

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido. Info agro (s/f).

El tomate es originario de Sudamérica y su cultivo está extendido por todo el mundo, aunque se produce las mayores cosechas en los climas cálidos y con buena iluminación. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) 2013. En Bolivia el departamento de Santa Cruz tiene mayor superficie cultivada de tomate 1721 hectáreas (39.9%) seguido de Cochabamba con 1139 hectáreas (26,4%).

El rendimiento del tomate puede verse afectado por diversos factores, entre ellos el calcio es fundamental para el desarrollo de las raíces, las hojas y el rendimiento del tomate. Es importante aplicar calcio al inicio del cultivo y mantener un suministro equilibrado con el potasio y el magnesio.

El calcio es un componente estructural de la pared celular y están implicado en la permeabilidad de la membrana plasmática. Por tanto, interviene en el transporte de foto asimilados, es decir, contribuye al llenado de los frutos. El crecimiento de nuevas brotaciones y de nuevas raíces depende de niveles óptimos de calcio. La falta de calcio en el cultivo de tomate se debe a que el calcio es una molécula grande que se traslada lentamente por la planta. Por lo tanto, es importante aplicar calcio al principio del cultivo, antes de que se presente la deficiencia. La podredumbre apical es una enfermedad que se da por falta de calcio. Cultivers (2023).

Las cáscaras de huevo cuentan con un importante aporte de nutrientes que son eficientemente aprovechados por las plantas. Las cáscaras de huevo de gallina están formadas por un 96% de carbonato de calcio y en menor porcentaje por otros minerales como el fósforo y el magnesio que facilitan la absorción del mismo. Gómez D. (2011).

El tomate es un cultivo que requiere en cantidades relativamente grandes de calcio ya que éste fomenta la germinación del polen , influye en el crecimiento y salud de las células y tejidos conductivos, tiene una influencia clave en el fruto del tomate sobre todo en la podredumbre apical por tanto el calcio se necesita en todas las etapas fenológicas del cultivo por esta razón se planteó investigar el efecto del calcio en el cultivo del tomate obteniendo a partir de las cáscaras de huevo de gallina puesto que el calcio ayuda a minimizar la descomposición de pectinas ayudando a conservar la fortaleza de la pared celular Yara (2023).

JUSTIFICACIÓN

Se seleccionó este trabajo a la problemática que vive el sector agrícola en cuanto a la gran demanda de la calidad del tomate. Por otro lado, cabe resaltar que la firmeza del fruto del tomate se reduce durante la maduración y el uso de calcio ayuda a minimizar la descomposición de pectinas ayudando a conservar la fortaleza de la pared celular, los tomates firmes son más resistentes y cuentan con mayor vida anaquel mejorando así su aptitud para el transporte y almacenamiento en este sentido el desarrollo de esta investigación puede contribuir a mejorar el producto final del fruto de tomate y minimizar el problema de descomposición que sufre este cultivo Seipasa (2022).

Esta investigación tiene sentido de prevención y concientización hacia la población, presentando una técnica sencilla y de fácil manejo para el sector agrícola especialmente en huevos caseros, debido a que es un proceso natural, que se lleva a cabo mediante el uso de los nutrientes que posee la cáscara del huevo, principalmente el calcio en su forma de carbonato de calcio, para permitir el fortalecimiento y mejor desarrollo del cultivo. Además, en la misma se fomenta la utilización y aprovechamiento de nutrientes contenidos en materia orgánica que regularmente se desecha a nivel doméstico, como lo es la cascara de huevo, lo que también contribuye a una disminución de costos de inversión monetaria en el mantenimiento de los sembradíos y/o huertos Avines (2023)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se eligió investigar este tema porque en la actualidad existe una gran crisis en el mundo agrícola que pueden causar problemas en el crecimiento, rendimiento y desarrollo de los cultivos en general, incluyendo el tomate donde se encuentra la denominada podredumbre o también conocida como pudrición de los vegetales generada por causas parasitarias y exceso de humedad, esta condición es muy frecuente en todo el mundo agrícola ya que afecta el rendimiento del cultivo del tomate. Su crecimiento y producción de la podredumbre apical se ve favorecido en el rendimiento. La disponibilidad de calcio a mitad de temporada es crítica para obtener una alta producción y que den frutos de manera adecuada (Yara, 2023).

El calcio es un mineral de suma importancia en los cultivos ya que es un componente esencial en el desarrollo de los vegetales y en general de los órganos en crecimiento. Es un elemento poco móvil dentro de la planta por lo que su eficiencia se manifiesta rápidamente en las zonas del crecimiento del cultivo y se ve reflejado en bajos rendimientos del cultivo de tomate.

Existen diversas maneras de proporcionar este elemento a los cultivos una de ellas es la obtención de calcio a través de las cáscaras de huevo. Las cáscaras de huevo contienen 93% de carbonato de calcio y 1% de nitrógeno por lo que se constituye un excelente fertilizante de manera natural y sin aditivos químicos artificiales, pero debe ser aplicada en cantidades pequeñas, pues el exceso provoca alcalinización.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del calcio de las cascaras de huevo en el crecimiento de dos variedades de tomate en la comunidad de Chocloca con el fin de determinar su rendimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el número de frutos de tomate con podredumbre apical.
- Determinar los rendimientos de dos variedades de tomate, Nativo y Vergel, con la aplicación de tres dosis de calcio (cascar de huevo).
- Comparar el crecimiento de las plantas de tomate en presencia y ausencia de calcio de las cascaras de huevo en las dos variedades de tomate.

HIPÓTESIS

- H1: existe diferencias del rendimiento entre variedades y la aplicación de calcio en el cultivo del tomate.

1. Origen del cultivo del tomate

La planta del tomate es original del oeste de Sudamérica, específicamente de la región de los Andes, de una amplia zona que compone desde Ecuador hasta Chile y Bolivia, y su cultivo se extendió por Centroamérica y el actual territorio mexicano antes de la llegada de los europeos. Estos frutos nativos y silvestres eran como pequeñas vallas, y predominaban los de color amarillo y verde en vez de rojo.

Las evidencias señalan que la domesticación se produjo en dos etapas, la primera se inicia en los Andes donde se seleccionaron los frutos de mayor tamaño para producir semillas por autofecundación. En la segunda etapa se llevan a México donde las culturas prehispánicas, mayas y aztecas continúan su domesticación.

También en territorio mexicano presenta evidencias del cultivo de tomate hacia el año 700 a.C. Es probable que las civilizaciones nativas que habitaron los actuales territorios de México y Perú antes de la llegada de los europeos, domesticarán el cultivo del tomate de manera independiente y coetánea. Por ello, cualquiera de los dos países se postula como origen del cultivo de tomate, y no hay evidencias que definan sobre uno u otro.

Cuando el tomate llegó a América Central, la civilización Maya lo cultivo y le adjudicó propiedades mágicas: todo aquel que presenciara la ingestión de sus semillas adquirirá poderes adivinatorios. Su nombre en español deriva del azteca xitomatl. De hecho, en México todavía se denomina jitomate (tomate de ombligo), término procedente del azteca xicttitomatl. (mundo huerto, 2018).

1.1 Importancia del cultivo de tomate

La importancia del tomate surge a partir de sus beneficios para la salud, de su sabor y de sus cualidades como producto alimenticio.

China es el mayor productor mundial de tomate con 68.241,811 millones de kilos. La extensión de terreno que China dedicó en 2022 a producir tomate, fue de 1.137.416 hectáreas, con un rendimiento por metro cuadrado de 5,99 kilos

El segundo productor mundial es India con 20.694 millones de kilos de tomate producidos en 2022, sobre una superficie de 843.000 hectáreas y un rendimiento de 2,45 kilos por metro cuadrado.

Turquía ocupa la tercera posición mundial por producción de tomate, con un volumen de 13.000 millones de kilos, una superficie de 158.719 hectáreas y un rendimiento de 8,19 kilos/m².

El cuarto lugar está ocupado por Estados Unidos con 10.199.753 millones de kilos, 106.757 hectáreas y un rendimiento de 9,55 kg/m².

La quinta posición la ocupa Egipto con 6.275.444 millones de kilos de tomate, cultivados sobre una superficie de 143.618 hectáreas que dieron un rendimiento medio de 4,36 kilos por metro cuadrado.

España ocupa el décimo lugar con una producción total de 3.651'94 millones de kilos de tomate, cultivados sobre 45.150 hectáreas, obteniendo un rendimiento medio de 8,09 kilos por metro cuadrado. (FAO, 2022).

Cuadro 1. Producción mundial de tomate

País	Producción (t)	Superficie (ha)	Kilos/m²
China	68.241.811	1.137.416	5,99
India	20.694.000	843.000	2,45
Turquía	13.000.000	158.719	8,19
Estados unidos	10.199.753	106.757	9,55
Egipto	6.275.444	143.618	4,36

Fuente: FAO Elaboración: hortoinfo, 2022.

1.1.2 Países exportadores del tomate

La exportación de tomate en el mundo presentó un incremento promedio anual en volumen de 0.9% durante el periodo 2011-2020. En 2020 hubo un decremento de 7.6% con respecto a 2019, año en el que se tuvo el máximo de volumen, pasando de 8,074,526 a 7,458,437 toneladas. México es el mayor exportador de tomate y Estados Unidos el mayor importador, de acuerdo con FAOSTAT, la principal base de datos de la FAO.

En 2020, México lideró la exportación de tomate con 1,826,715 toneladas y un valor de 2,606 millones de dólares, lo que representó el 23.5% del volumen total y el 26.4% del valor total de las exportaciones mundiales.

En segundo y tercer lugar quedaron Países Bajos y España con 1,024,069 y 734,223 toneladas, que representaron el 13.2% y el 9.4% del volumen total de tomate exportado en el mundo, respectivamente; completaron las primeras cinco posiciones, Marruecos con el 7.7% y Turquía con el 6.6%. (Produce play, 2022).

Cuadro 2. Principales exportadores del tomate en 2020

País	Volumen (t)	Volumen (%)	Valor (mdd)	Valor (%)
México	1,826,715	23.5	2,606	26.4
Países bajos	1,024,069	13.2	1,919	19.4
España	734,223	9.4	1,074	10.9
Marruecos	596,719	7.7	770	7.8
Turquía	513,835	6.6	310	3.1

Fuente: FAO-FAOSTAT/ProducePay 2020

1.1.3 Países importadores de tomate

Estados Unidos constituye el país que realiza anualmente más importaciones de tomate, alcanzando 1,838,372 toneladas en 2020, que se tradujeron en el 24.6% del total mundial y que generaron 2,918 millones de dólares.

Cuadro 3. Principales países importadores en 2020

País	Volumen (t)	Volumen (%)	Valor (mdd)	Valor (%)
Estados unidos	1,838,372	24.6	2,918	29.9
Alemania	739,194	9.9	1,561	16.0
Francia	507,242	6.8	718	7.4
Rusia	467,068	6.3	525	5.4
Reino unido	382,696	5.1	636	6.5

Fuente: FAO-FAOSTAT/ProducePay 2020

1.1.4 Producción Nacional

Para el año 2013 la superficie cultivada de tomate fue de 5 mil hectáreas (Ha), alcanzando una producción cerca a las 49 mil toneladas métricas (Tm).

En ocho departamentos de Bolivia se cultiva tomate (a excepción de Oruro) siendo Santa Cruz y Cochabamba, los de mayor producción, con el 41% y 35% respectivamente, luego están Tarija (9%), Chuquisaca (7%), La Paz (6%), entre los de mayor producción. (MDRyT, 2013).

