

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE GUASAVE



**Evaluación de la nutrición de Compo Expert en la producción de tomate saladette
(SV8579)**

TESIS

QUE PRESENTA

CAMPOS LUQUE LUIS FELIPE

NUMERO DE CONTROL

2025010206

PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERÍA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

DIRECTOR

RAMIRO MALDONADO PERALTA

GUASAVE, SINALOA, MÉXICO. ENERO 2025.

CARTA DE LIBERACIÓN

	LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL PLAN 2015	Responsable: Jefatura de División de Ciencias
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.1;8.2.1;8.2.2;8.2.3;8.5.1;8.5.2;8.6;8.7.2	Código: ITSG-SIG-AO-PO-19-03
	Referencia a la Norma ISO 21001:2018 8.1;8.1.1;8.1.2;8.2.1;8.2.2;8.2.3;8.3.3;8.3.4;8.6;8.7;9.1.2	Revisión: 4
		Fecha de Emisión: Agosto 2022
		Página 1 de 1

Guasave, Sinaloa, Fecha: 04 de febrero de 2025
ASUNTO: Liberación de proyecto para titulación integral

Ing. Laura Beatriz Inzunza Ramírez
Coordinador(a) de Titulación
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado(a):	Campos Luque Luis Felipe
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable
Número de control:	2025010206
Nombre del proyecto:	Evaluación de la nutrición de Compo Expert en la producción de tomate saladette (SV8579)
Producto:	Tesis

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

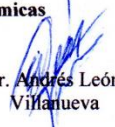
ATENTAMENTE

M.C. Héctor Ramiro Mendivil Trujillo

Nombre y firma del (de la) Jefe(a) de División de Ciencias agronómicas


Dr. Ramiro Maldonado
Peralta


Dra. Delfina
Salinas Vargas


Dr. Andrés León
Villanueva

Nombre y firma del Asesor(a)

Nombre y firma del Revisor(a)

Nombre y firma del Revisor(a)

* solo aplica para el caso de tesis y tesina

C. c. p. Expediente

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por brindarme el apoyo en el transcurso de este proyecto y siempre darme buenos alientos para seguir con este proceso.

Agradezco a mi asesor interno el Doctor Ramiro Maldonado Peralta por el apoyo brindado en el transcurso de este proyecto, de igual forma a la Doctora Delfina Salinas Vargas por las recomendaciones que fueron de gran ayuda en el desarrollo del proyecto y al Dr. Andrés León Villanueva por su revisión en este trabajo.

Doy gracias a mi asesor externo el Ing. Jesús Alberto Cárdenas Gastelum por darme la oportunidad de hacer mi residencia profesional con él, al igual que agradezco al Ing. Juan Manuel Cabrera por guiarme y recomendarme en el desarrollo del cultivo de tomate, al Ing. Rosendo Peñuelas por sus comentarios que fueron de gran ayuda y a todo el equipo de AGRO VIDA VERDE por apoyarme en este proyecto.

RESUMEN

La presente investigación trata sobre el desarrollo de un plan nutricional adaptado al cultivo de tomate saladette haciendo una nutrición con fertilizantes de la línea Compo Expert compara con la solución nutritiva Steiner con la intención de comparar resultados con una nutrición convencional y así demostrar que ciertos productos hacen que tengan diferentes comportamientos en el cultivo haciendo énfasis en el rendimiento por planta de tomate en invernadero.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
II. JUSTIFICACIÓN.....	5
III. OBJETIVOS.....	6
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
IV. MARCO TEORICO	7
4.1 Fundamentos teóricos	7
4.1.1 Tomate Saladette	7
4.1.2 Origen	7
4.1.3 Taxonomía y morfología	7
4.1.3.1 Partes morfológicas del tomate	8
4.1.4 Etapas fenológicas del cultivo de tomate	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	14
5.2 Localización del experimento	15
5.3 Preparación del terreno	15
5.4 Fertilización.....	15

5.5 Trasplante	16
5.6 Aplicaciones foliares	16
5.7 Riegos	16
5.8 Variables medidas.....	16
5.12 Bitácora de aplicación de fertilizantes y agroquímicos	18
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
VIII. REFERENCIAS	35
IX. ANEXOS.....	41

ÍNDICES DE CUADROS, TABLAS O FIGURAS.

Figure 1. Ubicación de donde se llevó a cabo el proyecto.	15
Figura 2. Variables agronómicas medidas en tomate cultivadas en invernadero.....	26
Figura 3. Altura de planta medida en dos tratamientos	27
Figura 4. Número de hojas por planta de cada tratamiento.....	28
Figura 5. Diámetro de tallo por planta de los tratamientos.	29
Figura 6. Número de racimos por planta de cada tratamiento.	30
Figura 7. Número de frutos por planta de los tratamientos.....	31
Figura 8. Peso por fruto de planta de los tratamientos.	32
Figura 9. Rendimiento por tratamiento	33
Figure 10. Muestreo de tierra	41
Figure 11. Trasplante de plantula de tomate	41
Figure 12. Estacones situados en los surcos	42
Figure 13. Aplicación de fertilizante Blaukorn a voleo.	42
Figure 14. Aplicación de Basfoliar Kelp O, Novatec Solub 12-60 y Novatec Solub 45..	43
Figure 15. Floración y cuajado de fruto	43
Figure 16. Fruto en verde.....	44
Figure 17. Fruto en proceso de maduración.	44
Figure 18. Apuntes de resultados.....	45

INTRODUCCIÓN

La agricultura en México es una actividad importante no sólo por la producción de alimentos sino también porque es generadora de empleos, de divisas y por las relaciones conexas que se tornan alrededor de la actividad (Álvarez *et al.*, 2017).

El cultivo de tomate es una hortaliza que se cultiva en grandes extensiones, de las cuales se obtienen importantes volúmenes de producción y que además participa de manera importante en la economía internacional, aspecto que no podría lograrse sin calidad del fruto; lograda en gran forma mediante la correcta nutrición y en particular por la aplicación de fuentes potásicas al cultivo. En el año 2020 se generó un valor de \$62 600 millones de dólares en el comercio internacional de tomate; mismo del que México participó con 46.7% siendo el máximo exportador en dicho año. Por otro lado, Estados Unidos importó 1 537 403 t, siendo el principal importador (FAO, 2022).

En consumo per cápita, Estados Unidos de América alcanza hasta 45.8 kg, mientras que México llega a 14.2 kg; sin embargo, si se toma en cuenta el rendimiento, México tiene un rendimiento promedio de 38 t ha⁻¹ (FAO, 2013).

