riesgo, es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

2.5.5 Deshojado: Es recomendable eliminar las hojas senescentes para facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos y las hojas enfermas (deben sacarse inmediatamente del invernadero) para eliminar así la fuente de inóculo.

2.5.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos: Ambas prácticas adquirieron mayor importancia con la introducción del tomate en racimo. Se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

En general, se pueden distinguir dos tipos de aclareo:

1. Aclareo sistemático: Tiene lugar sobre los racimos. Se deja un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados.
2. Aclareo selectivo: Tiene lugar sobre los frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo. Pueden ser frutos dañados por insectos, deformes y los de reducido calibre.

2.6 REQUERIMIENTOS.

Según Infoagro (2020), entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo. El equilibrio suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración y de 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección. En tomate-rama, el papel del potasio en la maduración es más esencial aún.

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentiza la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera, el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y se consigue disminuir así también las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación. El efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración. Es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño y calidad de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en épocas

tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate. Con éste se evita la necrosis apical (blossom), ocasionada normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos. El calcio también afecta a la elasticidad de la pared del fruto. De este modo, con un correcto aporte de calcio, se favorece que el fruto consiga un mayor calibre y se evita la aparición de rajado.

2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE ATACAN AL JITOMATE.

Tabla 1. Plagas que atacan al jitomate, (INFOAGRO,2020).

Nombre común.	Nombre científico.	Daños.	Control.
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i> , <i>turkestani</i> y <i>T. ludeni</i>	La primera especie citada (<i>T. urticae</i>) es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, aunque las tres son similares (biología, ecología y daños), por lo que se abordan de manera conjunta. Los primeros síntomas que provoca la araña roja son decoloraciones y	Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja. Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. Evitar los excesos de nitrógeno. Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases de desarrollo. Los enemigos naturales de las arañas rojas son: <i>Phytoseiulus persimilis</i> : El ácaro adulto es de un tamaño similar a la

		punteaduras o manchas amarillentas en el envés de la hoja, las cuales pueden llegar a tiempo que necesita para apreciarse también en el haz. Cuando las poblaciones son elevadas se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estadios fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.	araña roja de color anaranjado y muy activo, especialmente a temperaturas altas. Bajo condiciones normales, el tiempo que necesita para desarrollarse es más corto que en el caso de la araña roja. La hembra del ácaro depredador se alimenta de todos los estadios de la araña roja. Cuando la temperatura aumenta, también lo hace el consumo de arañas rojas. La temperatura a la cual el depredador controla mejor a la araña roja es entre 15-25°C. Tan pronto como se detecte la primera araña roja, debe empezarse la introducción del depredador. - <i>Amblyseius californicus</i>: El ácaro adulto es de tamaño similar al de la araña roja. Son muy activos y transparentes (blanco-naranja a amarillo) al principio. Cambian de color conforme se alimentan. Tanto la temperatura como la humedad influyen en el tiempo que se necesita para completar el desarrollo. La hembra del ácaro depredador se alimenta de todos los estadios de la araña roja. Tan pronto como se detecte la primera araña roja, o incluso de manera preventiva, debe empezarse la introducción.
--	--	--	--

Vasate	<i>Aculops lycopersici</i>	Los síntomas que aparecen en primer lugar son bronceados en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Son bronceados que evolucionan de forma ascendente desde la parte basal de la planta. La plaga aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por la elevada temperatura y baja humedad ambiental.	Desinfectar la ropa, calzado, etc. - Eliminar las plantas muy afectadas. Control químico Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojabable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, sulfan + azufre, permanganato de potásico + azufre micronizado, tetradifon.
Mosca blanca.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>	Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, las cuales son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último es característico de cada especie. - Los daños directos (amarilleamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas.	Control preventivo y técnicas culturales - Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos. - Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos. - No asociar cultivos en el mismo invernadero. - No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca. - Colocación de trampas cromáticas amarillas. Control biológico mediante enemigos naturales Principales parásitos de larvas de mosca blanca:

		- Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otros daños indirectos serían los derivados de la transmisión de virus.	- <i>Trialeurodes vaporariorum</i>. Fauna auxiliar autóctona: <i>Encarsia formosa</i>, <i>Encarsia transvena</i>, <i>Encarsia lutea</i>, <i>Encarsia tricolor</i>, <i>Cyrtopeltis tenuis</i>. Fauna auxiliar empleada en sueltas: <i>Encarsia formosa</i>, <i>Eretmocerus californicus</i>. En cuanto a <i>E. formosa</i> comentar que se alimenta de la melaza y de las larvas de la Mosca blanca. Para obtener un equilibrio adecuado entre la Mosca blanca y <i>E. formosa</i>, hay que realizar sueltas semanalmente desde la primera detección, hasta que haya parasitismo suficiente. Es importante tener en cuenta que: - A temperaturas inferiores a 18°C, <i>Encarsia formosa</i> casi no vuela y su comportamiento es muy limitado. Por el contrario, a temperaturas superiores a los 30°C se reduce la vida de los adultos. - Ciertos productos fitosanitarios pueden tener un efecto de mucha duración en <i>Encarsia formosa</i>. - Soltando <i>Encarsia formosa</i> demasiado tarde, la melaza en la hoja dificulta la movilidad de la misma y consecuentemente el parasitismo. - Eliminando hojas demasiado jóvenes se pueden eliminar pupas recién parasitadas.
--	--	--	---