1.1.5 Producción Departamental

En el Departamento de Tarija se cultiva en todo el Valle Central principalmente en Concepción, Calamuchita, Colon norte y Colon sud, La Agostura, Ancón, La Compañía, Chocloca y otras comunidades. Esto, sin tomar en cuenta otras localidades tales como Salado Conchas, Nogalitos, Santelmo, Los pozos, Flor de Oro y Candado Grande esto en la Provincia Arce y también en la Provincia Gran chaco.

El rendimiento de tomate en el departamento de Tarija es 558 hectáreas, producción de 6.549 toneladas y rendimiento 11.736 (MDRyT, 2019).

1.2 Composición y valor nutricional

El tomate es un vegetal rico en nutrientes, que proporciona buenos niveles de fibra dietética, así como cantidades variables de minerales y vitaminas esenciales.

A pesar de la reputación generalizada de las frutas cítricas como las mejores fuentes de vitamina C (ácido ascórbico), los tomates crudos ofrecen altos niveles de este poderoso antioxidante, que no solo aumenta la inmunidad, sino que también ayuda a la absorción de hierro y calcio de origen vegetal, contribuyendo así con la regeneración de glóbulos rojos y el metabolismo celular, así como con la salud de los huesos y el corazón.

Los tomates también contienen buenas cantidades de vitamina K (filoquinona), necesaria para una adecuada coagulación y cicatrización. Además, estos vegetales proporcionan vitamina A (a partir de licopeno y otros carotenoides), que es crucial para la inmunidad, así como para la regeneración celular y la salud de la piel.

El contenido nutricional de los tomates también incluye a la vitamina E (alfa-tocoferol), crucial para el metabolismo de las células, así como para el sistema immune y la función vascular; y todas las vitaminas del complejo B, principalmente: B₃ (niacina), para la salud suprarrenal, así como para mejorar la circulación y reducir la inflamación; B₆ (píroxidina), para el desarrollo y la función del cerebro, así como para estabilizar el ánimo para y la absorción adecuada de B₁₂; y B₉ (folato), necesario para el desarrollo fetal, así como para la producción de glóbulos rojos.

Los tomates también son ricos en minerales esenciales, y ofrecen buenas cantidades de cobre, que promueve la salud de los vasos sanguíneos, los nervios, el sistema inmunológico y los huesos; magnesio, que ayuda a la formación de tejido conectivo, así como a la coagulación sanguínea y la producción de hormonas sexuales; potasio, que contribuye con el control de la presión arterial y la salud cardiovascular; y manganeso, crucial para la síntesis de proteínas, la función muscular y nerviosa, el control de la glucosa en la sangre y la presión arterial, así como para la producción de energía (HerbaZest,2024).

1.2.1 Composición de tomate en 100g de porción comestible

1.2.1.1 Proximales:

- 93.9 gramos de agua (humedad).
- 78.5 kilojulios de energía, total.
- 0.9 gramos de proteína, total.
- 0,1 gramos de grasa, total (lípidos totales).

1.2.1.2 Hidratos de carbono:

- 3.5 gramos de carbohidratos.
- 1.1 gramos de fibra, dietética total.

1.2.1.3 Grasas:

- 0.122 gramos de ácido graso 18:2.
- 0.11 gramos de ácidos grasos, poliinsaturados totales.

- 0.038 gramos de ácido graso 18:1 n-9 cis (ácido oléico).
- 0.027 gramos de ácido graso 16:0 (ácido palmítico).
- gramos de ácido graso 18:0 (ácido esteárico).
- gramos de ácido graso 18:3

1.2.1.4 Vitaminas:

- 19 miligramos de Vitamina C (ácido ascórbico).
- 0.89 miligramos de Vitamina E
- 0.8 miligramos de equivalentes de niacina, totales.
- 0.1 miligramos de Vitamina B-6, Total.
- 82 microgramos de Vitamina A equivalentes de retinol de actividades de retinos y carotenoides.
- 0.06 miligramos de tiamina.
- 0.04 miligramos de riboflavina.
- 29 microgramos de folato, total.

1.2.1.5 Minerales:

- 236 miligramos de potasio.
- 22 miligramos de fósforo.
- 18 miligramos de sodio.
- 11 miligramos de calcio.
- 10 miligramos de magnesio.
- 0.5 miligramos de hierro, total.
- 0.2 miligramos de zinc (cinc).
- 0.2 microgramos de yoduro.
- 0.99 microgramos de selenio, total.

Fuente: (AESAN/BEDCA, 2010).

1.3 Taxonomía

Reino: vegetal

Phylum: telemophytae

Division: tracheophytae

Sub división: anthophyta

Clase: angiospermae

Sub clase: dicotyledoneae

Grado evolutivo: metachlamydeae

Grupo de ordenes: tetracíclicos

Orden: polemoniales

Familia: solanaceae

Nombre científico: lycopersicum sculentum mil

Nombre común: tomate

Fuente: Laboratorio de botánica

1.4 Variedades

1.4.1 Híbrido nativo F1

Nativo F1 es un tomate saladette determinado de la empresa Harris Moran y formato con un peso de 150 gramos.

Es un tomate ideal para el mercado con una fruta en formato alargado y muy firme punto color muy parejo y sin hombro verde. Planta de vigor medio que cubre bien la fruta evitando el quemado. Ha demostrado un comportamiento excelente a campo en cultivos rastreros o conducidos punto tiene resistencia tiene resistente la o tolerancia a verticillium albo-atrum, verticillium dahliae, fusarium oxysporum, nematodos y peste negra (TSWV, tomato spotted wilt virus) que hace la planta sana. (Laura E. 2019).

1.4.2 Híbrido vergel

Es un tomate determinado de la empresa Harris moran de origen canario. Es liso y no tiene cuello. Proporciona un calibre uniforme y de gran calidad también tiene un fruto grande y firme punto color muy parejo, excelente post cosecha ideal para cultivo temprano. Con un 90% de germinación y 99% de pureza (frutas olivar, s/f).

1.5. Características botánicas

El tomate es una planta que puede ser perenne y anual de porte arbustivo se desarrolla de forma rastrera semi recta o erecta.

1.5.1 Raíz

Alcanza una profundidad de hasta 2 m pivotante con muchas raíces secundarias sin embargo bajo ciertas condiciones de cultivo al dañarse la raíz pivotante la planta resulta en un sistema radical fasciculado en el que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil (MDRyT, 2017).

1.5.2 Tallo

Ligeramente angulosos, semi leñosos, de grosor mediano y con tricomas simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base coma sobre el que se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias punto en la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inicia los nuevos primordios foliares y florales. (MDRyT, 2017).

1.5.3 Hojas

Son compuestas e imparipinadas se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna. El limbo se encuentra faccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Al igual que el tallo están provistas de glándulas secretoras.

El mesófilo o tejido parenquimático esta 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 estrés y constan de un nervio principal (Rodríguez R. et al, 1997).

1.5.4 Flor

Consta de 5 o más sépalos de igual número de pétalo de color amarillo dispuestos en forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman con un cono estaminal que se envuelve al gineceo y evita la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencia denominadas comúnmente como racimos. La primera flor se forma en las yemas apical y de las demás se disponen alternamente por debajo de la primera coma alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan en cada 2-3 hojas en las axilas (MDRyT, 2017).

1.5.5 Fruto

Vaya bi o plurilocular puede alcanzar un peso que oscila entre los unos pocos miligramos y de 600 gr. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (MDRyT, 2017).

1.5.6 La semilla

Son grisáceas coma de forma oval aplastada y de 3 a 5 mm de diámetro punto. La superficie está cubierta de vellosidades, pequeñas escamas y restos de tegumento externo que les reviste. En un gramo hay de 300 a 350 semillas. En ocasiones el fruto carece de semillas, pudiendo producirse este fenómeno artificialmente rociado con distintos productos las flores antes de su polinización (MDRyT, 2017).

1.5.7 Fenología del cultivo

El cultivo de tomate tiene varias etapas durante su crecimiento y desarrollo. Cada una de las éstas presenta diferencias en cuanto a las necesidades de nutrientes, agua, luz y manejo. Con lo cual, se puede lograr mejorar aspectos como la productividad, sanidad y calidad del fruto. Según diversos autores, se diferencian dos fases de desarrollo del cultivo: una vegetativa y otra reproductiva, considerando en cada una las etapas intermedias pero diferenciadas. La respuesta y duración del ciclo del cultivo está determinada por las condiciones climáticas de la zona, en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta, el número de racimos que se van a dejar por planta y la variedad utilizada del cultivo. A diferencia de los cereales, el tomate no detiene el desarrollo y crecimiento de nuevas hojas una vez iniciada la floración o etapa reproductiva. Particularmente los de tipo indeterminado, mantienen en forma simultánea el crecimiento del follaje y de los frutos a lo largo de todo el ciclo del cultivo (MDRyT, 2017).

1.5.8 Fase vegetativa

Se inicia desde la siembra en semillero y finaliza con la aparición del primer racimo floral. Se divide en dos etapas; la primera, desde la siembra hasta el trasplante y la segunda, desde el establecimiento de la planta en campo definitivo hasta la aparición de la primera inflorescencia. La primera fase está compuesta por la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, proceso que dura entre 30 a 35 días después de la siembra, y la segunda, a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral. Pasados 70 días, el desarrollo vegetativo es mínimo, así como la acumulación de materia seca en hojas y tallos (MDRyT, 2017).

1.5.9 Fase Reproductiva

Se inicia desde la formación del botón floral (30 a 35 días después del trasplante), considera el llenado del fruto (60 días para el primer racimo) y la maduración o cosecha. En esta fase se consideran tres etapas:

- 1- **Floración y cuaja:** Empiezan alrededor de 20 - 40 días después del trasplante (dependiendo de la variedad, las condiciones medioambientales y el manejo del cultivo) y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento.
- 2- **Desarrollo del fruto:** La fruta empieza a desarrollarse y a crecer acumulando en este periodo la mayor cantidad de materia seca a un ritmo relativamente estable.
- 3- **Madurez fisiológica y cosecha:** La madurez de la fruta se logra entre 80 a 120 días después del trasplante. La cosecha es permanente; sin embargo, se puede ver limitada por factores climáticos (heladas) o fisiológicos (deficiencia de nutrientes) (MDRyT, 2017).

1.6 Requerimientos Agroclimáticos del Tomate

1.6.1 Temperatura

Es el principal factor climático que influye en la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero o a campo abierto en cada periodo crítico.

El tomate es un cultivo capaz de crecer y desarrollarse en condiciones climáticas variadas. La temperatura óptima para el crecimiento está entre 21 y 27 °C y para el cuajado de frutos durante el día está entre 23 y 26 °C y durante la noche entre 14 y 17 °C. (MDRyT, 2017).

Cuadro 4. Temperaturas críticas del tomate

Efectos en la planta		Temperatura (°C)
Se hela la planta		-2
Detiene su desarrollo		10-12
Desarrollo normal de la planta		18-25
Mayor desarrollo de la planta		21-24
Germinación optima		25-30
Temperaturas optimas		
Desarrollo	Diurna	23-26
	Nocturna	13-16
Floración	Diurna	23-26
	Nocturna	15-18
Maduración		15-22

Fuente: (MDRyT, 2017).