La calidad en la producción de tomate es un factor determinante del precio y aceptación en el mercado, de modo que para el tomate fresco se valora el sabor, aroma y textura. Es importante mencionar que las variaciones que existen entre calidades en frutos de tomate se deben a muchos factores como: el sistema de producción respecto a hidroponía y suelo, Casierra y Aguilar (2008); el genotipo, López *et al.* (2015); el clima respecto a temporada de siembra, Gaspar *et al.* (2012), el riego, Fortes *et al.* (2013), las aplicaciones foliares de compuestos orgánicos, Terry y Ruiz (2010); la dosis en la

nutrición potásica, Ramírez *et al.* (2011); la forma orgánica o mineral de fertilización, Márquez *et al.* (2013).

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. La publicación de FAO de 1999 trata solamente los nutrientes absorbidos del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (FAO, 1999).

Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. Con los fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Todo esto promoverá el bienestar de su pueblo, de su comunidad y de su país.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con las proyecciones del Banco Mundial, la población mundial aumentará de nueve mil millones de personas en 2050. En ese caso, las consecuencias de un aumento de la población le serán familiares: toda esta gente deberá tener vivienda, vestirse y, sobre todo, ser alimentada. Hasta el 90 por ciento de este aumento necesario de la producción de alimentos tendrá que provenir de los campos ya cultivados (Jiang *et al.*, 2022).

En los países en desarrollo, la mayoría de los agricultores activos del sector de producción de alimentos son agricultores de pequeña escala que forman parte del área rural. La introducción de nuevos sistemas agrícolas y de tecnologías mejoradas es muy importante para ellos, dado que la mejora de la productividad resulta no sólo en más alimentos sino también en más ingreso (Vargas-Hernández, 2005).

En consecuencia, las actividades agrícolas tienen dos objetivos principales:

1. Suministrar a la población creciente de su país (o también a la de otros países) con las cantidades crecientes de alimentos y de fibras necesarias; y
2. proveer un ingreso satisfactorio para el agricultor y su familia.

Es difícil estimar exactamente la contribución de los fertilizantes minerales al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de muchos otros factores importantes.

No obstante, los fertilizantes continuarán a jugar un papel decisivo, y esto sin tener en cuenta cuáles tecnologías nuevas puedan aún surgir. Se estima que, a escala mundial,

aproximadamente el 40 % (del 37 al 43 %) del suministro proteínico de la dieta a mediados de la década de los noventa tuvo su origen en el nitrógeno sintético producido por el proceso Haber - Bosch para la síntesis de amoníaco (IFA. 1992).

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales.

En la empresa AGRO VIDA VERDE se realizó un desarrollo de cultivo de tomate saladette de la variedad SV8579 dentro del invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Guasave en el periodo de agosto-diciembre del presente año 2024 con la intención de comparar la nutrición por parte de la compañía Agro Vida Verde con la nutrición de los fertilizantes Compo Expert para dar con el resultado de cual tiene mayor rendimiento en comparación de una nutrición convencional.

II. JUSTIFICACIÓN

Un suministro suficiente de nutrientes es importante para un funcionamiento correcto de este proceso. Esto se debe al hecho de que, si uno de los nutrientes del suelo no está presente, la fotosíntesis se retrasa. Si el nutriente está presente, pero en cantidad insuficiente, la planta desarrolla signos de carencia (los síntomas de deficiencia). El crecimiento de una planta depende de un suministro suficiente de cada nutriente, y el rendimiento está limitado por los nutrientes que son restringidos (factor mínimo limitativo del rendimiento). En las prácticas agrícolas, este es el caso para el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el magnesio y el azufre. De allí, que estos nutrientes tienen que ser aplicados en la forma de fertilizantes minerales para obtener rendimientos satisfactorios IFA. (1992).

Este proyecto se llevará acabo con el interés y la necesidad de evaluar y analizar lo fertilizantes de Agro Vida Verde en la zona de Guasave Sinaloa, para evaluar los comportamientos sobre el cultivo de tomate saladette de la variedad SV8579 con esta fertilización y comparar esta misma con una nutrición convencional.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Medir el efecto de la nutrición de Compo Expert en el rendimiento de tomate

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir variables agronómicas del cultivo de tomate.
- Preparación de manejo agronómico

IV. MARCO TEORICO

4.1 Fundamentos teóricos

4.1.1 Tomate Saladette

El tomate o jitomate es el fruto de la planta *Solanum lycopersicum*, el cual tiene importancia culinaria, y es una verdura. Siendo el tomate clasificado botánicamente como una fruta, más precisamente como una baya, es comúnmente usado en arte culinario como un ingrediente vegetal o también como guarnición (Wikipedia, 2024).

4.1.2 Origen

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos. Desde Europa también se difundieron a Estados Unidos y Canadá. (InfoAgro, 2020)

4.1.3 Taxonomía y morfología

El tomate pertenece a la familia de las Solanaceae, cuyo nombre científico es *Solanum lycopersicum*.

Familia	Solanaceae
Género	<i>solanum</i>

Especie	<i>S. lycopersicum</i>
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i>
Nombre común	Tomate o Jitomate

4.1.3.1 Partes morfológicas del tomate

4.1.3.1.1 Planta

La planta es 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).

4.1.3.1.2 Sistema radicular

El 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).

4.1.3.1.3 Tallo principal

El tallo es de 2-4 cm 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.

4.1.3.1.4 Hoja

La hoja es 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.

4.1.3.1.5 Flor

La flor es 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.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente de 3 a 10 en variedades comerciales de calibre Mediana y Grande.

Es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito

algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical, y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, la cual se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan en las axilas cada 2-3 hojas.

4.1.3.1.6 Fruto

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso entre un gramo hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y 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. (InfoAgro, 2020)

4.1.4 Etapas fenológicas del cultivo de tomate

La fenología del tomate, entendida como el estudio de las etapas clave en el desarrollo de este cultivo, es fundamental para optimizar su rendimiento y calidad.

Conocer detalladamente las fases de crecimiento del tomate, desde la germinación hasta la cosecha, permite a los agricultores tomar decisiones informadas sobre riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, y prácticas de manejo adecuadas.

Esta comprensión detallada es crucial para enfrentar los desafíos del cambio climático y asegurar una producción sostenible y eficiente, adaptándose a las variaciones ambientales que afectan directamente el ciclo de vida del cultivo.

Así, la fenología del tomate se convierte en una herramienta indispensable para mejorar la productividad agrícola y la sostenibilidad del sector.

4.1.4.1 Etapas fenológicas del tomate

Las etapas fenológicas del cultivo de tomate se describen de la siguiente manera:

4.1.4.2 Germinación

La germinación en esta etapa dura aproximadamente de 5 a 10 días, las semillas de tomate germinan. La temperatura óptima para la germinación es entre 20-25 °C. Durante este periodo, la radícula emerge de la semilla, seguida por el hipocótilo que se eleva sobre la superficie del suelo.