			- <i>Bemisia tabaci</i>. Fauna auxiliar autóctona: <i>Eretmocerus mundus</i>, <i>Encarsia transvena</i>, <i>Encarsia lutea</i>, <i>Cyrtopeltis tenuis</i>. Fauna auxiliar empleada en sueltas: <i>Eretmocerus californicus</i>. Cabe realizar una mención especial para el caso de <i>Nesidiocorus tenuis</i>. Estudios han demostrado que la presencia de mosca blanca en plantas con <i>N. tenuis</i> o que simplemente han sido picadas por ella es menor. Esta fauna auxiliar provoca algún tipo de rechazo a <i>B. tabaci</i>. Este rechazo no se debe a la mera presencia del depredador sino a las reacciones que provoca en la planta picada.
Pulgón.	<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de <i>Myzus</i> son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente	Control preventivo y técnicas culturales - Colocación de mallas en las bandas del invernadero. - Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior. - Colocación de trampas cromáticas amarillas. - Control biológico mediante enemigos naturales - Especies depredadoras autóctonas: <i>Aphidoletes aphidimyza</i>. - Especies parasitoides autóctonas: <i>Aphidius matricariae</i>, <i>Aphidius colemani</i>, <i>Lysiphlebus testaceipes</i>.

		en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.	- Especies parasitoides empleadas en sueltas: <i>Aphidius colemani</i> .
Trips.	<i>Frankliniella occidentalis</i> .	Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. - Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas. Los órganos afectados presentan un aspecto plateado en principio y posteriormente se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse en los frutos y cuando son muy extensos en las hojas. Las puestas son realizadas en los frutos. - El daño indirecto es el que acusa mayor importancia. Se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV).	Control preventivo y técnicas culturales - Colocación de mallas en las bandas del invernadero. - Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo. - Colocación de trampas cromáticas de azules. Control biológico mediante enemigos naturales Fauna auxiliar autóctona: Los más utilizados son los siguientes <i>Amblyseius spp.</i> (<i>A. swirskii</i>, <i>A. cucumeris</i>), <i>Aeolothrips sp.</i>, <i>Orius spp.</i>, <i>Verticillium lecanii</i>, etc.

Minadores de hoja	<i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza bryoniae</i> , <i>Liriomyza strigata</i> , <i>Liriomyza huidobrensis</i>	Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, y dar lugar posteriormente a los adultos.	Control preventivo y técnicas culturales - Colocación de mallas en las bandas del invernadero. - Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. - En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta. - Colocación de trampas cromáticas amarillas. Control biológico mediante enemigos naturales - Especies parasitoides autóctonas: <i>Diglyphus isaea</i> , <i>Diglyphus minoensis</i> , <i>Diglyphus crassinervis</i> , <i>Chrysonotomyia formosa</i> , <i>Hemiptarsenus zihalsebessi</i> , <i>H. stropersii</i> . - Especies parasitoides empleadas en sueltas: <i>Diglyphus isaea</i> .
Orugas.	<i>Spodoptera exigua</i> , <i>Spodoptera litoralis</i> , <i>Heliothis armigera</i> , <i>Heliothis peltigera</i> , <i>Chrysodeixis chalcites</i> , <i>Autographa gamma</i>	Las principales diferencias entre especies en estado larvario se aprecian en: - Número de falsas patas abdominales (5 en <i>Spodoptera</i> y <i>Heliothis</i> y 2 en <i>Autographa</i> y <i>Chrysodeixis</i>). - La forma de desplazarse (<i>Autographa</i> y <i>Chrysodeixis</i> arqueando el cuerpo (orugas camello)).	Control preventivo y técnicas culturales - Colocación de mallas en las bandas del invernadero. - Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. - En el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas de la parte baja de la planta. - Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz. - Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que

		- La presencia de sedas se pueden producir daños (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de <i>Heliothis</i>. - La coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en larvas de <i>Spodoptera litoralis</i>. La biología de estas especies es bastante similar. El ciclo está formado por estados de huevo, 5-6 estados larvarios y de pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés. El género <i>Spodoptera</i> deposita los huevos formando agrupaciones con un número elevado de especies mientras que el resto de orugas, los deposita de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En <i>Spodoptera</i> y <i>Heliothis</i> la pupa se realiza en el suelo y en <i>Chrysodeixis chalcites</i> y <i>Autographa gamma</i>, en las hojas. En cuanto a los adultos, comentar que son polillas	Control biológico mediante enemigos naturales - Parásitos autóctonos: <i>Apanteles plutellae</i>. - Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de <i>S. exigua</i>. - Productos biológicos: <i>Bacillus thuringiensis</i>
--	--	---	--

		de hábitos nocturnos y crepusculares. Los daños pueden clasificarse en: - Daños ocasionados a la vegetación (<i>Spodoptera</i>, <i>Chrysodeixis</i>) - Daños ocasionados a los frutos (<i>Heliothis</i> y <i>Spodoptera</i>) - Daños ocasionados en los tallos (<i>Heliothis</i> y <i>Ostrinia</i>), los cuales pueden llegar a cegar las plantas.	
--	--	--	--

Tabla 2. Enfermedades que atacan al jitomate, (INFOAGRO,2020).