1.6.2 Humedad relativa

El tomate es una planta sensible a humedades relativas altas o bajas, por tanto, es necesario mantener éstas dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. La humedad relativa ideal debe estar entre 65 y 75% para su óptimo crecimiento y fertilidad, aunque algunos autores la fijan entre 60 y 85%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas como *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea* y *Erwinia carotovora* y se presentan desórdenes que afectan los frutos, por ejemplo: el manchado, grietas o rajaduras concéntricas y frutos huecos; además, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y las flores pueden caerse. Cuando la humedad relativa es baja y la temperatura es alta se debe ventilar para facilitar la circulación del aire, originando mayor tasa de transpiración y puede causar estrés hídrico, mayor actividad radicular y cierre estomático, lo que reduce la actividad fotosintética de la planta y la absorción de agua y nutrientes (MDRyT, 2017).

1.6.3 Luminosidad

El tomate requiere días soleados para un buen desarrollo de la planta y lograr una coloración uniforme en el fruto. La baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta y reduce la absorción de agua y nutrientes. Tanto la poca luminosidad incidente, como el sombreado producido por la utilización de alta densidad de plantas, hace que la luz roja lejana (730 nm) aumente en relación a la roja cercana (660 nm), de esta manera el fitocromo inducirá a la planta a aumentar el crecimiento de los entrenudos, por lo tanto, la planta resultante será de mayor altura, tallos más finos y con menor sistema radicular. Para resolver este problema se recomienda aumentar el espaciamiento de las macetitas o realizar el trasplante antes. Un fenómeno similar suele ocurrir cuando la temperatura es elevada. En el manejo del cultivo bajo cubierta, la producción y su calidad se ven severamente afectadas por la sombra artificial o por la acumulación de polvo sobre la superficie externa de los plásticos, reduciendo la cantidad e intensidad de la luz dentro del invernadero. Si la reducción es excesiva los tallos desarrollan débiles, la viabilidad del polen se reduce, se limita la evapotranspiración, absorción de agua y nutrientes, siendo un probable efecto la deficiencia de calcio en frutos. En el caso del tomate, en general los días cortos provocan la aparición del primer racimo floral emitiendo pocas hojas, mientras que días largos causan la aparición de la inflorescencia más arriba. Respecto a la intensidad, se observa una influencia en la relación entre la parte aérea y las raíces, aumentando al disminuir la intensidad lumínica (MDRyT, 2017).

1.7 Requerimiento Hídrico y calidad de Agua de riego

Para lograr una mejor productividad es importante y de mucha influencia la calidad y cantidad del agua de riego. Se debe cultivar una superficie acorde con las necesidades de riego en el período crítico, que se extiende a partir de 15 días de iniciada la floración y por cinco semanas. Se deberá incorporar 400 mm de agua al suelo en ese período, manteniéndolo a un 70 % de capacidad de campo como mínimo, o que la tensión en el suelo no supere los 45 centibares, o reponiendo 130 % de la evapotranspiración diaria en ese período.

Respecto a la calidad del agua, el tomate es un cultivo de mediana tolerancia a salinidad, dependiendo de la variedad, no podrá tener una conductividad eléctrica superior a 2,5 dS/m. Puede tolerar mayor salinidad inicial cuando la textura es más arenosa que cuando es arcillosa. Si se riega con conductividad eléctrica superior a 1,5 dS/m y Sodio medido como RAS superior a 6, el suelo debe ser permeable, el drenaje adecuado, la cantidad de agua aplicada debe ser mayor (MDRyT, 2017).

1.8 Suelo

Aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones edáficas, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25 °C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH debe oscilar entre 6 y 7. La conductividad eléctrica óptima está entre 1,5 y 2,0 dS/m. La productividad y sostenibilidad de los suelos dependen de un manejo adecuado de las propiedades físicas (densidad, porosidad, entre otras), las cuales determinan la disponibilidad de nutrientes para las plantas (MDRyT, 2017).

1.8.1 Textura

Suelo con cantidades aproximadamente iguales de arena, limo y arcilla, cuya textura ha de ser franca. Los denominados suelos medianos son ricos en nutrientes, no se encharcan y son fáciles de cultivar. Son considerados los mejores suelos para la producción agrícola (MDRyT, 2017).

1.8.2 Densidad aparente

Determina la fertilidad física y el grado de compactación del suelo. Puede variar entre 0,3 – 0,8 g/cm³ en los suelos con alto contenido de materia orgánica o suelos arcillosos, y entre 1,3 – 1,8 g/cm³ en suelos con textura arenosa o compactados. Los suelos con densidad aparente mayor a 1,8 g/cm³ limitan el desarrollo radical (MDRyT, 2017).

1.8.3 Porosidad

Importante para el movimiento y retención del agua en el suelo. El tamaño para dar equilibrio entre los macro poros y los mesoporos está entre 1 y 3 mm, pues permite el suministro de aire adecuado para el desarrollo de los cultivos. La capacidad de retención de agua es una de las características más importantes del suelo para cultivos ya que

determina la cantidad y frecuencia de los riegos, según Suárez, G. 1986 (citado por Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). (MDRyT, 2017).

1.8.4 Materia orgánica

Existen discrepancias sobre la utilidad de la aplicación de estiércol en cultivos intensivos, motivados fundamentalmente porque el estiércol produce un mayor engrosamiento del fruto, lo que abra que tener en cuenta según el tipo de variedad que se utilice. (Rodríguez R. 1997).

1.9 Macronutrientes para el Cultivo del Tomate

El nitrógeno (N) y el potasio (K) se absorben inicialmente en forma lenta y se incrementa la rapidez de su absorción durante las etapas de floración. El potasio tiene un pico de absorción durante el desarrollo del fruto, mientras el pico de absorción del nitrógeno ocurre principalmente después de la formación de los primeros frutos. El fósforo (P) y nutrientes secundarios, Ca y Mg, son requeridos en relativamente dosis constantes a través de todo el ciclo de crecimiento de la planta de tomate.

El calcio también se necesita en cantidades relativamente grandes. En muchas situaciones tiene la misma importancia que el nitrógeno. Más de un 60% del nitrógeno, fósforo y potasio absorbidos por la planta, será utilizado en el fruto.

La mayor absorción de nutrientes se da en las semanas 8 a 14 del crecimiento y otro pico toma lugar en el primer corte de frutos; por lo tanto, la planta requiere altas cantidades de nitrógeno, al inicio de la etapa de crecimiento con aplicaciones suplementarias después del inicio de la etapa de fructificación. Haifa(s/f).

Cuadro 5. requerimiento de nutrientes (kg/ha) para el cultivo de tomate según producción esperada.

Fuente	Condiciones de cultivo	Producción esperada (t/ha)	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)
Seminis	Campo abierto Crecimiento Determinado	110	200	150	350	150
Fuente	Condiciones de cultivo	Producción esperada	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)
Haifa chemicals Ltda.	Campo abierto	80	241	62	416	234
		150	417	108	724	374
	invernadero	120	328	85	570	289
		240	608	158	1065	491

Fuente: MDRyT, 2017.

Aproximadamente de 2,2 a 2,4 kg. de N se remueve con cada tonelada de tomates producidos. La mayoría del fósforo se requiere en fases tempranas del desarrollo de las plantas, para asegurar un buen crecimiento de la raíz y la flor. Los cultivos necesitan entre 0,2 a 0,4 kg P/t de fruto. El potasio se necesita en cantidades mayores que las del nitrógeno. La absorción es entre 2,6 a 3,6 kg/K/t de fruto con la demanda más alta durante el crecimiento del fruto. Las necesidades de calcio están alrededor de 1,7 kg. Ca/t de fruto. En muchas situaciones tiene la misma importancia que el nitrógeno. (Yara, 2023).

1.10 Control de plagas y enfermedades

1.10.1 Control mecánico

Colecta manual y destrucción de plagas, tales como: insectos, ratas, malas hierbas. Esta es posible donde existe abundante mano de obra y que sea de bajo costo. El laboreo mecánico para el control de malezas es a menudo una fuente importante de inóculo para muchas enfermedades (Jiménez, 2009).

1.10.2 Control químico

El uso de plaguicidas se ha convertido en el método de control más común debido a su rapidez y efectividad en el control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo, estos traen complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre la salud, entre estos tenemos: aumento de los problemas de resistencia, contaminación del ambiente, intoxicaciones agudas y crónicas, etc. (Jiménez, 2009).

1.11. Plagas y enfermedades

1.10.1 Insectos plagas

Trips

Agente causal: *Frankiniella schultzei*; *Frankiniella occidentalis*; *Thrips tabaci*.

Clase: Insecta

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Plaga altamente polífaga. Las ninfas y los adultos son los estados que ocasionan los principales daños al cultivo. Producen efectos directos como manchas irregulares en el envés de las hojas, color blanquecino con puntos negros en su interior, que se producen por vaciado y raspado de las células.

La saliva fitotóxica segregada da lugar a deformaciones en hojas, flores y yemas. Como efecto indirecto, la transmisión de algunos virus, principalmente TSWV (peste negra). (MDRyT, 2017).

Mosca Blanca

Agente causal: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*.

Clase: Insecta

Orden: Homoptera

Familia: Aleyrodidae

La Mosca blanca, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a su capacidad de vuelo, se debe considerar como una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de controles permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga se relaciona con el debilitamiento de las plantas, deterioro de la calidad de frutos por secreciones azucaradas que originan fumagina, reducción de la capacidad fotosintética de las hojas y transmisión de virus. El ciclo de vida de la Mosca Blanca, tiene 6 estadios (MDRyT, 2017).

Polilla del Tomate

Agente causal: *Tuta absoluta*

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Gelechiidae

La polilla del tomate es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de controles permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga se relaciona con la acción de las larvas, las que una vez eclosadas, penetran a las hojas nuevas donde se alimentan del mesófilo, dejando las galerías características.

Estas larvas también afectan los puntos de crecimiento de brotes, racimos florales o frutos, donde hacen galerías desde el extremo peduncular, con el consiguiente deterioro y pérdida de valor comercial (MDRyT, 2017).

Pulgón

Agente Causal: *Myzus sp.*; *Macrosiphum sp.*; *Aphis sp.*

Orden: Hemiptera

Familia: Aleyrodidae

Insectos altamente polífagos. Las ninfas y adultos son los causantes de los danos, los cuales pueden ser directos o indirectos. En forma directa, la planta muestra amarillamiento y reducción del crecimiento por succión de sabia elaborada. También puede observarse curvatura de los folíolos hacia el envés. Los daños indirectos se dan por sustancias de desecho de las ninfas y adultos (melaza), que reducen la respiración y fotosíntesis de las hojas. A esto se suma que pueden actuar como vectores de virus como CMV (*cucumber mosaic virus*) y PVY (virus de la papa) (Asociación Tomate 2000, 2015). (MDRyT, 2017).

Arañuela Roja

Agente causal: *Tetranychus urticae*

Orden: Acariformes

Familia: Tetranychidae

Acaro polífago que se multiplica en distintos hospedantes como berenjena y frutilla. Los estados más dañinos son los ninfales móviles y adultos. Los danos se producen por el hábito de crecimiento al introducir sus estiletes en el tejido y vaciar las células absorbiendo jugos, lo que produce coloración amarilla y luego parda. En el haz de las hojas, aparecen zonas rojizas o amarillentas. Cuando aumenta la población la planta se cubre de telaraña generadas por las hembras para proteger los huevos, larvas y ninfas. Generalmente la plaga se presenta en focos aislados y luego se expande por viento, contacto entre plantas y malezas (MDRyT, 2017).

Acaro Bronceado del Tomate

Agente causal: *Aculops lycopersici*

Orden: Acari

Familia: Eriophyidae

Al principio los órganos afectados toman una coloración verde aceitosa y luego las células al tomar contacto con el oxígeno del aire toman un aspecto parduzco “bronceado” antes de desecarse. La población del eriofido se localiza generalmente en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, pasando desapercibidas hasta la manifestación de los danos.