4.1.4.3 Crecimiento vegetativo

Esta fase abarca desde la emergencia de la plántula hasta el inicio de la floración, extendiéndose de 25 a 35 días. Las plántulas desarrollan hojas verdaderas y comienzan a formar un sistema de raíces más robusto. Este es un periodo crítico para el manejo del riego y la nutrición.

4.1.4.4 Floración

La floración en los tomates inicia aproximadamente a las 4 a 7 semanas después de la siembra. Esta etapa es crucial, ya que las flores se desarrollarán en los frutos del tomate. La polinización adecuada durante esta fase es esencial para garantizar un buen cuajado del fruto.

4.1.4.5 Fructificación

Después de la polinización y fecundación, comienza la etapa de fructificación. Los frutos tardan alrededor de 20 a 30 días en desarrollarse desde la floración hasta alcanzar su tamaño completo. Durante este periodo, el manejo del agua y nutrientes es vital para el desarrollo adecuado del fruto.

4.1.4.6 Maduración

Esta fase dura entre 20 y 30 días. Los frutos cambian de color, típicamente de verde a rojo, dependiendo de la variedad. Durante la maduración, los frutos acumulan azúcares y otros compuestos que contribuyen al sabor y calidad del tomate.

4.1.4.7 Escala extendida BBCH para el tomate

La escala extendida (BBCH) para el cultivo de tomate es un sistema codificado diseñado para describir las etapas fenológicas de este cultivo de manera estandarizada.

Esta escala es fundamental para la investigación agrícola, la enseñanza, y las prácticas de manejo agrícola.

Se divide en varias etapas principales, cada una representada por un primer dígito del 0 al 9, que a su vez se subdividen en etapas secundarias, indicadas por un segundo dígito.

- **Germinación:** Comienza con la imbibición de agua por la semilla (00) y termina con la emergencia de la plántula (09).
- **Desarrollo de las hojas (plántula):** Se inicia con la aparición de la primera hoja verdadera (10) y se continúa con el desarrollo sucesivo de las hojas (19).

- **Formación de brotes laterales (tillering):** En el tomate, esta etapa puede incluir la formación de brotes laterales en las axilas de las hojas (20-29).
- **Desarrollo de los órganos de cosecha:** Comienza con la inflorescencia visible (40) y se extiende hasta la floración (49).
- **Floración:** Desde la apertura de la primera flor (50) hasta la floración completa (59).
- **Desarrollo del fruto:** Se inicia con la formación del fruto (60) y continúa hasta el inicio de la maduración del fruto (69).
- **Maduración del fruto:** Comienza con el inicio de la maduración del fruto (70) y culmina con la maduración completa (79).
- **Senescencia:** Incluye el comienzo de la senescencia de las hojas y frutos (80) hasta la muerte de la planta (89).

Esta escala BBCH es ampliamente utilizada por su precisión y universalidad, permitiendo una descripción y comparación clara de las etapas fenológicas en el tomate entre diferentes estudios y prácticas agrícolas. (Agricultura, 2019)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Las actividades se iniciaron con la limpieza del área. Se preparó la cama donde se establecerían las plantas. El transplante se realizó el 2 de octubre 2024 colocando una plántula de tomate a 0.40 m entre plantas, a una separación de 1.20 m entre hileras, con ayuda de una cinta y un estacón se iban marcando los orificios por los cuales se plantarían las plántulas.

Se establecieron los estacones con una distancia de tramo a tramo de cada 1.5 m, estos se pusieron con ayuda de “el niño” el cual es una herramienta la cual ayuda a clavar los estacones al suelo.

El primer tratamiento se puso cintilla de riego las cuales tienen goteros cada 20 cm, se conectó a un tinaco de 500 lt de agua y en el primer riego se aplicó un enraizante el cual fue Basfoliar Kelp O para asegurar el amarre, se comenzó a aplicar fertilización 2 veces por semana con diferente dosificación dependiendo el estado de crecimiento en el que se encontrara la planta y así continuamente.

El segundo tratamiento consistió en la aplicación de la solución nutritiva con una conductividad eléctrica de 0.5 d/sm y se aplicó una vez por semana que se incrementó con la edad de la planta y se dieron riegos cada semana. Este se preparaba en otro tinaco diferente al del tratamiento 1.

5.2 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo dentro de un invernadero ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave, el cual se ubica en el Burriñoncito, entrada a la Brecha a un costado de la carretera internacional, Guasave Sinaloa.

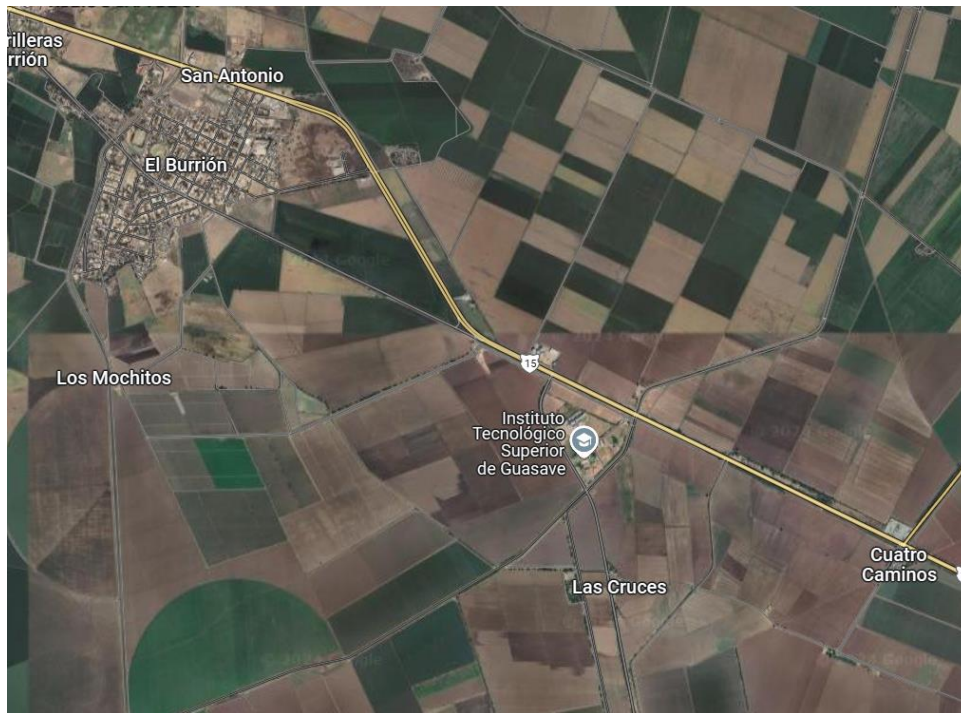


Figure 1. Ubicación de donde se llevó a cabo el proyecto.

5.3 Preparación del terreno

La preparación de terreno se llevó a cabo unas semanas antes de hacer el trasplante, con ayuda de un equipo rotor se aflojo el suelo y dejar la cama lista.