Nombre común.	Organismos que causan la enfermedad.	Daños.	Control.
Oidiopsis.	<i>Leveillula taurica</i> .	Es un hongo ascomiceto, parásito de desarrollo semi-interno. Los conidióforos de este hongo salen al exterior a través de las estomas. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo, el cual se desarrolla a 10-35°C con un óptimo de 26°C y una humedad relativa del 70%. Los síntomas que aparecen en las hojas son	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. - Eliminación de hojas senescentes dañadas. - Utilización de plantas sanas. - Manejo adecuado de la ventilación.

		manchas amarillas en el haz (se necrosan por el centro) y una especie de fieltro blanquecino en el envés. Conforme avanza la enfermedad, las manchas se van extendiendo (en superficie y número) desde las hojas senescentes a las jóvenes. Si el ataque es severo, la hoja se seca y se desprende.	
Podredumbre gris	<i>Botryotinia fuckeliana</i> , <i>Botrytis cinérea</i> .	Hongo parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off, en hojas y flores lesiones pardas y en frutos una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en la que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inoculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que dispersan el fungicida tras la mismo por la acción del viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación procedentes del plástico y agua de riego. Los pétalos infectados y desprendidos también dispersan el hongo. La temperatura, la humedad relativa y la fenología influyen en la aparición y desarrollo de la	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas. - La poda debe realizarse mediante cortes limpios a ras de tallo. A ser posible, se debe aplicar una pasta fungicida tras la realización de la poda. - Controlar los niveles de nitrógeno y calcio para evitar un excesivo desarrollo vegetativo, el cual favorece la aparición de podredumbres. - Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que

		enfermedad de forma separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila en torno al 95% y la temperatura entre 17-23°C.	absorban la luz ultravioleta. - Emplear marcos de plantación que permitan una adecuada aireación. - Manejo adecuado de la ventilación, tanto lateral como cenital. - Dotación de agua de riego adecuada. El riego favorece el aumento de la humedad relativa del ambiente y por tanto, la aparición de este tipo de enfermedades. Control biológico - Preparado biológico a base de <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai T39.
Podredumbre blanca.	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .	Hongo polífago que en plántulas produce damping-off y en plantas adultas podredumbre blanda. Esta podredumbre es acuosa al principio y no desprende mal olor. Posteriormente, se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados y se cubre de abundante micelio algodonoso blanco con numerosos esclerocios (blancos al principio y negros más tarde). Los	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas. - Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta. - Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.

		ataques al tallo suelen colapsar la planta provocándole la muerte con rapidez. En estos casos, se pueden observar los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos de las flores. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas, producen una infección secundaria.	- Manejo adecuado de la ventilación y el riego. - Solarización.
Mildiu.	<i>Phytophthora infestans.</i>	Este hongo es el agente causal del mildiu del tomate. Ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo de la misma. En las hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio y que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo.	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de plantas y frutos enfermos. - Manejo adecuado de la ventilación y el riego. - Utilizar plántulas sanas.

		Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que, en presencia de humedad, muestra un fieltro blancuzco en el envés. En el tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y suelen circundarlo. Afecta también a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y con un contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. La dispersión del hongo se realiza por la acción del viento y de la lluvia, por riegos por aspersión, rocíos y gotas de condensación. Las condiciones favorables para su desarrollo son humedades relativas elevadas (superiores al 90%) y temperaturas entre 10-25°C.	
--	--	--	--

		Las cepas existentes son: T0.0 (afecta sólo a patata), T.0 (afecta a variedades de tomate sin resistencia) y T.1. (afecta a líneas de tomate con Gen Ph1). Existen variedades de tomate con Gen Ph2, pero su protección no es total.	
Alternariosis.	<i>Alternaria solani.</i>	Hongo saprofito que en plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel de suelo. En pleno cultivo, las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y peciolo. Los síntomas son: - Hojas: Manchas pequeñas circulares o angulares con marcados anillos concéntricos. - Tallo y peciolo: Lesiones negras alargadas en las que se pueden observar en ocasiones anillos concéntricos. - Frutos: Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo.	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos. - Manejo adecuado de la ventilación y el riego. - Utilización de semillas sanas o desinfectadas, así como de plántulas sanas. - Abonado equilibrado.

		Las fuentes de dispersión de inóculo son solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas y restos de plantas enfermas. Las conidias se pueden dispersar por salpicaduras de agua, lluvia, viento, etc. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad se encuentra entre 20-35°C, estando la esporulación favorecida por la ocurrencia de noches húmedas seguidas de días soleados y temperaturas elevadas.	
Fusarium.	<i>Fusarium oxysporum fsp. Lycopersici.</i>	Hongo <i>deuteromycete</i> que provoca en primer la caída de los pecíolos de las hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir. Puede manifestarse una marchitez en verde de la parte aérea, pudiendo ser ésta reversible. Después se hace permanente y la planta muere. La enfermedad puede manifestarse también con amarilleo en las hojas más bajas, el cual termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal	Control preventivo y técnicas culturales - Rotación de cultivos. - Reduce paulatinamente el patógeno en suelos infectados. - Eliminación de plantas enfermas y restos del cultivo. - Utilización de semillas certificadas y plántulas sanas. - Utilización de variedades resistentes. - Desinfección de las estructuras y útiles de trabajo. - Solarización.

		al tallo, se observa un oscurecimiento de los vasos. El hongo puede permanecer en el suelo durante años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. La diseminación se realiza mediante semillas, viento, labores de suelo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. La temperatura óptima para su desarrollo es de unos 28°C.	
Mancha negra del tomate.	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Tomato</i> .	Es la bacteriosis más frecuente en tomate. Afecta a todos los órganos aéreos de la planta. En hoja, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y en los bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan	Control preventivo y técnicas culturales - Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos. - Manejo adecuado de la ventilación y el riego. - Utilización de semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas. - Abonado equilibrado.

		pequeñas manchas deprimidas. Las principales fuentes de infección son las semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y los riegos por aspersión diseminan la enfermedad, que tiene como vía de penetración las estomas y las posibles heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20-25°C y períodos húmedos. Roya tropical <i>Physopella zae</i>. Los brotes de esta enfermedad son esporádicos y restringidos a las regiones tropicales del Continente Americano. La forma de las pústulas varía de circular a ovalada; son pequeñas y se las encuentra debajo de la epidermis. En el centro de la pústula la lesión es de color blanco a amarillo claro y presenta un orificio. La pústula está a veces rodeada de un borde de	
--	--	---	--

		color negro, pero su centro continúa siendo claro. No se conoce hospedante alterno de este hongo.	
--	--	---	--

2.8 Harina de alfalfa.

La harina de alfalfa proporciona un buen equilibrio de los principales nutrientes; nitrógeno, fósforo y potasio, pero también magnesio y azufre. Este equilibrio lo convierte en uno de los fertilizantes más seguros de usar. La alfalfa es sinónimo de la fitohormona del crecimiento triacontanol. El triacontanol se considera el promotor de crecimiento vegetal más poderoso, y la alfalfa contiene grandes cantidades. Junto con los nutrientes, las hormonas de crecimiento de las plantas, alfalfa contiene altas concentraciones de vitaminas A, B y E, así como riboflavina, biotina y ácido fólico, así como 16 aminoácidos, naturalmente.