A medida que los niveles poblacionales se incrementan la colonización avanza ascendentemente en la planta y compromete el haz de las hojas, los peciolos, los tallos y los frutos. Las corrientes de aire y el contacto de planta a planta facilitan su dispersión y algunas malezas actúan como reservorio del acaro (MDRyT, 2017).

Nemátodos

Agente Causal: *Meloidogyne spp.* Y *Nacobbus spp.*

Clase: Nematoda

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Meloidogyne, es un endoparasito sedentario, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la dispersión por actividades de labranza y plantas contaminadas, además de desplazarse a través del agua de riego.

El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con la formación de nódulos en las raíces, las cuales restringen el paso de agua y nutrientes a la planta, provocando un escaso desarrollo, debilitamiento generalizado y un aspecto de deshidratación y una severa reducción de la producción, tanto en cantidad como en calidad. (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009) (MDRyT, 2017).

1.10.2 Enfermedades

Mancha Bacteriana

Agente causal: *Pseudomonas syringae* pv. *Tomate*

Puede causar graves pérdidas de rendimiento y calidad de frutos. En hojas se manifiesta por manchas acuosas rodeadas por un halo verde amarillento notorio. En ataques avanzados las hojas amarillean y caen. En frutos se observan pequeñas manchas circulares puntiformes de color castaño oscuro, con la existencia o no de un halo verde oscuro. Las pecas son sensibles al tacto, no profundizan más allá del espesor de la piel del fruto. A diferencia del cancro y la mancha bacteriana la epidermis del fruto en la peca permanece intacta, se eleva, pero no se rompe. Las semilla y plantines infectados son las principales fuentes de inóculos y puede perpetuarse en rastrojos, suelo, rizosfera o follaje de malezas hospedante (MDRyT, 2017).

Podredumbre Blanda del Tallo

Agente causal: *Pectobacterium carotovorum* Subsp. *carotovorum*.

Se manifiesta en los tallos a través de manchas alargadas verde oscuro, acuosas y viscosas. Cuando las mismas se ubican cerca del racimo floral puede afectarlo por completo. El patógeno tiene una gran rapidez en provocar graves pérdidas (desintegrando la medula y tejidos adyacentes) por el marchitamiento irreversible y la muerte de la planta.

En los frutos se observa manchas hundidas, oscuras y acuosas ubicadas en la zona peduncular como estilar a partir de las lesiones producidas por los daños mecánicos o de insectos. (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007). (MDRyT, 2017).

Tizón Temprano

Agente causal: *Alternaria alternata*.

Se manifiesta a través de lesiones hundidas, elípticas, acuosas que suelen cubrirse de abundante micelio gris oscuro pulverulento en los extremos distales de los brotes y ramilletes florales.

En los folíolos de las hojas se desarrollan manchas grandes apergaminadas, circulares o en forma de llama de numerosos círculos concéntricos castaños con diferentes tonalidades.

Sobre los tallos, preferentemente en los puntos de inserción de las ramas y en el cuello pueden aparecer canchales hundidos color castaño claro, secos que también se cubren con las fructificaciones del hongo.

Sobre los frutos el patógeno produce una podredumbre acuosa color gris-verdosa de evolución muy rápida y con abundante fructificación.

Durante la postcosecha pueden causar podredumbres ocasionando graves pérdidas. La infección de frutos suele ocurrir a partir de los sépalos y pétalos que quedan adheridos a estos.

Presenta un amplio rango de hospedantes (pimiento, berenjena, lechuga, poroto), el mismo sobrevive en el suelo y en el rastrojo en forma de micelio, conidios y esclerocios (MDRyT, 2017).

Tizón Tardío

Agente causal: *Phytophthora infestans*.

Se manifiesta a través de manchas grandes y húmedas con centro seco y pardo, las cuales están rodeadas por un margen más claro que desarrolla en el envés. El follaje infectado toma una coloración castaña que se deseca y muere rápidamente.

En los tallos, las lesiones se inician generalmente en el punto de inserción de las ramas o en la base de los peciolo de las hojas, extendiéndose longitudinalmente tomando el parénquima cortical.

Los frutos pueden manifestar manchas pardas jaspeadas y abollonadas en la superficie del contorno normal definido, siendo más oscuras en el centro y más claras en la periferia con una evolución rápida, originadas generalmente a partir del cáliz.

En un ataque avanzado los frutos pueden cubrirse de micelio blanco, el cual soporta las estructuras de reproducción del patógeno (MDRyT, 2017).

Marchitez por Verticillum

Agente causal: *Verticilium dahliae*.

Al ser similar a Fusarium se debe recurrir al estudio en laboratorio para confirmar que se trata de *Verticillium dahliae*

Los síntomas se manifiestan a través del amarillamiento y ligero marchitamiento de una zona del limbo de los foliolos (en forma de V), luego continua con el desecamiento de dicha zona y generalmente se presenta en forma unilateral (foliolos de un solo lado) de la hoja (MDRyT, 2017).

Virus de Bronceado del Tomate

Agente Causal: *Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)*

A nivel mundial, es la enfermedad de origen viral más importante en los últimos años en el cultivo de tomate a campo y en invernadero, pudiendo causar pérdidas significativas de rendimiento y calidad de los frutos debido a depreciación del valor comercial.

Detenimiento del crecimiento de las plantas afectadas. Además, los brotes terminales se enroscan en forma de cartuchos, toman un aspecto violáceo o bronceado y pueden morir. A veces las plantas son afectadas unilateralmente. En los foliolos y frutos se producen manchas necróticas de aspecto anillado que circundan círculos de tejidos sanos. En los peciolos y tallos suele observarse estrías. Si la infección se produce muy temprano se observa un marcado enanismo sin producción de frutos, y si ocurre después del cuaje del primer racimo se producen pocos frutos y de baja calidad. La distribución de la enfermedad en el invernadero es al azar (MDRyT, 2017).

Virus Mosaico del Tomate

Agente Causal: *Tomato mosaic virus (ToMV)*.

La sintomatología se manifiesta en los folíolos como mosaico (zonas alternantes entre el verde claro y oscuro), aspecto ampollado y hojas enroscadas. En los frutos se produce un pardeamiento difuso pudiéndose necrosar. La distribución de la enfermedad en el cultivo es al azar.

El virus presenta como hospedantes alternativos a especies de la familia Solanácea. Se transmite por semilla, suelo y rastrojo (MDRyT, 2017).

1.12 Manejo del cultivo

1.12.1 Siembra

La profundidad de siembra de una semilla hortícola no debe ser más de dos veces su tamaño, Una vez sembrada la semilla se la tapa con el mismo medio y se realiza un riego profundo. Si se hace hasta que chorree, se debe esperar a que escurra el excedente antes de apilarlas para evitar saturación en las bandejas que queden abajo. El tapado de la semilla y el primer riego son críticos para la producción de plántulas. Durante su primer estado de germinación, la semilla sólo ocupa agua para hincharse y comenzar su crecimiento. Solo absorbe agua durante las primeras horas y no vuelve a ocupar agua hasta que la radícula empieza a salir de la semilla (3 a 5 días después de la siembra). Una vez hinchada solo necesita mantener esa humedad constante. La germinación tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18 °C y 24 °C y extremos mínimos y máximos entre 8,5 °C y 35 °C. respectivamente. Temperaturas mínimas bajas en semillero (inferiores a 11 °C) inducirán a reducciones de producción precoz (MDRyT, 2017).

1.12.2 Preparación del Suelo

Se comienza por eliminar la compactación del suelo a una profundidad de 60 cm, permitiendo así una mejor penetración del sistema radicular, una mejor aireación y drenaje. Esta labor aumenta el rendimiento hasta un 15% respecto al mismo suelo no subsolado (Galmarini, 2016)

El arado consiste en voltear la parte superficial del suelo a profundidades que varían hasta los 45 cm. Se realiza con el objetivo de incorporar rastrojos de cultivos anteriores, destruir malezas, exponer plagas de suelo a los rayos solares y a los enemigos naturales.

Se puede voltear el suelo o removerse, dependiendo del implemento que se utilice. Esta práctica debe hacerse cuando el suelo tiene todavía más del 30% de humedad. (MDRyT, 2017).

1.12.3 Toma de Muestra para el Análisis del Suelo

Es importante el análisis de suelo para realizar el encalado y fertilización apropiada. Se deben realizar la toma de muestras de suelo según especificaciones técnicas y remitir a laboratorio del suelo para obtener los resultados del mismo (FAO, 2013).

1.12.4 Abonado

En general su aplicación se realiza al voleo, en el segundo laboreo del suelo (rastrado), 15 días antes del trasplante. Se recomienda su aplicación concentrada en surcos de 30 cm de ancho por 30 cm de profundidad para luego cubrirlos. La distancia entre líneas dependerá del marco de plantación, concentrando el abono compostado donde serán trasplantados los tomates, lo que permite mejor aprovechamiento de sus beneficios por el cultivo. (FAO, 2013).

1.12.5 Trasplante

Es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo, el cual se realiza aproximadamente entre 30 y 35 días después de sembrado el semillero, de acuerdo a la calidad y el vigor de la planta. Para realizar un buen trasplante se requiere:

- Evitar cubrir el tallo del plantín y mantener la misma profundidad que tenía en la bandeja. En caso de riego por inundación, trasplantar sobre una cama húmeda o regar detrás del trasplantador.
- Evitar horas de alta temperatura.
- Contar con personal que repase errores.
- Aplicar productos fitosanitarios registrados en forma preventiva para controlar trips, mosca blanca. La primera aplicación máximo 2 días después del trasplante.
- Evitar el contacto directo del agua de riego con el cuello del tallo (en caso de riego por inundación, plantar encima del nivel del agua en el surco).
- Asegurar el contacto entre el pan de tierra y el suelo.
- Verificar que la raíz quede derecha para promover un buen desarrollo en profundidad. (MDRyT, 2017).

1.12.6 Tutorado

Consiste en guiar verticalmente la planta evitando que las hojas y los frutos toquen el suelo. Las ventajas del tutorado son:

- Favorecer la aireación del cultivo
- Mejorar el aprovechamiento de la radiación solar
- Facilitar las labores culturales
- Evitar daños mecánicos de la planta
- Facilitar la cosecha de los frutos.
- Contribuye a mantener un buen estado sanitario de la planta, incidiendo finalmente en el rendimiento y calidad de la fruta. (MDRyT, 2017).

1.12.7 Poda

La poda se realiza para balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo de la planta, mejorar la eficiencia en el manejo fitosanitario al mejorar la aireación y luminosidad de la planta. Es importante considerar si nuestros tomates son de variedad determinado o indeterminada. A continuación, se detalla los tipos de poda aplicables en el cultivo del tomate

Poda de Formación: se realiza entre los 20 a 30 (ddt). Cuando el brote aún no tiene 4 mm de grosor y se encuentra en estado no leñoso. Consiste en eliminar todos los tallos o brotes basales y axilares que se encuentran debajo el primer racimo floral (algunos conservan el brote que se encuentra inmediatamente debajo el primer racimo floral y eliminan todos los brotes inferiores).

Poda de Hojas: Dependiendo el vigor inicial de la planta y su desarrollo foliar durante los primeros 20 a 30 ddt, se realiza junto con la poda de formación la poda de las hojas que se encuentran debajo del primer racimo floral. Si la planta tiene un buen desarrollo foliar, las hojas superiores podrán mantener a la planta con el suficiente vigor. En caso que el desarrollo vegetativo hasta este periodo fuera débil, deberá mantenerse una a dos hojas de mayor proximidad al primer racimo y eliminarse las hojas más bajas.