5.4 Fertilización

Toda la fertilización por parte del desarrollo del surco del estudiante se llevó a base de fertilizantes de la línea Compo Expert.

5.5 Trasplante

Se realizó el trasplante de la plántula el miércoles 2 de octubre 2024.

5.6 Aplicaciones foliares

Las aplicaciones foliares se realizaron con ayuda de una bomba TRUPER con capacidad de 2 litros con una solución de 5 gr/lit de Basfoliar Ps, 2.5 gr/lit de Basfoliar Kelp O, 1 gr/lit de Fetrilon Combi 2 y 1 ml/lit de Basfoliar Buffer Plus.

5.7 Riegos

Los riegos se hacían por día con un lapso aproximado de 30 min por medio de manguera de riego (sistema de goteo).

Se instaló un sistema de riego por goteo para suministrar agua y una solución nutritiva de Steiner (1961) al 25 %, aplicada una vez por semana e incrementada progresivamente según la edad de la planta, al igual que el riego (Steiner, 1984).

5.8 Variables medidas

En este trabajo se midieron las siguientes variables:

Altura de planta: se midió con una cinta métrica desde la base de planta hasta la el ápice tallo más alto. Numero de hojas: consistió en contar todas las hojas de la planta. Numero de frutos: se cosecharon todos los frutos de la planta y se contaron. Peso de frutos: se pesaron todos los frutos en una báscula digital. Rendimiento por planta: Para determinar cuánto rendimiento por planta, se tomó una planta totalmente al azar de ambos

tratamientos y contar frutos y floración de cada una de ella para sacar un promedio de rendimiento.

5.9 Diseño experimental

Estos materiales fueron distribuidos en el terreno de acuerdo con el diseño experimental de completamente al azar, con dos repeticiones. La parcela experimental consistió en dos camas de 20 metros de largo. La unidad experimental fue una planta.

5.10 Manejo agronómico

Una vez establecidas las plantas en el suelo, se realizó un monitoreo constante para detectar las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo. Para su prevención y control, se aplicaron productos químicos y biológicos. La plaga más común fue la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Para su manejo, se utilizó Muralla Max® a una dosis de 1 ml/L. La polinización se realizó manualmente golpeando suavemente los cables de soporte de las plantas.

5.11 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza; al obtenerse diferencias entre las medias, se implementó la prueba de separación de medias por el método Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el programa estadístico SAS (versión 9.0).

5.12 Bitácora de aplicación de fertilizantes y agroquímicos

Se trasplanto - miércoles 2 de octubre

Lunes 7 de octubre - Se realizó aplicación

- 12 gr de Solub 45

- 12 gr de Solub 12-60

- 3 ML de Kelp O

- 3 ML de Vitanica RZ O

- Blaukorn al voleo

Jueves 10 de octubre - Se realizó aplicación

- 12 gr de Solub 45

- 12 gr de Solub 12-60

- 3 ML de Kelp O

Martes 15 de octubre - Se realizó aplicación

- 12 gr de Solub 45

- 12 gr de Solub 12-60

- 3 ML de Kelp O

3 ML de Vitanica RZ O

Viernes 18 de octubre - se realizó aplicación

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

5 ml de Agrimec x lt

2.5 ml de consist max x lt

Miércoles 23 de octubre - se realizó aplicación

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Miércoles 30 de octubre - se realizó aplicación

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Martes 05 de noviembre - se realizó aplicación

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Jueves 07 de noviembre - se realizó aplicación

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Se pusieron dos hilos más (3 en total)

Se desbroto el tallo inferior

Martes 12 de noviembre - se realizó aplicación

Fertirriego

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Basfoliar Buffer

Jueves 14 de noviembre - se realizó apli (Hernandez Bautista., 2014)cación

Fertirriego

12 gr de Solub 45

12 gr de Solub 12-60

10 gr de HydroSpeed CaB Max

10 gr de Hakaphos Base

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Basfoliar Buffer

Martes 26 de noviembre - se realizó aplicación y se puso el 5to hilo

Fertirriego

20 gr de base

15 gr de HydroSpeed

2 gr de Fetrilon

15 gr de Solub 45

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Basfoliar Buffer

Martes 3 de diciembre - se realizó aplicación y se puso el 6to hilo

Fertirriego

20 gr de Hakaphos Base

15 gr de HydroSpeed CaB Max

2 gr de Fetrilon Combi 2

2 gr de Basafer Plus

10 gr de Sulfato de Mg

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Basfoliar Buffer Plus

Jueves 5 de diciembre - se realizó aplicación

Fertirriego

20 gr de Hakaphos Base

15 gr de HydroSpeed CaB Max

2 gr de Fetrilon Combi 2

2 gr de Basafer Plus

10 gr de Sulfato de Mg

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Basfoliar Buffer Plus

Miércoles 11 de diciembre - se realizó aplicación

Fertirriego

20 gr de Hakaphos Base

15 gr de HydroSpeed CaB Max

2 gr de Fetrilon Combi 2

2 gr de Basafer Plus

10 gr de Sulfato de Mg

Foliar

5 gr/lit de Basfoliar PS

2.5 ml/lit de Basfoliar Kelp O

1 gr/lit de Fetrilon Combi 2

1 ml/lit de Big

1 ml/lit de Basfoliar Buffer Plus

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las características medidas se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variables medidas y solo el diámetro de tallo no fue significativo (Cuadro 2). Se muestra que los tratamientos existen una variación.

Variable	Desviación		Diferencia Mínima	
	Media	estándar	Min-Max	Significativa
Altura de Planta	228.2*	9.9	215-241	5.23
Número de Hojas	61.2*	19.5	37-80	4.03
Diámetro de Tallo	8.4No	1.5	7.0-10.8	2.47
Número Racimos	8.8*	2.5	6-12	0.92
Número Frutos	28.2*	10.3	6-39	1.3
Peso Promedio de fruto (g)	67.3*	10.8	55.7-80.1	5.25
Rendimiento (kg planta ⁻¹)	1.5*	0.3	1.3-1.9	0.2

Figura 2. Variables agronómicas medidas en tomate cultivadas en invernadero.

Los parámetros estadísticos muestran una variación en sus evaluaciones de desviación estándar y diferencia mínima significativa con el número y peso de fruto con los valores más altos, Diferencia Mínima Significativa fue mayor en altura de planta y peso promedio de frutos.