2.8.1 Uso de la harina de la alfalfa en el suelo.

Las propiedades naturales de la harina de alfalfa se desbloquean cuando la alfalfa se fermenta, comenzando un proceso de acción bacteriana que se liberará por completo como parte del compost o como medio de cultivo. Como parte de nuestro súper suelo, está preparado y optimizado antes de agregarlo. Crea efectos sinérgicos y maximiza la disponibilidad de nutrientes.

2.8.2 Beneficios al suelo.

La harina de alfalfa sirve como un fertilizante natural que repone rápida y efectivamente el suelo desgastado. Esto aumenta el potencial de crecimiento, especialmente el suelo que se ha utilizado para el crecimiento estacional a largo plazo.

2.8.3 Beneficios para la planta.

- La harina de alfalfa enriquece el suelo con nutrientes que muchas otras enmiendas del suelo no proporcionan.
- Acelera notablemente los resultados de otras enmiendas al descomponer los nutrientes.
- Su contenido de nitrógeno relativamente bajo lo hace ideal para cultivos más sensibles y delicados.
- Es conocido por soportar mayores rendimientos y frutos más abundantes para muchas plantas diferentes, (Mountside, 2023).

2.9 Agricultura orgánica.

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional, se fundamenta no solo en la mejora del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también un mayor valor agregado a los productos finales. La agricultura orgánica puede contribuir al desarrollo sustentable tanto social, económico y ecológico. Junto con la eliminación en el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas un incremento de otros insumos ocurre, como material orgánico, mano de obra y maquinaria. Existen muchas explicaciones y definiciones de la agricultura orgánica, pero todas coinciden en que se trata de un método que consiste en la gestión del ecosistema en vez de en la utilización de insumos agrícolas, (INTAGRI,2019).

2.9.1 Abono verde. Es un compuesto que contiene un aporte extra de nitrógeno (habas, guisantes, judías, alfalfa o trébol), económico y muy conveniente para los vegetales.

2.9.2 Compost. Se obtiene mediante materia orgánica previamente fermentada.

2.9.3 Estiércol. Se consigue a partir de animales herbívoros como la oveja, cabra, caballo, conejos, etc.

2.9.4 Guano. Es similar al estiércol, pero elaborado a partir de excrementos de palomina y murciélagos.

2.9.5 Turba. Este compuesto de color pardo oscuro o más claro aparece en áreas pantanosas debido a la gran descomposición de restos vegetales. Con un pH de 3.5, la debes usar mezclada con otro tipo de sustrato, ya que su función es la de acidificar, (INTAGRI,2019).

poder ejercer un control local de la variación dado a la existencia de un material experimental, en donde se utilizaron 6 tratamientos con 4 repeticiones, los tratamientos se distribuyen de la siguiente manera: Testigo, fertilizante comercial orgánico, fermento de alfalfa a 20 L¹/sem, 30 L¹/sem, 40 L¹/sem y 50 L¹/sem.

Tabla 3. Distribución de los tratamientos en campo.

T1R1	T6R2	T2R3	T3R4
T2R1	T4R2	T5R3	T1R4
T3R1	T2R2	T1R3	T4R4
T4R1	T3R2	T4R3	T5R4
T5R1	T1R2	T6R3	T2R4
T6R1	T5R2	T3R3	T6R4

T1= Testigo T2= Tratamiento comercial orgánico T3= Tratamiento fermento de alfalfa 20 L¹/sem T4= Tratamiento fermento de alfalfa 30 L¹/sem T5= Tratamiento fermento de alfalfa 40 L¹/sem T6= Tratamiento fermento de alfalfa 50 L¹/sem

3.4 Establecimiento y manejo del experimento.

3.4.1 Preparación del terreno.

Se delimitaron 4 camas de 30 m. de largo donde se levantó el surco mediante la utilización de un azadón y un rastrillo, posteriormente se hizo una raya en medio para la cintilla de riego y aplicación de la fertilización base, seguido de esto, se realizó una desinfección del suelo mediante el fertirriego, aplicando hipoclorito de sodio y peróxido de hidrogeno.

3.4.2 Fertilización base.

Para este proceso se aplicó yeso agrícola (250 gr/ m²) y cascara de higuera roja (500 gr/ m²), donde se colocó a lo largo del surco mediante la raya hecha anteriormente en la preparación del terreno.

3.4.3 Instalación de sistema de riego.

Para instalar el sistema de riego se colocaron dos cintillas sobre la raya de la cama teniendo una distancia entre goteros de 20 cm entre ellos.

3.4.4 Siembra.

La semilla de jitomate variedad saladette seleccionada fue (Ini-2023), se germinó por medio de charolas con cavidades de 277, estas charolas fueron desinfectadas previamente en barriles de 100 L⁻¹ de agua con dos litros de hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, las charolas fueron puestas en el cuarto de germinación tapándolas con una bolsa negra, emergiendo a la semana de siembra, posteriormente se fertilizó con nitrato de calcio (0.2 gr/ L⁻¹), lixiviado de lombriz (1ml/ L⁻¹), quitina (0.5 ml/ L⁻¹), y sulfato de potasio (1.5 gr/ L⁻¹), esto para asegurar un adecuado crecimiento antes de su trasplante.