Destallado: Consiste en eliminar los brotes axilares permitiendo un mejor desarrollo del tallo principal.

Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano- otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar lesiones que podrían ser la entrada de enfermedades.

La frecuencia y la forma de realizar el corte son las claves del éxito de un buen destallado, debe realizarse de forma limpia, sin magulladuras y eliminado completamente el brote desde la base de la hoja para evitar infecciones fúngicas o bacterianas.

Si la eliminación del brote se realiza cuando éste es muy pequeño no se necesita ninguna herramienta para cortarlo, se agiliza la operación,

Poda de flores y frutos: El propósito es balancear el crecimiento vegetativo con el reproductivo para optimizar el número y tamaño de los frutos en el racimo a lo largo de la planta.

En condiciones de mayor densidad de siembra, temperatura elevada o baja radiación, se dejan menos frutos por racimo para mantener las mismas características de calidad.

En los primeros racimos se han de podar frutos favoreciendo el crecimiento vegetativo dejando 5 a 7 frutos (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

Algunos expertos indican que un racimo no deberá cargar más de 800 a 900 g, por lo que, si se espera que un fruto tenga 200 g, deberá dejarse máximo 4 frutos por racimo. Se recomienda eliminar cuando el fruto ha cuajado y se encuentra en estadio temprano de desarrollo.

Poda apical o despunte: Se utiliza con el fin de suspender el crecimiento de la planta. Consiste en cortar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que el racimo que está por debajo de ésta se encuentre totalmente formado. Esta poda permite determinar el número de racimos que se van a dejar por planta (MDRyT, 2017).

1.12.8 Cosecha

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos en el momento de la cosecha:

- Maduración del fruto
- Distancia del mercado
- Calidad de la fruta
- Tipo de embalaje
- Temperatura de maduración

La maduración apropiada para la cosecha varía en función a la distancia del mercado y la temperatura teniendo en cuenta el consumo en fresco se cosechan las frutas cuando alcanzan el 80% de coloración (maduración plena) la frecuencia de la cosecha varía según la época variedad y el método de cultivo, pero normalmente se realiza cada 3 a cuatro días en verano y una vez por semana en invierno (FAO,2013).

1.12.9 Labores Culturales

1.12.9.1 Aporque

Se realiza de 25 a 30 días después del trasplante. Cumple doble función, la primera es el recorrer el surco de riego para evitar el contacto del agua con el tallo de la planta y la segunda consiste el cuello de la planta con suelo para mejorar el sostén e inducir al desarrollo de raíces adventicias que mejoren la absorción de nutrientes y vigoricen la producción. Algunos autores indican que el aporque genera más riesgos que beneficios, que no se recomienda cubrir el cuello de la planta por riesgo de contaminación y lesiones en el sistema radicular (MDRyT, 2017).

1.12.9.2 Control de Malezas

Las malezas pueden ser manejadas por medio de una labranza preparatoria y un herbicida pre siembra en los cultivos trasplantados. La cobertura con plástico negro puede ayudar a reducir la necesidad del control químico. La labranza entresurcos o la aplicación de herbicidas post emergencia pueden controlar las malezas en una etapa posterior. En los cultivos de siembra directa son necesarios tratamientos químicos más intensos (MDRyT, 2017).

1.13 Fertilización Foliar

La fertilización foliar es la aplicación de nutrientes directamente al follaje de la planta, mediante la pulverización del cultivo con una solución de fertilizante líquido. Mientras que se puede utilizar en una gran variedad de cultivos, se aplica más comúnmente en cultivos hortícolas.

Generalmente, las plantas pueden obtener todos sus nutrientes esenciales del suelo. Las cantidades de nutrientes requeridas por las plantas son grandes y no se pueden suministrar a través del follaje. Sin embargo, en algunas condiciones y circunstancias, el cultivo puede beneficiarse de la fertilización foliar de pequeñas cantidades de nutrientes, principalmente de micronutrientes. El propósito de la fertilización foliar es, por lo tanto, complementar las aplicaciones de fertilizantes al suelo, no reemplazarlas.

Los nutrientes aplicados por la fertilización foliar se absorben más rápido que los nutrientes aplicados a través del suelo. Penetran la planta a través de poros hidrófilos en la cutícula y, hasta cierto punto, también a través de las estomas.

La Importancia de la Fertilización Foliar

La fertilización foliar puede ser eficaz para en las siguientes condiciones:

Corrección de Deficiencias de Nutrientes

Los nutrientes aplicados por fumigaciones foliares se absorben más rápido y más eficientemente que las aplicaciones del suelo. Por lo tanto, las aplicaciones foliares de nutrientes pueden proporcionar una rápida corrección de las deficiencias de nutrientes. Sin embargo, la corrección es temporal, y una corrección a largo plazo debe consistir también en aplicaciones de nutrientes al suelo. Las deficiencias de nutrientes más comunes que se pueden corregir con aplicaciones foliares son de potasio, zinc, boro, manganeso y hierro.

Condiciones Inadecuadas del Suelo

Bajo condiciones desfavorables del suelo, como un pH inadecuado, desequilibrios de nutrientes, humedad inadecuada, la absorción de nutrientes del suelo es restringida. Por lo tanto, la aplicación de nutrientes directamente al follaje puede ser beneficiosa.

Un pH alto del suelo puede restringir la absorción de micronutrientes e inducir deficiencias. Aplicación de fertilizantes quelatados al suelo puede ayudar, pero las aplicaciones foliares pueden proporcionar una solución más rápida y eficiente.

Desequilibrios nutricionales en el suelo pueden causar competencia entre los nutrientes para la absorción por las plantas y restringir la absorción de algunos nutrientes. Por ejemplo, el exceso de calcio puede interferir con la absorción de potasio. La aplicación foliar puede eludir la competencia y las interacciones no deseadas en el suelo.

Condiciones de anegamiento del suelo pueden causar deficiencias de nutrientes. En tales condiciones de estrés por oxígeno, las raíces no pueden funcionar eficientemente.

Condiciones Ambientales Desfavorables

La aplicación foliar de nutrientes puede mejorar el crecimiento del cultivo cuando las condiciones ambientales son desfavorables. Condiciones como clima nublado, temperaturas demasiado altas o bajas y alta humedad impiden la absorción de nutrientes del suelo.

Sistema radicular dañado o enfermo

Cualquier condición que reduce o daña la actividad radicular también reduce la absorción de nutrientes del suelo. Las raíces dañadas, o raíces afectadas por enfermedades son menos eficaces en la absorción de nutrientes.

Aplicación suplementaria para impulsar el crecimiento del cultivo

Los requisitos de nutrientes varían a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo. Las aplicaciones foliares suplementarias de nutrientes, en el momento en que se necesitan, pueden influir positivamente en el crecimiento del cultivo y su rendimiento. (Sela G.2023).

1.13.1 Ventajas de la fertilización foliar

La rapidez con la que las hojas absorben los nutrientes es diez veces mayor que la absorción a través del suelo.

Cuando el terreno tiene falta de nutrientes, la fertilización foliar corrige rápidamente la carencia de nutrientes en los Cultivos Agrícolas, ofreciendo también una manera más fácil de controlar su absorción en etapas clave del desarrollo de las cosechas.

La fertilización foliar, además también tiene otras ventajas como son:

- Potenciador vegetativo de la planta.
- Aumento de la producción.
- Reducen el ataque de insectos.
- Protegen contra el estrés hídrico.
- Mejoran la coloración de frutos.

1.13.2 Desventajas de la fertilización foliar

Es una técnica de solución rápida, pero no se debe abusar de ella ni volverla permanente, pues no reemplaza en su totalidad los requerimientos nutricionales.

Además, si se realiza una aplicación con altas concentraciones de nutrientes podría generar fitotoxicidad: quemaduras en las hojas debido a los restos de sales que quedan tras la evaporación del agua.

Para evitar este riesgo se recomienda hacer una fertilización con menor concentración de nutrientes y mayor frecuencia, pero esto significa más inversión en recursos de tiempo y dinero. (Sela G.2023).

1.13.3 Consejos para su aplicación

Para que se produzca una fertilización foliar lo más efectiva posible es necesario tener en cuenta aspectos como el momento de la aplicación, el tamaño de las gotas y la cantidad.

Se recomienda hacerla a primeras horas de la mañana o al atardecer, cuando las estomas (orificios o poros de las hojas) están abiertos.

Las gotas deben ser de un tamaño pequeño para lograr una buena distribución sobre la superficie de la hoja, pero no tanto como para que el viento las desvíe en el momento de la aplicación.

Además, la cantidad debe ser suficiente para cubrir la mayor parte del follaje, pero sin caer en excesos que ocasionen escurrimientos y desperdicio del fertilizante (eco-inventos, 2023).

1.13.4 Factores que afectan la fertilización foliar

Dentro de los principales factores que afectan esta absorción foliar de los nutrientes se encuentran los siguientes:

Edad

Existen considerables estudios que demuestran que la edad de la planta, así como la de la hoja, afectan la eficacia de las aplicaciones foliares de nutrientes. Se ha demostrado en algunos estudios que la tasa de absorción disminuye conforme la hoja envejece, aunque después de la plena expansión se incrementa la permeabilidad en las hojas.

Especies y variedades

La absorción foliar también varía entre especies y variedades de la misma especie. Un estudio demostró que el olivo puede absorber hasta 15 veces más urea que el almendro. Una de las razones que tratan de explicar este fenómeno son las diferencias en el genotipo que determina las características de la superficie de la hoja, como la presencia o no de tricomas, lo cual influye en la cantidad de solución retenida por unidad de área foliar. Otra cosa que influye en los niveles de nutrientes encontrados en los tejidos, es la velocidad de transporte de los nutrientes de las hojas a los órganos de demanda. Se ha encontrado que algunas especies como el manzano y almendro sintetizan sorbitol, transportador que ayuda a movilizar los nutrientes aplicados a las hojas; sin embargo, especies como el pistacho o el nogal no sintetizan este transportador, por lo que al momento de analizar el follaje se puede encontrar niveles bastante elevados de nutrientes.

Luz

La absorción de los iones por las hojas se ve afectado por la luz, ya que esta ocasiona cambios físicos y químicos en la cutícula, además de influir en la disponibilidad de energía y metabolitos en la absorción y asimilación de los nutrientes aplicados en el follaje. Se ha encontrado que plantas cultivadas bajo mayores intensidades de luz tienen una cutícula más gruesa en las hojas, que aquellas que estuvieron con una baja intensidad luminosa. En algunas especies se ha observado que la luz influye en la cantidad de nutrientes absorbidos por las hojas, es decir, que la presencia de luz promueve una mayor absorción de nutrientes en el corto plazo como el potasio, calcio, nitrógeno en forma de urea o el fósforo.

Temperatura

La temperatura afecta la absorción foliar de los nutrientes debido a que esta influye en el metabolismo de la planta. Las altas temperaturas aumentan la velocidad de secado de las gotas que son pulverizadas en el follaje, con lo cual se reduce la absorción foliar. Por otro lado, se ha encontrado que las altas temperaturas de manera prolongada favorecen en varias especies la absorción foliar debido a que estas modifican la configuración de los compuestos cerosos disminuyendo su cobertura en la superficie de la hoja. La temperatura afecta la velocidad de desarrollo de las hojas y por lo tanto influye en la absorción foliar a través de los efectos de la fenología de la planta. Se sabe que la temperatura que predomina durante y poco después de la aplicación tiene un efecto en la absorción foliar, dependiendo de la especie y el elemento mineral que se aplique. En campo la temperatura interactúa con la humedad del ambiente afectando las características físicas y químicas de las soluciones aplicadas.