6.1 Altura de planta

La altura de planta que se muestra en la Figura 3. Muestra que el tratamiento en donde se aplicó la solución Steiner las plantas tuvo un mayor crecimiento (2.36 m) en comparación con la nutrición Compo Expert (221) y según Hernández-Bautista et al. (2014) dicen que la altura es una característica importante en la selección y en la obtención de plantas con porte bajo y con respecto al manejo agronómico. (Hernandez Bautista., 2014)

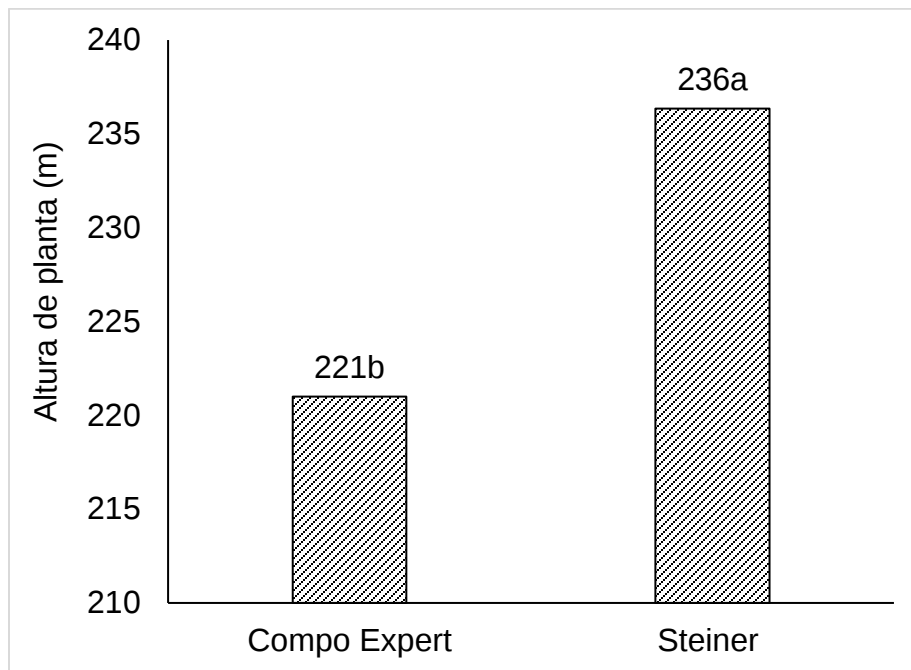


Figura 3. Altura de planta medida en dos tratamientos

6.2 Número de hojas

En la gráfica 4, se aprecia el número de hojas en la cual se muestra la media de cada tratamiento, haciéndose ver que el tratamiento Compo Expert tiene una diferencia significativa en comparación con el tratamiento de Steiner y según, Dong *et al.* (2024) menciona que las hojas y los tallos son fuentes principales del suministro de fotosintatos para los frutos. (Dong, 2024)

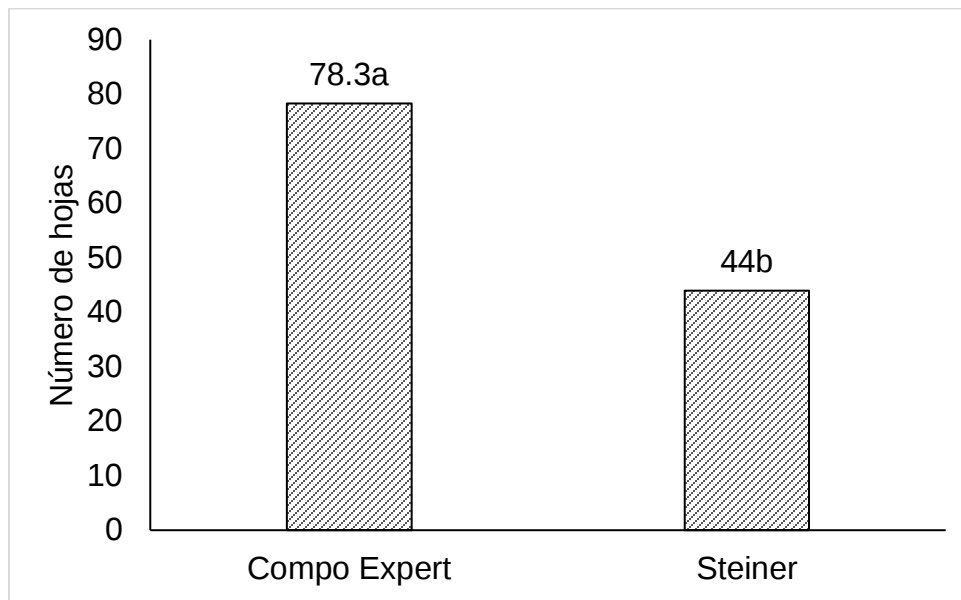


Figura 4. Número de hojas por planta de cada tratamiento.

6.3 Diámetro de tallo

En la figura 5 se observa que en los resultados obtenidos en el diámetro de tallo no tienen una diferencia significativa y se debe a que son iguales y son la misma variedad.

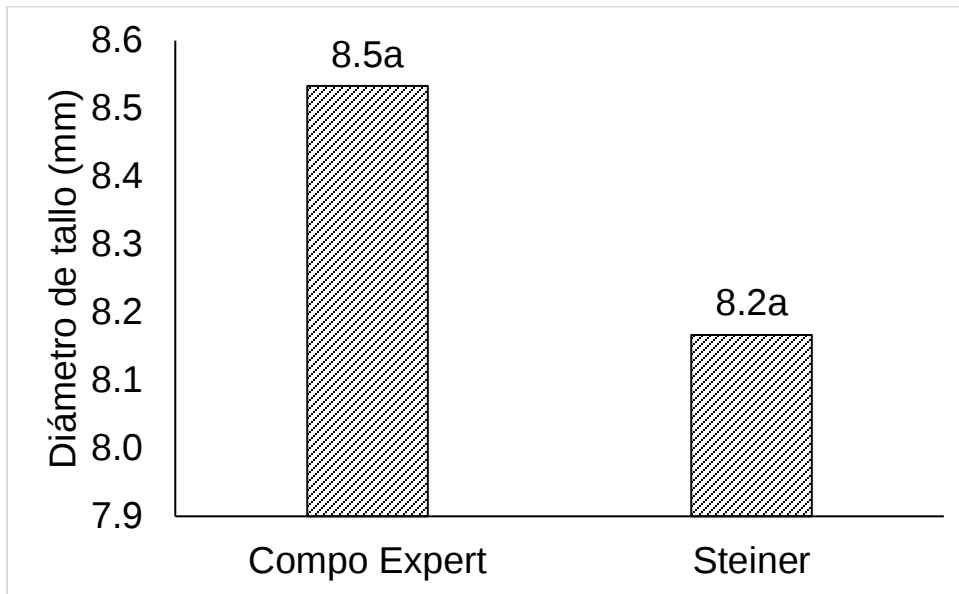


Figura 5. Diámetro de tallo por planta de los tratamientos.