3.4.5 Trasplante.

Aproximadamente a los 50 días se realizó el trasplante en las camas del invernadero cuando la planta tenía de 6 a 8 hojas verdaderas, se trasplantó un total de 288 plantas de las cuales fueron 72 plantas por cama, distribuidas en 4 camas, con una distancia de 40 cm entre planta.

3.4.6 Control de malezas.

Se llevó a cabo desde la primera semana del trasplante el mantenimiento preventivo de plantas nocivas de manera manual utilizando azadones, esta actividad se elaboró con una frecuencia de un día a la semana durante todo el ciclo del cultivo, con la finalidad de evitar que las plantas compitan por luz, nutrientes y así el cultivo tenga un desarrollo adecuado.

3.4.7 Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas y enfermedades se llevaron a cabo varias estrategias, en el caso de las plagas se realizó un monitoreo diario para determinar el tipo de plagas presentes se llevó a cabo un plan de control preventivo teniendo una frecuencia de 3

aplicaciones por semana de diferentes productos como cipermetrina, extracto de chicalote, extracto de ajo entre otros, para la prevención de enfermedades y virus dentro del invernadero mediante el fertirriego se aplicó hipoclorito de sodio y peróxido de hidrogeno desinfectando el suelo y todo posible patógeno de contaminación para la planta, al momento de manejar las plantas se utilizaba guantes quirúrgicos desinfectándolos con hipoclorito de sodio 3ml/ L¹ evitando la propagación de enfermedades por el medio manual.

3.5 Manejo cultural del cultivo.

3.5.1 Tutorado.

Utilizando ganchos con rafia de un largo de 3m. que fueron colocados en los tendedores del invernadero, se hizo un nudo en el tallo de la planta el cual se ajustaría al grosor del tallo y el hilo se enredó debajo de cada nudo de la planta para que tuviera soporte, realizando esta actividad semanalmente ya que la variedad es de un crecimiento indeterminado.

3.5.2 Destallado.

Se eliminaron los brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal.

3.5.3 Desbrote.

Para el desbrote se usó quitina con una relación de 3ml/ L¹ para la desinfección de las tijeras, se realizó el desbrote de las yemas laterales dejando solo la yema apical, el desbrote se realizó semanalmente, para un crecimiento adecuado de la planta y un cuajado estable del fruto.

3.6 Establecimiento de los tratamientos.

Los tratamientos propuestos fueron 6 tratamientos con 12 repeticiones siendo el tratamiento uno un testigo absoluto, el tratamiento 2 un comercial orgánico aplicando

700 U. de composta, harina de sangre, emulsión de pescado y lixiviado de lombriz, los tratamientos 3,4,5 y 6 tuvieron una aplicación del fermento de alfalfa con una dosis de 20 L⁻¹/sem, 30 L⁻¹/sem, 40 L⁻¹/sem y 50 L⁻¹/sem respectivamente además se le aplicó el 50% de la fertilización comercial orgánica del tratamiento 2, donde se evaluó la altura de la planta, grosor del tallo, número de flores, número de hojas, número de frutos, largo y ancho del fruto, peso del fruto, peso de fruto por planta y grados brix.

3.7 Datos fisiológicos.

Para la toma de datos se evaluaron 5 plantas al azar por tratamiento, tomándose la altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas, número de flores, número de frutos, largo y ancho del fruto, peso del fruto, peso de fruto por planta y grados brix.

3.7.1 Altura de la planta.

Fue medida con un flexómetro partiendo desde el suelo hasta la punta de la planta, de cada tratamiento se tomaban datos de 5 plantas distribuidas en 4 camas, los datos se registraron cada semana, posteriormente se realizó un análisis de datos.

3.7.2 Grosor del tallo

Se llevo a cabo con la ayuda de un bernier, colocándolo sobre el tallo de cada una de las plantas de los tratamientos, la medida se tomaba partiendo desde la base del tallo, estos datos se recopilaron semanalmente.

3.7.3 Número de hojas.

El conteo de número de hojas se realizó de manera manual y visual, este conteo se empezó hacer después del trasplante donde se contaron todas las hojas por planta de los tratamientos, a partir de que la planta tenía 1 metro de altura se tomó datos del número de hojas por planta, recopilando los datos por semana.

3.7.4 Número de flores.

Se realizó el conteo de manera visual, contando el número de flores de todos los racimos de la planta por cada tratamiento, los datos se recopilaron semanalmente.

3.7.5 Número de frutos.

El conteo del número de frutos se realizó de forma visual, fueron contados por planta, los datos se tomaron por tratamiento, recopilando por semana.

3.7.6 Largo del fruto.

Este fue medido con la ayuda de un vernier midiendo el diámetro polar del fruto, tomando 5 frutos por tratamientos, estos datos fueron recopilados en las semanas. De cosecha.

3.7.7 Ancho del fruto.

Utilizando un vernier se midiendo el diámetro ecuatorial del fruto, tomando 5 frutos por tratamiento, los datos fueron recabados en las semanas de cosecha

3.7.8 Peso del fruto.

Con la ayuda de una báscula se tomaron 5 frutos por tratamientos pesándolos y tomando los datos en la semana de cosecha.

3.7.9 Peso de fruto por planta.

Sumando los pesos de fruto por planta de los tratamientos, estos datos fueron obtenidos en lo semana de cosecha.