Humedad

Al igual que la temperatura, la humedad afecta la velocidad de secado de las gotas durante su tránsito a la superficie de la hoja, así como de su persistencia en ella. Por supuesto bajo el hecho anterior, la alta humedad relativa favorece la absorción ya que demora el secado de la solución aplicada y también debido a que provoca que la membrana cuticular se hidrate, esto último favorece la absorción de compuestos hidrófilos. Después de la absorción, la humedad afecta procesos de transporte en el xilema y floema, promoviendo una mayor movilización de nutrientes cuando la humedad se encuentra en niveles altos (Fertilab, 2022).

1.14 Cascara de huevo

La cáscara de huevo de gallina representa entre el 10 y el 12% de su peso. Está conformada por un 95% de compuestos minerales y entre un 3,0% a 3,5% por componentes orgánicos, proteoglicanos y proteínas como ovocleidina, ovotransferrina, ovoalbúmina, ovocalixina, ovocleidina, osteopontina (OPN) y lisozima que intervienen en la morfología de los cristales de calcita, además en la protección microbiana y regulación de las mineralizaciones de la cáscara. En su parte interna posee una delgada capa de queratina y fibras de colágeno, conocida como membrana conformada hasta por 62 proteínas de fibras reticulares entrelazadas que ofrecen también protección y controlan la pérdida de agua y de gases del huevo. Las primeras investigaciones acerca de la microestructura de la cáscara y la membrana reportaban como única proteína la ovocleidina. Sin embargo, los avances tecnológicos posteriores permitieron llegar a identificar un gran número de proteínas que influyen en la estructura cristalina de la misma. Estas investigaciones acerca de la microestructura de la cáscara describen detalladamente su composición, el comportamiento de los mismos y su función en la cáscara. Por medio de microscopía electrónica de barrido, se ha mostrado cómo la parte proteica se entrelaza con los cristales de calcita en una proporción aproximada 1:50, composición que está estrechamente relacionada con la dureza de la cáscara, conformada por cuatro capas. El contenido de materia seca corresponde a un 2% de agua, un 98% de materia seca, representada en un 5% de proteína cruda y un 93% de cenizas. El componente mayoritario, el carbonato de calcio corresponde entre un 94% a un 98% de su peso total.

Este porcentaje de calcio no tiene variación en las diferentes razas de gallinas y su procedencia, ya que brinda al cascarón la cantidad necesaria de calcio para su correcta formación. La cáscara contiene, además, componentes minoritarios como carbonato de magnesio 1%, fosfato de calcio 1%, materia orgánica entre 3,5% y 4% como glicoproteínas y proteoglicanos, fracciones ricas en arginina y glutamina. Este biomaterial además contiene boro (B), estroncio (Sr), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), azufre (S), silicio (Si) y Zinc (Zn), los dos primeros elementos sumados al alto porcentaje de calcio (Ca), son fundamentales en la prevención de la osteoporosis, a pesar de contener elementos pesados como el plomo (Pb), Aluminio (Al), cadmio (Cd)

y mercurio (Hg), pero en valores mínimos permitiendo su uso en suplementos dietarios. El calcio de la cáscara de huevo como fuente de este mineral, supera la absorción del calcio proveniente de rocas y corales; esta biodisponibilidad se debe a que el CaCO_3 se descompone en bicarbonato de calcio, facilitando la absorción del ión calcio en el organismo. También en la cáscara el calcio se fija por la acción de fosfoproteínas ácidas, aunque existen factores que pueden afectar su composición, por ejemplo, la edad, dieta en calcio para la gallina, dieta en fósforo, consumo de vitamina D., magnesio, zinc, calor, agua, estrés y el sitio de crianza. Una sola cáscara de huevo contiene alrededor de 2,0 g de Ca, así entonces la mitad de la cáscara suministraría la cantidad requerida por día para una persona. (Salazar 2020).

Su integridad va a depender en gran medida la calidad y vida útil del huevo por lo que resulta importante realizar todos los esfuerzos posibles para mantenerla intacta. Esta estructura representa aproximadamente el 10% del peso total y su función es proteger su contenido gracias a su madurez y grosor su composición es prácticamente 94% de carbonato de calcio, aunque contiene también fosfato de calcio y carbonato de magnesio en muy pequeñas cantidades. (Cabeza, 2016).

Cuadro 6. Composición de la cascara de huevo

Composición	(%)
Materia inorgánica	95,0
Materia orgánica	3,5
Proteínas	2,0
Lípidos y azúcares	1,5
agua	1,5

Fuente: (cabeza, 2016)

1.15 Calcio en las plantas

En las plantas el calcio está asociado principalmente con los materiales pépticos según algunos estudios este tiene funciones importantes relacionadas con las propiedades de la pared celular y por ende está relacionado con la textura y la vida de almacenes almacenamiento de frutas y verduras.

El calcio puede interactuar con los polisacáridos aniónicos en coordinación con las funciones del oxígeno de dos de pectina adyacentes para formar la llamada estructura caja de huevo y la reticulación de las cadenas.

Es importante resaltar el papel que tiene el calcio en el crecimiento de las plantas el desarrollo y sus respuestas a las señales ambientales incluyendo los factores de este abiótico y biótico provocan cambios transitorios en los niveles de calcio celulares.

La concentración de calcio dentro de la célula está relacionada con la presencia de calcio en la pared celular vacuola retículo endoplasmático y la mitocondria.

De igual manera en respuesta de los estímulos extremos el calcio es liberado sistemas de almacenamiento específicos que regulan canales metabólicos (cabeza, 2016). (Hernández J. 2015).

1.15.1 Beneficios del calcio en las plantas

Fortalece las paredes celulares:

El calcio es importante para la estructura y fortaleza de las paredes celulares de las plantas. Ayuda a mantener la integridad de la estructura de la planta y a prevenir la deformación y el colapso de las células.

Mejora la absorción de otros nutrientes:

El calcio ayuda a mejorar la absorción de otros nutrientes esenciales para la planta, como el potasio y el nitrógeno. Esto significa que, cuando las plantas tienen suficiente calcio, pueden absorber más eficientemente otros nutrientes necesarios para su crecimiento.

Mejora la resistencia a enfermedades:

Las plantas que reciben suficiente calcio tienen una mejor resistencia a enfermedades y a otros factores de estrés, como la sequía y las temperaturas extremas.

Mejora la calidad de los frutos y las flores:

El calcio ayuda a mejorar la calidad de los frutos y las flores de la planta. Por ejemplo, las frutas y hortalizas que tienen suficiente calcio son menos propensas a sufrir enfermedades postcosecha y tienen una mayor calidad en términos de sabor y textura.

Ayuda a prevenir la toxicidad de otros nutrientes:

El calcio puede ayudar a prevenir la toxicidad de otros nutrientes, como el aluminio y el manganeso, que pueden ser perjudiciales para las plantas en grandes cantidades.

1.15.2 La absorción de calcio y su movilidad en la planta

La absorción de calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía.

El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema junto con el agua por tanto la absorción del calcio está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta.

Las condiciones de humedad alta frío y bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia de calcio ya que disminuye la absorción de agua por la planta.

Completamente la humedad del suelo y del aire afecta el transporte del calcio a todos los órganos de la planta pues afecta el flujo transpiratorio, el suministro de calcio debe ser continuo debido a que su eficiencia puede manifestarse en un período tan corto como 6 horas de carencia.

Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada en la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta porque tienen una tasa de transpiración muy baja por lo tanto es necesario tener un suministro constante de la del calcio para un crecimiento continuo. (Hernández J. 2015).

1.15.3 Funciones del calcio en la planta

Cano Betancur 2011 señala que el calcio como nutriente esencial para las plantas desarrolla las siguientes funciones:

- Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática de la planta.
- Participa en los procesos metabólicos de la absorción de otros nutrientes siendo parte de ella, fortalece la estructura de la pared celular de las plantas. Este, forma compuestos de pectado de calcio que dan estabilidad y firmeza a los tallos de la planta.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales del cultivo.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés por temperaturas elevadas. El calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Contribuye a proteger la planta contra enfermedades causadas por numerosos hongos y bacterias secretan enzimas en detrimento de la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel superficie de calcio pueden reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de la innovación de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

1.15.4 Transporte de calcio

Los iones del calcio son mensajeros secundarios insustituibles en las vías de traducción de señales de la planta los niveles de calcio intracelular se modelan en respuesta a las señales incluyendo las hormonas y el estrés biótico y abiótico estas señales pueden ser percibidas y traducidas con la respuesta por varias proteínas. (Cabeza, 2016).

1.15.5 Deficiencia de calcio en las plantas

La carencia o deficiencia de calcio se hace evidente en los meristemos y en las frutas debido a su baja tasa de transpiración. Cuando es escasa la movilidad del calcio al interior de la planta, los síntomas son más visibles en las partes jóvenes; los síntomas más característicos son: clorosis, especialmente en las márgenes de las hojas más jóvenes; enrollamiento de hojas con notables signos de malformación y muerte de puntos de crecimiento como inflorescencias y puntas de las raíces; manchas en frutos como peras o manzanas y, por último, ablandamiento de los tejidos del tomate.

Las condiciones de gran nubosidad, baja temperatura, alta humedad y elevadas conductividades eléctricas en el suelo inducen la deficiencia de calcio ya que disminuyen la absorción de agua por la planta. Por tanto, en dichas condiciones adversas, se hace necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo y conservación de la calidad (metroflor-agro 2018).

1.15.6 Calcio en relación con las defensas de las plantas

La carencia o deficiencia de calcio se hace evidente en los meristemos y en las frutas debido a su baja tasa de transpiración. Cuando es escasa la movilidad del calcio al interior de la planta, los síntomas son más visibles en las partes jóvenes; los síntomas más característicos son: clorosis, especialmente en las márgenes de las hojas más jóvenes; enrollamiento de hojas con notables signos de malformación y muerte de puntos de crecimiento como inflorescencias y puntas de las raíces; manchas en frutos como peras o manzanas y, por último, ablandamiento de los tejidos del tomate.

Las condiciones de gran nubosidad, baja temperatura, alta humedad y elevadas conductividades eléctricas en el suelo inducen la deficiencia de calcio ya que disminuyen la absorción de agua por la planta. Por tanto, en dichas condiciones adversas, se hace necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo y conservación de la calidad.

El calcio es importante como tras locador de señales para desencadenar una respuesta por parte de la planta a infección de patógenos en términos de elongación y crecimiento celular. La alta relación entre el calcio y los tejidos de resistencia, como la pared celular, afecta la incidencia de los parásitos y enfermedades fungosas, es esencial para la estabilidad de las biomembranas y promueve el alargamiento celular (metroflor-agro 2018).

1.15.7 Calcio foliar

La aplicación de calcio foliar es una alternativa viable para inducir resistencia de tipo estructural al tejido vegetal contra los ataques de hongos fitopatógenos (Agrios, 2005). Se ha comprobado que el uso de este elemento aumenta el grosor de las paredes celulares de los vegetales, limitando la penetración del hongo. Una cutícula gruesa puede limitar la resistencia a la infección (metroflor-agro 2018).

El aporte de calcio por medio de aplicaciones foliares a plantas incrementa la concentración de pectatos a nivel foliar, otorgándole resistencia a la degradación del tejido por las poligalactunorasas que muchos hongos producen al colonizar el tejido hospedero. De esta manera la participación en los procesos enzimáticos y hormonales impiden la degradación de la pared celular, lo que reduce significativamente la actividad de las enzimas degradantes.