6.4 Número de racimos

La figura 6 se observa que los números de racimos en el tratamiento de Compo Expert tiene una media de 11 racimos, en comparación con el tratamiento de Steiner que tiene 7 racimos de media, habiendo una diferencia significativa de tratamiento a tratamiento.

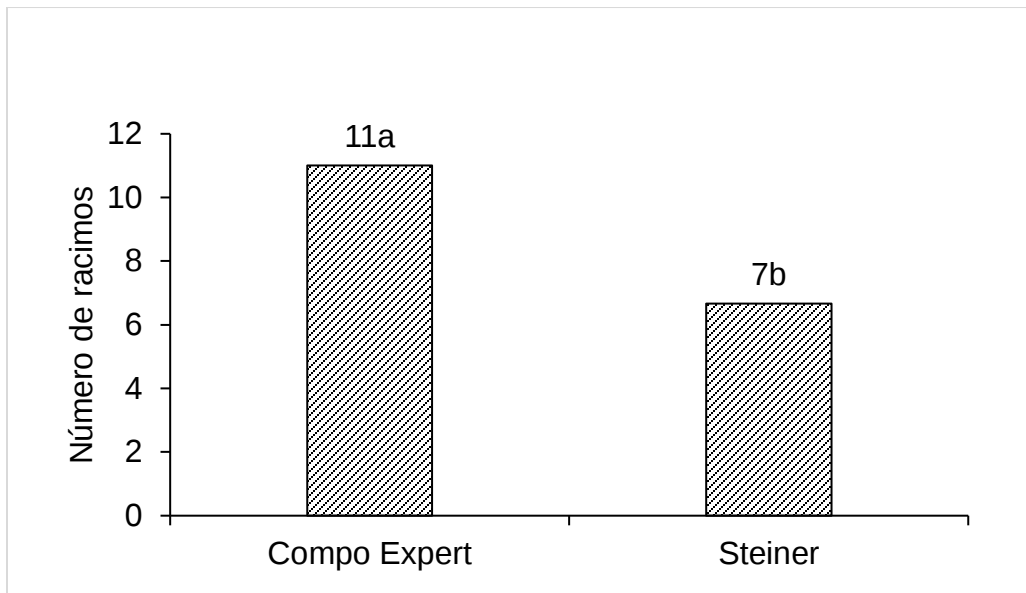


Figura 6. Número de racimos por planta de cada tratamiento.

6.5 Número de frutos

En el número de frutos se nota una diferencia a favor del tratamiento de nutrición Compo Expert, teniendo un resultado de 32 en comparación con el Steiner que tiene 24 frutos (Figura 7) y Raya y colaboradores (2024), menciona que las prácticas culturales aplicadas al cultivo como el riego, la fertilización, densidad de plantas, poda de hojas, raleo de frutos, número de tallos son algunos métodos que se han realizado para incrementar el número de frutos y que se traducirá en el rendimiento. (Raya, Parra, Cid, Santos, & Ríos, 2024)

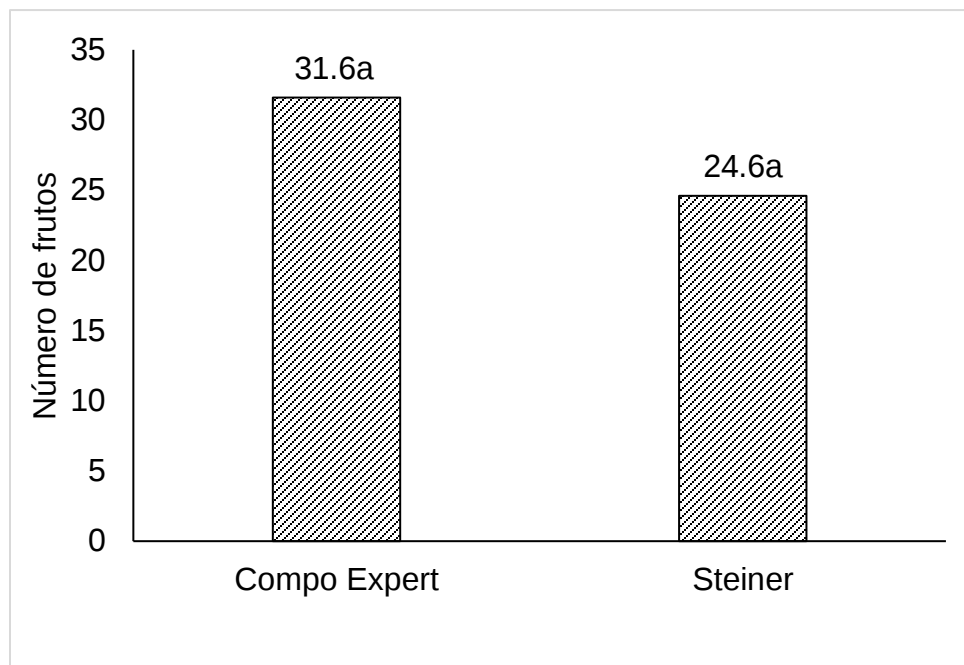


Figura 7. Número de frutos por planta de los tratamientos.

6.6 Peso de frutos

En la figura 8. Se observa que el tratamiento Compo Expert presenta mayor peso de fruto con respecto al otro tratamiento Steiner, teniendo un valor de 76.7 g por fruto, en comparación con el tratamiento Steiner con una media de 57.8 g. Según Kinet y Peet (1997), el tamaño final del fruto está estrechamente relacionado con numerosos parámetros, como el número de carpelos del ovario, el número de semillas, la posición del fruto en el racimo, la posición del racimo en la planta y de las condiciones ambientales dominantes durante la fase de crecimiento del racimo. El suministro de fotoasimilados y agua a son muy importantes para el crecimiento y desarrollo, que determinan la calidad de la fruta (Guichard *et al.*, 2005).

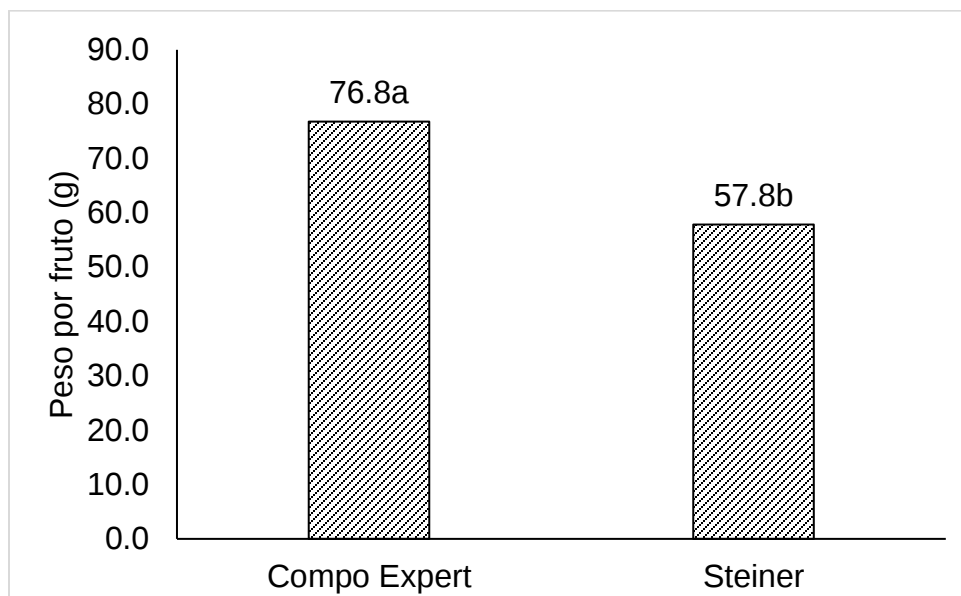


Figura 8. Peso por fruto de planta de los tratamientos.