3.7.10 Grados brix.

Utilizando el refractómetro, se sacó la pulpa de dos frutos por tratamiento, sumando los datos obtenidos y promediándolos para tener una medida estándar de los grados brix por tratamiento.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Largo de fruto.

De acuerdo a los datos arrojados por el análisis estadístico no existieron diferencias significativas en el largo del fruto (LF), como se puede observar en la tabla 4, sin embargo, de manera cualitativa se pudieron observar ciertas diferencias como se muestra en el tratamiento 4 (30 L⁻¹/semana) el cual tuvo un largo de 6.94 cm. no siendo así con el tratamiento 6 (50 L⁻¹/semana) con el cual se obtuvo un largo de 6.10 cm. Por tal motivo es que el análisis estadístico nos marca que no existen las diferencias entre cada uno de ellos.

TABLA 4. ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Largo de fruto					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	Pr > F
Tratamientos	5	2.83200000	0.56640000	0.88	0.5115
Error	24	15.50800000	0.64616667		
Total	29	18.34000000			

4.2 Ancho de fruto.

Según a los datos obtenidos por el análisis estadístico no existieron diferencias significativas en el ancho del fruto (AF), como se puede observar en la tabla 5, sin embargo, de manera cualitativa se pudieron observar ciertas diferencias como lo es en el tratamiento 5 (40 L⁻¹/semana) donde se tuvo un ancho de 4.30 cm. no siendo así con el tratamiento 2 (comercial orgánico) con el cual se obtuvo un ancho de 3.82 cm. siendo el motivo que el análisis estadístico nos marca que no existen diferencias entre cada uno de ellos.

TABLA 5. DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Ancho de fruto					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	0.91900000	0.18380000	0.62	0.6839
Error	24	7.08400000	0.29516667		
Total	29	8.00300000			

4.3 Peso de fruto.

De acuerdo a los datos recopilados por el análisis estadístico no existieron diferencias significativas en el peso del fruto (PS), como se observa en la tabla 6, sin embargo, de manera cualitativa se pudieron observar diferencias dentro del tratamiento 5 (40 L¹/semana), donde se obtuvo un peso de 66.14 gr. No siendo así en el tratamiento 2 (comercial orgánico) con el cual se obtuvo un peso de 45.04 gr. Siendo el motivo por el cual el análisis estadístico nos marca que no existen diferencias significativas.

TABLA 6 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Peso de fruto					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	1465.076000	293.015200	1.03	0.4208
Error	24	6805.732000	283.572167		
Total	29	8270.808000			

4.4 Altura de la planta.

Según a los datos obtenidos por el análisis estadístico existieron diferencias significativas en la altura de la planta (AP), como se observa en la tabla 7, según LSD existieron diferencias significativas en el tratamiento 4 con respecto a los tratamientos 5,1,6,2,3 mientras que en los tratamientos 5,1,6,2,3 no existieron diferencias significativas.

TABLA 7 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Altura de la planta					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	818.684267	163.736853	1.52	0.2203
Error	24	2581.654480	107.568937		

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Total	29	3400.338747			

4.5 Grosor de la planta.

De acuerdo a los datos arrojados por el análisis estadístico existieron diferencias significativas en el grosor de la planta (GP) como se puede observar en la tabla 8, según Duncan existieron diferencias significativas en los tratamientos 5,2,1,4 con respecto a los tratamientos 6,3, mientras que en los tratamientos 6,3 no existieron diferencias significativas.

TABLA 8 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Grosor de la planta					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	0.10702667	0.02140533	2.00	0.1145
Error	24	0.25644000	0.01068500		
Total	29	0.36346667			

4.6 Número de flores.

Según a los datos obtenidos en el análisis estadístico no existieron diferencias significativas en el número de flores (NF), como se observa en la tabla 9, sin embargo de manera cualitativa se observaron ciertas diferencias en los tratamientos 4 (30 L⁻¹/semana), donde se obtuvo un promedio de 15.83 flores, no siendo así en el tratamiento 3 (20 L⁻¹/semana), con el cual se obtuvo un promedio de 11.05 flores, siendo el motivo que el análisis estadístico nos marca que no existen diferencias entre cada uno de ellos.

TABLA 9 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Número de flores					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	81.6102700	16.3220540	0.73	0.6101
Error	24	539.0026000	22.4584417		
Total	29	620.6128700			

4.7 Número de hojas.

De acuerdo a los datos arrojados por el análisis estadístico existieron diferencias significativas en el número de hojas (NH) como se observa en la tabla 10, según Duncan existieron diferencias significativas en el tratamiento 4 con respecto a los tratamientos 2,1,5,6,3, mientras que en los tratamientos 2,1,5,6,3 no existieron diferencias significativas.

TABLA 10 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Número de hojas					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	8.31170667	1.66234133	2.23	0.0839
Error	24	17.86904000	0.74454333		
Total	29	26.18074667			

4.8 Número de frutos.

Según a los datos obtenidos en el análisis estadístico existieron diferencias significativas en el número de frutos (NF) como se observa en la tabla 11, de acuerdo a Duncan, en los tratamientos 1 y 4 existieron diferencias significativas en comparación con los tratamientos 5,6,3,2 mientras que en los tratamientos 5,6,3,2 no existieron diferencias significativas entre ellos.

TABLA 11 DE ANALISIS DE VARIANZA.

Variable dependiente: Número de frutos					
FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
Tratamientos	5	7749.10000	1549.82000	2.04	0.1084
Error	24	18199.20000	758.30000		
Total	29	25948.30000			

Tabla 12. Aportación de nutrientes del fermento de alfalfa.