La tendencia de minimizar el uso de agroquímicos tóxicos por el daño a la salud humana y al medio ambiente ha generado una búsqueda de alternativas menos agresivas para el control de plagas y enfermedades. Volpin y Elad en el 2011 mostraron que la presencia de calcio en el tejido vegetal es parte de la solución para el control de patógenos ya que estos no pueden romper los pectatos; además mejora la tolerancia a un rango amplio de condiciones de estrés. Se han encontrado pequeños fragmentos de la pared celular denominados oligosacarinas que, conjuntamente con la actividad mensajera del calcio, desarrollan un conjunto de procesos de la defensa natural de las plantas activando la fitoalexinas (metroflor-agro 2018).

1.15.8 Factores que determinan la asimilación del calcio en la planta

El déficit de calcio en los cultivos afecta a la calidad del fruto y a su rendimiento, por lo que una incorrecta asimilación puede provocar mermas en el valor de la producción en el mercado. Afortunadamente existen tratamientos para mejorar la asimilación del calcio en los cultivos. Su aplicación se hace especialmente necesaria ante factores climatológicos como los que pueden acontecer al inicio de la primavera, cuando la amplitud termina entre el día y la noche puede someter a las plantas a situaciones de estrés.

El calcio en los cultivos se transporta en el interior por vía xilema, pero el calcio es un elemento con poca movilidad dentro de la planta. La traslocación presenta dificultades, ya que solo un pequeño porcentaje es trasladado a los frutos desde las hojas adyacentes.

Existen multitudes de factores climatológicos que condicionan la asimilación de calcio en los cultivos. Las altas temperaturas durante días soleados, los vientos húmedos y secos, además de baja humedad relativa, se convierten en factores que potencian niveles altos de transpiración (Seipasa 2017).

1.16 Investigaciones similares

Evaluación de la Respuesta del Tomate a la Aplicación de Calcio en Presencia de Ácido Salicílico

El estudio realizado por Afsana et al. (2017) se centra en la respuesta del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) a la aplicación de calcio, en combinación con ácido salicílico, a través de aplicaciones foliares. A continuación, se resumen los hallazgos y conclusiones más relevantes del estudio.

Objetivos del Estudio

- **Evaluar el Efecto Sinérgico:** Determinar si la aplicación conjunta de calcio y ácido salicílico mejora el crecimiento y desarrollo del tomate en comparación con la aplicación de calcio solo.
- **Analizar Parámetros Fisiológicos:** Examinar cómo estas aplicaciones afectan parámetros fisiológicos como el crecimiento vegetativo, la producción de frutos y la calidad.

Metodología

- **Diseño Experimental:** Se llevaron a cabo ensayos en condiciones controladas donde se aplicaron diferentes tratamientos que incluían solo calcio, solo ácido salicílico y una combinación de ambos.

- **Aplicación Foliar:** Las aplicaciones se realizaron en etapas clave del crecimiento del tomate para evaluar su impacto en el desarrollo general de la planta.

Resultados Principales

1. **Mejora en el Crecimiento Vegetativo:** Los tratamientos que incluían tanto calcio como ácido salicílico mostraron un aumento significativo en el crecimiento vegetativo, medido a través de parámetros como la altura de las plantas y el número de hojas.
2. **Incremento en el Peso del Fruto:** La combinación de calcio y ácido salicílico resultó en un aumento notable en el peso y tamaño de los frutos, lo que indica una mejora en la calidad del cultivo.
3. **Reducción de Estrés Abiótico:** Se observó que el ácido salicílico, conocido por sus propiedades como regulador del crecimiento y su capacidad para mitigar el estrés abiótico, potenciaba los efectos positivos del calcio, ayudando a las plantas a manejar mejores condiciones adversas.
4. **Aumento en Contenido Nutricional:** Los frutos tratados con la combinación mostraron un mayor contenido de nutrientes esenciales, lo que sugiere que esta práctica no solo mejora el rendimiento sino también la calidad nutricional del tomate.

Conclusiones

El estudio de Afsana et al. (2017) concluye que la aplicación foliar conjunta de calcio y ácido salicílico tiene efectos sinérgicos positivos en el cultivo del tomate. Esta combinación no solo mejora el crecimiento y desarrollo general, sino que también aumenta el peso y la calidad del fruto, lo que puede ser beneficioso para los agricultores que buscan maximizar su producción y calidad. Estos hallazgos sugieren que integrar estas prácticas puede ser una estrategia efectiva para optimizar los cultivos de tomate Afsana et al. (2017).

Niveles de Calcio y su Influencia en el Control de la Pudrición Apical del Fruto en el Cultivo de *Lycopersicon esculentum*

La pudrición apical del fruto en el tomate, causada principalmente por la deficiencia de calcio, es un problema significativo que afecta tanto la calidad como el rendimiento del cultivo. A continuación, se presentan los hallazgos relevantes de investigaciones sobre la influencia del calcio en el control de esta condición.

Efectos de la Aplicación de Calcio

1. **Investigación de Lora Silva et al. (2001):** Este estudio evaluó diferentes métodos y dosis de aplicación de calcio en un suelo con deficiencia del mismo. Se encontraron resultados significativos al aplicar **100 kg/ha** de nitrato de calcio, lo que resultó en un rendimiento máximo de **17,000 kg/ha** y una reducción notable en la incidencia de pudrición apical. En contraste, el testigo sin aplicación mostró solo **1,050 kg/ha**. Este estudio concluyó que la aplicación edáfica de calcio es efectiva para controlar la deficiencia y mejorar la calidad del fruto.
2. **Influencia de Concentraciones Foliares:** En otro estudio, se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de quelato de calcio (0,05%, 0,10% y 0,15%) aplicadas foliarmente. Se observó que las aplicaciones más frecuentes y concentradas disminuyeron significativamente la incidencia de pudrición apical. Los tratamientos con 0,15% mostraron los mejores resultados en la reducción del desorden fisiológico.
3. **Relación entre Calcio y Otros Nutrientes:** La investigación también destacó la importancia del equilibrio nutricional. Un exceso de calcio puede interferir con la absorción de otros nutrientes como magnesio y potasio, lo que puede agravar los problemas relacionados con la pudrición apical. Por lo tanto, es crucial considerar las interacciones entre nutrientes al planificar las aplicaciones.

Recomendaciones Prácticas

- **Aplicación Edáfica:** Se recomienda aplicar nitrato de calcio a razón de 100 kg/ha para maximizar el rendimiento y minimizar la pudrición apical.
- **Aplicaciones Foliares:** Las aplicaciones foliares deben iniciarse cuando los frutos tienen un diámetro aproximado de 2 mm, con intervalos semanales para asegurar una disponibilidad continua de calcio durante las etapas críticas del desarrollo del fruto.
- **Monitoreo Nutricional:** Realizar análisis regulares del suelo para ajustar las aplicaciones según sea necesario y evitar desequilibrios nutricionales que puedan afectar el crecimiento y desarrollo del tomate.

Conclusiones

Los niveles adecuados de calcio son fundamentales para controlar la pudrición apical en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). La investigación demuestra que tanto las aplicaciones edáficas como foliares son efectivas para mejorar el rendimiento y la calidad del fruto, siempre que se manejen adecuadamente las interacciones entre nutrientes. Implementar estas prácticas puede ayudar a los agricultores a reducir pérdidas económicas y mejorar la calidad general del cultivo Chu E. (2011).

Respuesta a la aplicación de calcio sobre la pudrición apical del fruto del tomate en el valle medio del sinú (córdoba, colombia)

La pudrición apical del fruto del tomate se viene presentando en el Valle del Sinú desde la década de los 90'. Cuando aparece el problema es poco lo que se puede hacer para minimizar el daño y en algunos casos la pérdida es hasta del 100%. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del calcio en forma de carbonato de calcio (al suelo) y nitrato de calcio (vía foliar) sobre la pudrición apical del fruto del tomate. Para tal fin se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: no aplicación de calcio (testigo); T2: aplicación de 200 g de carbonato de calcio por sitio 20 días antes de la

siembra; y T3: aplicación foliar de nitrato de calcio en el periodo de fructificación cuatro veces, cada cuatro días (5 g de nitrato de calcio por L de agua). Los resultados indican que el testigo presentó un nivel de pudrición del fruto del 84.85%, mientras que al adicionar carbonato de calcio la pudrición del fruto se redujo significativamente y hubo incremento significativo del rendimiento. La aplicación foliar de nitrato de calcio redujo la pudrición apical a un 36%. Como conclusión se tiene que la adición de calcio reduce notablemente la pudrición apical en el fruto del tomate, pero este efecto fue mayor cuando se utilizó como fuente de éste el carbonato de calcio. Cabrales, E. (2010).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2. Ubicación geográfica

Este estudio se realizó en La comunidad de Chocloca que se encuentra en la provincia Avilés municipio de Uriondo ubicada al Sur-Oeste del departamento de Tarija, a 37 km al sud de la ciudad. Geográficamente se encuentra en la coordenada $21^{\circ} 42' 53''$ y $21^{\circ} 45' 6''$ sur latitud sud y $64^{\circ} 43' 46''$ y $64^{\circ} 44' 10''$ longitud oeste y está entre la escuela 10 de mayo y la lechería de la comunidad y se encuentra a una altura de 1795 m.s.n.m. (Mapcarta).



Figura 1. Ubicación del área del estudio.

2.1 Características Ecológicas

2.1.1 Clima

El clima en el valle central de Tarija varía de templado semiárido a templado árido con microclimas de tipo templado, cuyas precipitaciones varían de 330 mm a 1.100 mm temperatura media de 18°C (ZONIZIG, 2001).

2.1.2 Temperatura

Tiene una temperatura media anual de 13.7°C , temperatura máxima media anual 25.9°C , temperatura mínima media anual 9.6°C . (PTDI, 2016).

2.1.3 Precipitación

Tiene una precipitación promedio anual de 660.2 mm, y una humedad relativa media anual 67,6%. (PTDI, 2016).

2.1.4 Fisiografía

El valle central corresponde a la provincia fisiográfica de la cordillera oriental, es una región de serranías y colinas que rodean los municipios san lorenzo, Tarija, Uriondo y Padcaya. El valle se encuentra a una altura entre 1.750 y 2.100 msnm. El área donde se realizó la investigación corresponde a una terraza aluvial. (PTDI, 2016).

2.1.5 Suelo

Los suelos generalmente van de moderados a bien drenados con textura fina a regular y un ph de neutro a alcalino. Estos suelos son de buena aptitud agrícola medianamente fértiles con deficiencia en algunos elementos nutricionales (ZONISIG, 2001).

2.1.6 Vegetación

La vegetación natural en el valle ha sido mayormente removida mediante la vegetación en las serranías y laderas que rodean el valle, a alturas superiores a 2.200 msnm, consiste en matorrales andinos xerofíticos en diferentes etapas de degradación y pastizales naturales en las partes más altas. (PTDI, 2016).

2.1.7 Uso actual del suelo

El Uso Extractivo Forestal destaca en el territorio departamental con 35,46% de superficie. Mientras que el Uso Urbano, con 1.639 ha, y 0,04% del territorio tarijeño da cabida a más de 2/3 del total de la población. La Cobertura de la tierra en el departamento de Tarija, según datos obtenidos, procesados y ajustados del Sistema Único de Información de la Tierra (SUNIT) 2010, muestra que el departamento de Tarija presenta diversos usos de la tierra. Entre los rubros agrícolas se hallan estos: papa, maíz, vid, trigo, cebada, cítricos, durazno, yuca, ciruelo, damasco, ajo, quinua.