6.7 Rendimiento

En figura 9. Se observa que el tratamiento Compo Expert tiene un mayor rendimiento ($1.8 \text{ kg planta}^{-1}$) sobre el tratamiento Steiner ($1.3 \text{ kg planta}^{-1}$). El alto potencial de producción del tomate hace que requiera grandes cantidades de nutrientes para compensar la alta producción de biomasa (Duarte *et al.*, 2011). La nutrición se explica en función de la participación de los nutrientes en el metabolismo de la planta, presenta impacto importante en el crecimiento y desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos (Mejía de Tafur *et al.*, 2007).

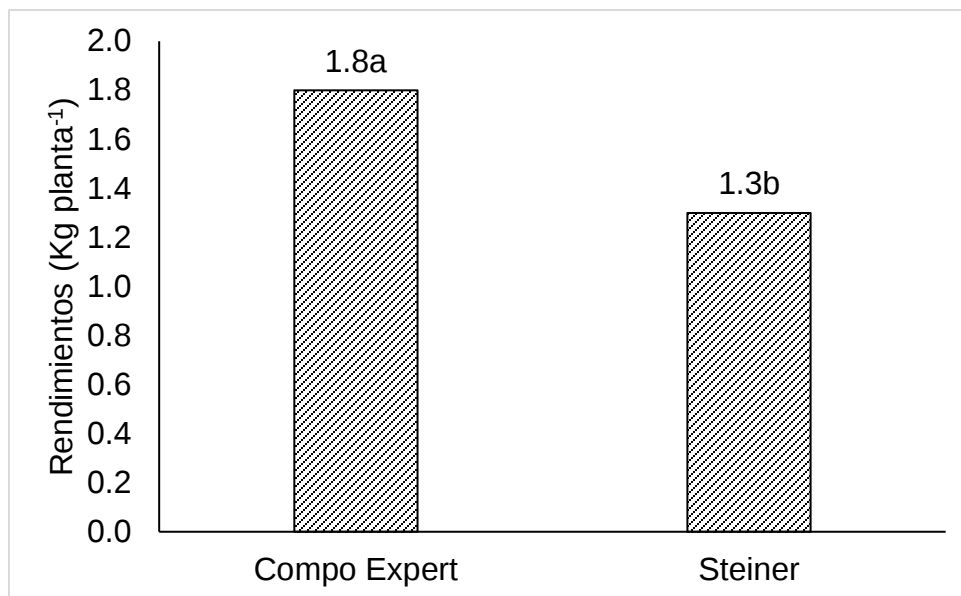


Figura 9. Rendimiento por tratamiento

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados muestran que nutrición Compo Expert genero el mayor rendimiento con 0.5 kg planta⁻¹.

La nutrición Compo Expert presento frutos de mayor peso de 19 gr planta⁻¹.

El tratamiento con la nutrición de Compo Expert es más eficaz en el llenado de fruto y rendimiento de planta.

Se pudo observar en las primeras semanas del trasplante y al momento de comenzar la aplicación que la planta con el tratamiento de Compo Expert reaccionó de una manera positiva, marcando una diferencia significativa comparado con el tratamiento de solución Steiner.

Recomiendo el uso de fertilizantes de la marca Compo Expert para la nutrición de cultivo de tomate, ya que genero un mayor rendimiento en comparación con la nutrición Steiner.

VIII. REFERENCIAS

- Agricultura, B. (2019). *Blog Agricultura*. Obtenido de Blog Agricultura:
<https://blogagricultura.com/etapas-fenologicas-tomate/>
- Agro Métodos. (2021). *AGROMETODOS*. Obtenido de El uso de las algas marinas en la agricultura: <https://www.agrometodos.com/algas-marinas/>
- AGROACTIVO. (2024). *AgroActivo*. Obtenido de Funciones de las hormonas vegetales:
<https://agroactivocol.com/sin-categoria/funciones-de-las-hormonas-vegetales/>
- Agromatica. (2023). *Agronet*. Obtenido de Agronet:
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Plagas-y-Enfermedades-del-Tomate.aspx>
- Alltech. (2021). *Alltech*. Obtenido de Algas y agricultura: <https://www.alltech.com/es-es/blog/algas-agricultura>
- Baña, A. B. (Julio de 2019). *ruc.udc.es*. Obtenido de Efecto de los extractos de las algas *Cystoseira baccata* e *Himanthalia*:
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24163/FachadoBa%C3%B1a_AnaBelen_TFG_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Benítez, K. M. (2 de Diciembre de 2016). *Portafolio Digital Kretheis Márquez*. Obtenido de Conservación de suelos y agua:
<https://portafoliodigitalkretheismarquez.wordpress.com/ing-de-conservacion-de-suelos-y-aguas/conservacion-de-suelos-y-aguas/>
- Biología Organismal Vegetal. (s.f.). *Germinación de semillas*.

BUAP. (s.f.). *Germinación de semillas y efecto de Mammillaria pectinifera*.

Dong, H. L. (2024). *The genetic basis and improvement of photosynthesis in tomato*.

Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2023.06.007>

Duarte, D. C. (2011). *Criterios de curvas de acumulación de biomasa para la dosificación de la fertirrigación ecológica del tomate en organopónico*.

FECIC. (1 de Abril de 2020). *FECIC*. Obtenido de Breve historia sobre la conservación de los suelos: <https://fecic.org.ar/breve-historia-sobre-la-conservacion-de-suelos-en-el-pais/>

Fertitienda. (2014). *Fertitienda*. Obtenido de Giberelinas, auxinas y citoquininas en agricultura: <https://fertitienda.com/blog/giberelinas-auxinas-y-citoquininas-en-agricultura-n24>

GOB.MX. (2020). *GOB.MX*. Obtenido de GOB.MX: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/sabes-cual-es-la-importancia-de-los-suelos>

Greenpeace México. (13 de Julio de 2021). *Greenpeace México*. Obtenido de ¿Porqué es importante la conservación del suelo?: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/10603/por-que-es-importante-la-conservacion-del-suelo/>

Guichard, S. C. (2005). *Analysis of Growth and Water Relations of Tomato Fruits in Relation to Air Vapor Pressure Deficit and Plant Fruit Load*.