K2O (%)	Ca()	Mg()	Na()	Fe(p pm)	Zn(p pm)	Mn(p pm)	Cu(p pm)	P2O5 (%)	S()	N()	NH4 (%)	NO3 (%)	B(pp m)
0.51	0.3	0.0	0.0	29.6	4.38	1.34	2.48	0.47	0.0	0.1	0.13	0.05	6.
	8	9	4	8					2	8			96

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

La respuesta del cultivo al fermento de alfalfa tuvo una influencia positiva en cuanto al desarrollo del cultivo, esto nos dice, que los tratamientos aplicados fueron efectivos expresando buenos resultados en cuanto a los parámetros evaluados. Dentro de los tratamientos evaluados se encontraron algunos con una diferencia significativa entre ellos, las variables que presentaron una diferencia significativa fueron, altura de la planta, grosor de la planta, número de hojas y número de frutos, mientras que las variables donde no existió diferencia significativa fueron, largo del fruto, ancho del fruto, peso del fruto y número de flores, estos fueron los resultados obtenidos al ser analizados en el programa estadístico SAS, sin embargo, de manera cualitativa en los parámetros fisiológicos de la planta se determinó que el tratamiento 5 (40 L^{-1} /semana), fue el que tuvo una mejor respuesta en la productividad de jitomate bajo condiciones de invernadero, siendo esto en las variables cualitativas.

5.2 Recomendaciones.

Se recomienda utilizar una dosis de aplicación de 40 L^{-1} /semana de fermento de alfalfa mediante el riego durante el trasplante, en las etapas fenológicas de floración y fructificación con una frecuencia de un día a la semana, pudiéndose aplicar mediante drench con una dosis de $20 \text{ mL}^{-1}/\text{L}^{-1}$ con una frecuencia de aplicación de un día a la semana durante la duración de las etapas fenológicas antes mencionadas.

De acuerdo a los estudios realizados, para un mejor rendimiento en el cultivo de jitomate bajo condiciones de invernadero se recomienda utilizar una fertilización ecológica incluyendo el fermento de alfalfa como un complemento durante el ciclo del cultivo.

Así mismo se recomienda volver a realizar el experimento en una superficie más grande con más individuos para poder obtener mejores datos estadísticamente.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Jaime Lloveras, Ignacio Delgado, Cristina Cachorro. (2020). La Alfalfa. España: Universidad de Lleida.

Efrain de la Cruz-Lázaro Rodolfo Osorio-Osorio Eusebio Martínez-Moreno Alejandro J. Lozano del Río Armando Gómez-Vázquez y Rufo Sánchez-Hernández, E. (Ed.). (2010). USO DE COMPOSTAS Y VERMICOMPOSTAS PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO EN INVERNADERO (Vol. 35, Número núm. 5, pp. 363–368). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Martin López Espíndola,Yamila. Adet Samán,Maximiliano Tomas Figueroa,Daniel García Alarcón . (2020). Informe de Comercio Exterior de Alfalfa y Pellets de Alfalfa. 2022, de ProSalta Sitio web: <https://prosalta.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/informe-de-comercio-exterior-alfalfa-y-pellets-de-alfalfa.pdf>

SERGIO SORIANO ORTEGA. (2003). Importancia del Cultivo de Alfalfa (Medicago sativa L.) en el Estado de Baja California Sur. 16-10-2022, de UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO” Sitio web: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1257/IMP%20ORTANCIA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20ALFALFA%20\(Mdicago%20sativa%20L.\)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20BAJA%20CALIFORNIA%20SUR.pdf?sequence=1#:~:text=La%20alfalfa%20es%20probablemente%20nativa,alrededor%20de%201850%20en%20California.](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1257/IMP%20ORTANCIA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20ALFALFA%20(Mdicago%20sativa%20L.)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20BAJA%20CALIFORNIA%20SUR.pdf?sequence=1#:~:text=La%20alfalfa%20es%20probablemente%20nativa,alrededor%20de%201850%20en%20California.)

David Ramos Agüero, Dra.C. Elein Terry Alfonso. (2013). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, vol.35 no.4 , 1:44.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? 19-10-2022, de Gobierno de México Sitio web: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante#:~:text=Org%C3%A1nicos%3A%20Son%20aquellos%20que%20se,fertilizante%20org%C3%A1nico%20es%20el%20esti%C3%A9rcol>.

Abraham-Gutiérrez, J. H., Gil-Muñoz, A., Sandoval-Castro, E., Peña-Olvera, B. V., & Almeida-Acosta, F. H. E. (Eds.). (2004). Influencia de la harina de sangre y fertilizantes en características físicas y rendimiento de jícama (Vol. 22, Número núm. 4, pp. 475–483). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.

CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, Mexico City.

Di Loreto y Sampaio. Ruán Francisco Firmano. Héctor Augusto Sandoval Contreras., RRBHWTGA de FFM (Ed.). (2020). Manejo de nutrientes en solución basado en la conductividad eléctrica y concentración de iones en lixiviados de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Vol. 69, Número 3). Acta Agronómica.

El cultivo del tomate (Parte I). (2020). Infoagro.com. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp

M. Florez-Jalixto, D. Roldán-Acero, J. R. Omote-Sibina, A. Molleda-Ordoñez (Ed.). (2021). Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera (Vol. 12, Número 4): 635-65). Scientia Agropecuaria.

Marín, LL (2017). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) . Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>

Mosquera, Byron (2010). Abonos orgánicos. Conserva el suelo y garantizan alimentación sana. Ecuador: Fondo para la protección del agua (FONAG), con apoyo de la USAID. p. 5. p. 5.