Hernandez Bautista., L. O. (2014). Variación fenotípica, heterosis y heredabilidad de una cruce interespecífica de jitomate. .

Hernandez, R. (2018). *SciELO*. Obtenido de Las algas como potenciales estimulantes del crecimiento vegetal para la agricultura en México: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-88972018000100129&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

IFA. (1992). *Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes*. Obtenido de <http://www.fertilizer.org>

InfoAgro. (2020). *Info Agro*. Obtenido de Info Agro: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp

InfoAgro. (s.f.). *InfoAgro*. Obtenido de InfoAgro: https://www.infoagro.com/documentos/el_proceso_germinacion_semillas__conceptos_y_tipos_germinacion.asp

Intagri. (2024). *Intagri*. Obtenido de Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>

JG., V.-H. (2005). El impacto económico y social de los desarrollos recientes en las políticas agrícolas y rurales e instituciones en México. En *Agricultura Sociedad y desarrollo* (págs. 97-122).

Jiang, X. Z. (2022). *Combining novel technologies with interdisciplinary basic research to enhance horticultural crops*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/tpj.15553>

Jordan, M. (2006). *EXA.UNNE.EDU*. Obtenido de Hormonas y reguladores de crecimiento: auxinas giberelinas y citocininas : <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

Kinet, J. y. (1997). *The physiology of vegetable crops*. Wallingford.

Lagos, D. T. (2017). *Info Agro*. Obtenido de Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>

Mejía de Tafur, M. S. (2007). Respuesta del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes.

Montenegro, D. D. (2017). *Intagri*. Obtenido de Las Hormonas Vegetales en las Plantas. Serie Nutrición Vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas/>

Porto, J. P. (12 de Febrero de 12). *Definicion.DE*. Obtenido de Definicion.DE: <https://definicion.de/germinacion/>

Raya, V., Parra, M., Cid, M., Santos, B., & Ríos, D. (2024). *Effect of Different Intensities of Leaf Removal on Tomato Development and Yield*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/horticulturae10111136>

Riego. (2022). *Riego*. Obtenido de La agricultura y su dependencia del agua de riego: <https://riego.com/blog/la-importancia-de-la-conservacion-del-agua-en-la-agricultura-y-como-implementar-practicas-de-conservacion>

Samperio, G. (s.f.). *EXA.UNNE.EDU*. Obtenido de Germinación de semillas:
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Germinaci%C3%B3n%20de%20semillas.pdf>

SciELO. (2007). *SciELO*. Obtenido de Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015001002437

SciELO. (2019). *SciELO*. Obtenido de Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109

Steiner, A. (1984). The universal nutrient solution. En A. Steiner. Netherlands.

StudySmarter. (2024). *StudySmarter*. Obtenido de Hormonas Vegetales:
<https://www.studysmarter.es/resumenes/biologia/reino-vegetal/hormonas-vegetales/>

Terralia. (2024). *Terralia*. Obtenido de Ecklonia maxima:
https://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/view_composition?composition_id=19453

Tsukanka, L. (2023). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de EFECTO DE UN EXTRACTO DE ALGAS MARINAS Y HORMONAS DE CRECIMIENTO EN CULTIVO DE MAÍZ HÍBRIDO DEKALP 7088 EN EL CANTÓN DE FRANCISCO

DE

ORELLANA:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19039/1/13T01077.pdf>

Universidad Nacional de la plata. (2020). El suelo: un universo invisible. *Mantenimiento de espacios verdes*, págs. 01-07.

Villén, M. (2023 de Septiembre de 2023). *Conasi.eu*. Obtenido de Conasi.eu:
<https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/los-7-secretos-para-una-germinacion-perfecta/>

Wikipedia. (7 de Diciembre de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Tomate>

IX. ANEXOS



Figure 10. Muestreo de tierra



Figure 11. Trasplante de plantula de tomate



Figure 12. Estaques situados en los surcos



Figure 13. Aplicación de fertilizante Blaukorn a voleo.



Figure 14. Aplicación de Basfoliar Kelp O, Novatec Solub 12-60 y Novatec Solub 45



Figure 15. Floración y cuajado de fruto



Figure 16. Fruto en verde.



Figure 17. Fruto en proceso de maduración.

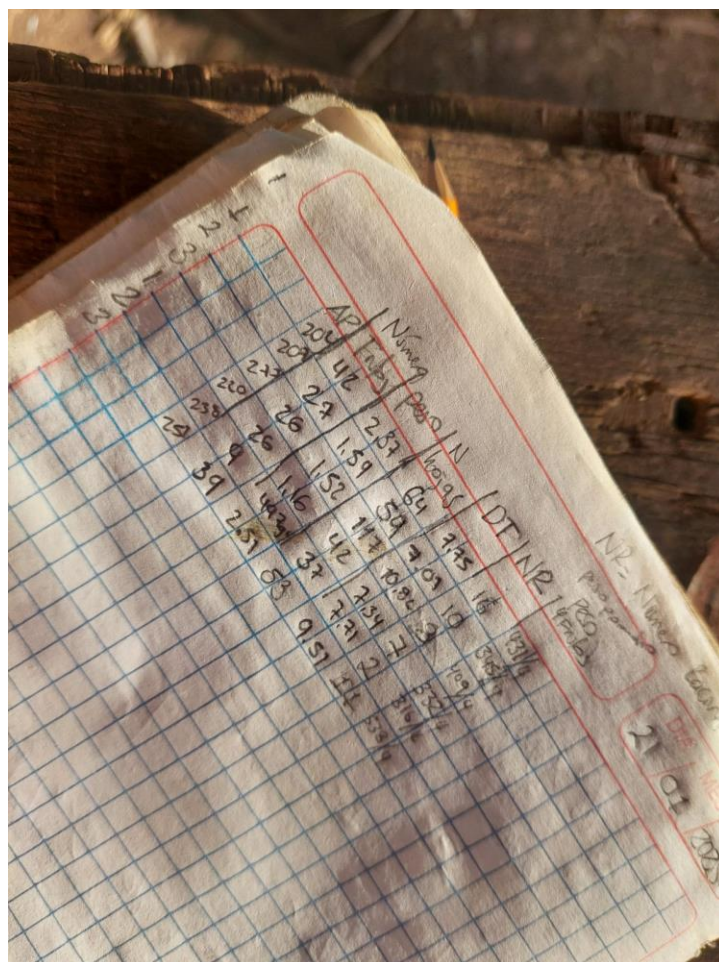


Figure 18. Apuntes de resultados.