MOUNTSIDE. (2023). Alfalfa en Harina Fertilizante Orgánico Vegano. 19-05-2023, de MOUNTSIDE Sitio web: <https://mountainsideorganicos.com/products/alfalfa-fertilizange-organico-vegano>

Ricardo Augusto Luna Murillo, Juan José Reyes Pérez , Ringo John López Bustamante ,Mariana Reyes Bermeo , Guadalupe Murillo Campuzano , Carmen Samaniego Armijos , Ana Espinoza Coronel , Carmen Ulloa Méndez , Raúl Travéz Travéz. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Organic fertilizer and its effects on the growth and development of tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.). ARTICULOS GENERALES. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2015/vol42/no4/9.pdf>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, S. (2016). ¿Tomate o jitomate? Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/tomate-o-jitomate>

Télles y Enrique Garza, C. J. C. M. Á. M. G. J. R. C. V. J. A. R. (2012). GUÍA PARA CULTIVAR JITOMATE EN CONDICIONES DE MALLA SOMBRA EN SAN LUIS POTOSÍ. INIFAP. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/905.pdf>

Vázquez Vázquez, P., García López, M. Z., Navarro Cortez, M. C., & García Hernández, D. (Eds.). (2015). EFECTO DE LA COMPOSTA Y TÉ DE COMPOSTA EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.) EN INVERNADERO (Vol. 36, Número pp. 1351-1356). Revista Mexicana de Agronegocios.

CAPÍTULO VII. ANEXOS.



Figura 2. Levantamiento de surcos.



Figura 3. Preparación del terreno.



Figura 4. Aplicación de fertilización base.



Figura 5. Surcos levantados con fertilización base.



Figura 6. Delimitación del terreno.



Figura 7. Aplicación de emulsión de pescado.



Figura 8. Aplicación de harina de sangre.



Figura 9. Pesado de roca fosfórica.



Figura 10. Aplicación de composta.



Figura 11. Germinación de la semilla.



Figura 12. Plántula de jitomate.



Figura 13. Uso de quitina y lixiviado.



Figura 14. Fertilización de la plántula.



Figura 15. Trasplante.



Figura 16. Secado de alfalfa.



Figura 17. Molienda de la alfalfa.



Figura 18. Tamizado de la alfalfa.

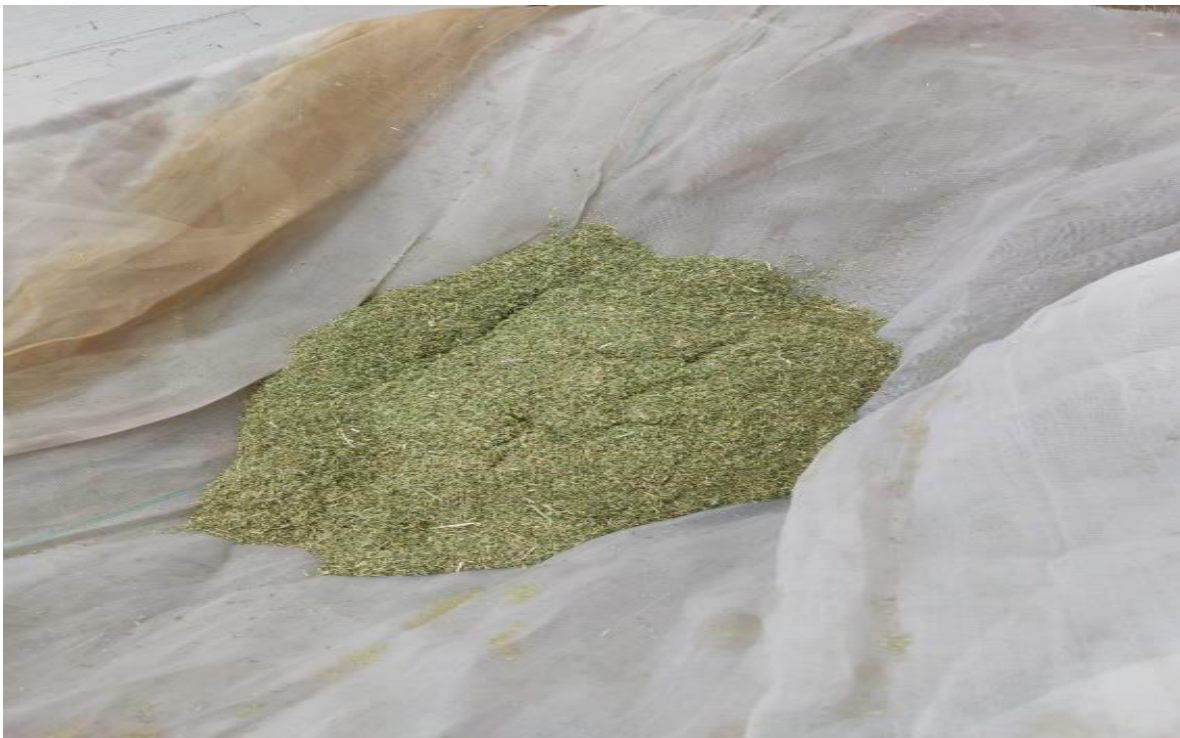


Figura 19. Obtención de la harina de alfalfa.



Figura 20. Preparación del fermento de alfalfa.



Figura 21. Cosecha del fermento de alfalfa.



Figura 22. Separación del material solido del líquido.



Figura 23. Aplicación del fermento de alfalfa.



Figura 24. Tutorado.



Figura 25. Desbrote.



Figura 26. Preparación de productos para el control de plagas y enfermedades.



Figura 27. Uso de mochila aspersora.



Figura 28. Aplicación para el control de plagas y enfermedades.



Figura 29. Toma de humedad del suelo.



Figura 30. Toma de datos de la planta.



Figura 31. Conteo de frutos.



Figura 32. Cosecha.



Figura 33. Toma de datos del fruto.



Figura 34. Toma de grados brix.