En el uso de la tierra los productos agrícolas más importantes del Departamento son: el maíz que abarca 39% (45.224 ha), papa 9% (10.359 ha), la producción de Soya 9% (10.331 ha), caña de azúcar 8% (9.734 ha), trigo 8% (9.143 ha), maní 7% (8.289 ha), sorgo 3% (3.508 ha), arveja verde 3% (3.264 ha), vid 3% (3.137 ha) y otros productos

agrícolas 12% (13.651 ha). El uso de mano de obra es extensivo y familiar, como en la producción de frutas, hortalizas, verduras y otros, de producción familiar y en espacios reducidos. (PTDI, 2016).

2.2 Características socioeconómicas

Generalmente, el destino de la producción, al margen del autoconsumo, es un mercado local. Si bien las familias que se dedican a la actividad agrícola. La comunidad en general está dedicada a la producción agrícola y pecuaria, sus actividades económicas y productivas con la búsqueda de alimentos de ingresos económicos que garanticen los bienes y servicios necesarios de las familias.

La principal actividad económica que desarrollan las familias de esta comunidad es la agricultura tradicional, entre los principales cultivos de la zona se tiene: maíz, papa, cebolla, arveja, frutales, alfalfa, etc. Complementando a esto la actividad ganadera principalmente el ganado vacuno que hoy en día con apoyo de la pil (planta industrial de leche) se tiene el ganado vacuno lechero mejorado (PTDI,2016).

Cuadro 7. Cultivo anual

Nombre común	Nombre científico
Tomate	Lycopersicum sculentum mil
Cebolla	Allium cepa L.
Pimentón	Capsicum annum L.
Alfalfa	Medicago sativa
papa	Solanum tuberosum
Arveja	Pisum sativum L.

Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. Cultivo perenne de la zona

Nombre común	Nombre científico
Vid	Vitis vinífera
durazno	Prunus pérsica L.

Fuete: elaboración propia

Cuadro 9. Cría de ganadería

Nombre común	Nombre científico
Caprino	Capra aegragrus hircus
Porcino	Sus scrofa domesticus
Avícola	Gallus gallus domesticus
bovino	Bos primigenius taurus

Fuente: elaboración propia

2.2.1 Población

La Comunidad de Chocloca cuenta con una población aproximada de 943 habitantes (PTDI,2016).

2.2.2 Accesibilidad

La comunidad de Chocloca es muy accesible ya que esta se encuentra sobre la carretera pavimentada Ruta 1 se dirige hacia el sureste a través de La Pintada hacia las localidades de Padcaya y Bermejo. A los 17 kilómetros, en el Cruce Concepción, un camino rural asfaltado se desvía hacia el oeste de la carretera general, cruza el valle del río Nuevo Guadalquivir a los cinco kilómetros y tras otros tres llega al pueblo de Uriondo. Desde aquí el camino continúa río arriba hasta los pueblos de Chocloca, Juntas, Chaguaya, Cañas y Camacho. (PTDI,2016).

2.3 Materiales

Es este presente trabajo de estudio se empleará 2 variedades de tomate (solamun lycopersicum sculentum mil)

Material vegetal

- Semilla de tomate: Variedad Nativo F1
- Semilla de tomate: Variedad Vergel F1
- Cascara de huevo
- Limón
- Enraizante (Razormin)

Material de campo

- Pico
- Pala
- Azadón
- Estacas
- Postes
- Alambre
- Cinta métrica de 100m
- Libreta de campo
- Cámara
- Bolsas de yute

Material de escritorio

- Computadora
- Calculadora
- Celular
- Balanza

2.4 Metodología

2.4.1 Diseño de la investigación

El diseño utilizado para el análisis y la interpretación de datos es el diseño bloques al azar con arreglo bifactorial $2 \times 4 = 8$ tratamientos y 3 repeticiones con un total de 24 unidades experimentales.

Cuadro 10. Diseño experimental.

Factores	Niveles	Tratamientos	Replicas	Nº de unidades experimentales
Variedad	2	8	3	24
dosis	4			

Cuadro 11. Tratamientos

Variedad	Dosis	Tratamientos
V1= Nativo f1 V2= Vergel	D0= testigo D1= 100gr D2= 300gr D3= 150gr	V1D0, V1D1, V1D2, V1D3 V2D0, V2D1, V2D2, V2D3

2.4.1.1 Descripción de los tratamientos

T1= V1D0= (variedad Nativo testigo)

T2= V1D1= (variedad Nativo con 100gr de calcio de cascara de huevo)

T3= V1D2= (variedad Nativo con 300gr de calcio de cascara de huevo)

T4=V1D3= (variedad Nativo con 150gr de calcio cascara de huevo)

T5=V2D0= (variedad Vergel testigo)

T6=V2 D1= (Variedad Vergel con 100gr de calcio de cascara de huevo)

T7=V2D2= (Variedad Vergel con 300gr de calcio de cascara de huevo)

T8=V2 D3= (Variedad Vergel con 150gr de calcio cascara de huevo)

2.4.2 Características del diseño

Número total de tratamientos= 8

Número de repeticiones= 3

Numero de parcelas= 24

Longitud= 12m

Ancho= 11m

Superficie total del ensayo= $132m^2$

Superficie útil del ensayo= $115m^2$

Numero de parcelas por bloque= 8

Largo de las parcelas= 2.80m

Ancho de las parcelas= 1.10m

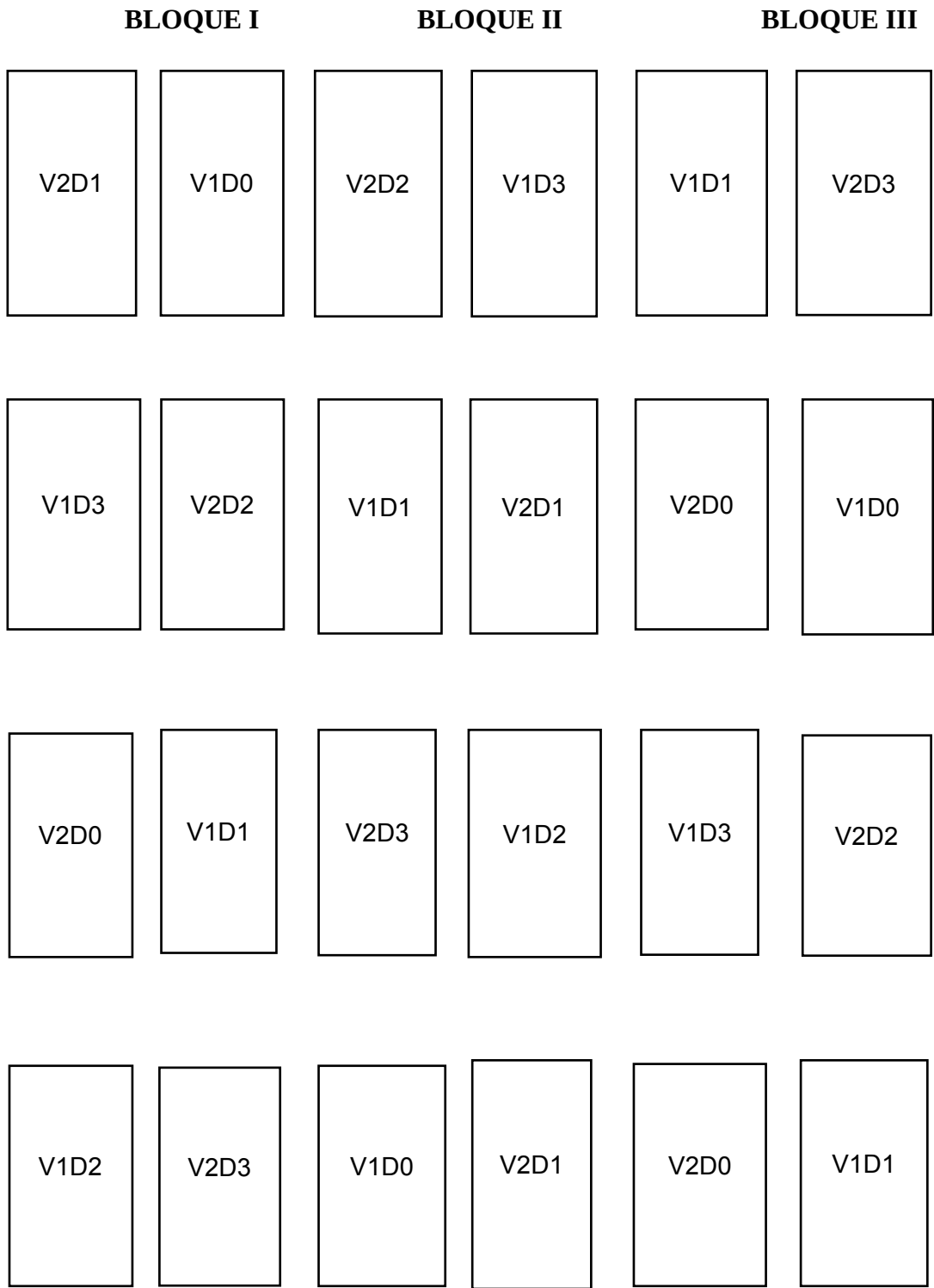
Distancia entre parcelas= 0,50 m

Numero de plantas por parcelas= 8

Distancia entre pantas= 0.50 m

Distancia entre surco= 0.70 m

2.4.2.1 Diseño de campo



2.5 Desarrollo del Estudio

2.5.1 Preparación del Terreno

El 26 de septiembre del 2023 se realizó la remoción del suelo para romper las costras y mullir la tierra obteniendo como resultado el suelo preparado a una profundidad de 0,40m. posteriormente se midió y formaron los surcos y parcelas.

2.5.2 Características del suelo

Se realizó la identificación y levantamiento de las principales características del suelo del área de estudio. Localización: comunidad de Chocloca, provincia Avilés del municipio de Uriondo Tarija.



Figura 2: Descripción del perfil del suelo.

2.5.3 Muestreo del Suelo

El 26 de septiembre de 2023 se realizó la toma de muestra para el análisis del suelo de manera sistemática en forma de zigzag a una profundidad de 25 cm ya que en el suelo del área de estudio presenta características homogéneas. Se procedió a sacar las muestras y a sud dividir las muestras y mezclar, para obtener una muestra compuesta, se llevó aproximadamente 1 kg de suelo al laboratorio para realizar el análisis del suelo donde se determinó ph, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y densidad aparente.

2.5.3.1 Interpretación de los Resultados del análisis del Suelo

Para la interpretación de los datos de los resultados de la materia orgánica, potasio, fosforo y ph se ha confrontado los mencionados datos del análisis del suelo con los valores de referencia pertenecientes al CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario de Bolivia).

La densidad aparente (Da) se interpretó de acuerdo al cuadro al cuadro siguiente:

Cuadro. 12. Clasificación aparente en los suelos

Unidad de (Da) g/cm^3	Clasificación
<1,0	Muy bajo
1,0-1,2	Bajo
1,2-1,45	Medio
1,45-1,60	Alto
>1,60	Muy alto

Fuente: Cairo, 1995, citado por Castillo, 2005.

Cuadro. 13. Valores referenciales de las condiciones de ph y conductividad eléctrica del suelo.

Valores referenciales	ph	Valores referenciales	µmho/cm
Muy acido	<5.5	No salino	<330
Acido	5.5-6.5	Débilmente salino	300-570
Neutro	6.6-7.3	Moderadamente salino	571-1060
Alcalino	7.4-8.4	Fuertemente salino	1061-2040
Muy alcalino	>8.4	Muy fuertemente salino	>2040

Fuente: Metodologías del análisis, Fundación CETABOL, 2008.

Cuadro. 14. valores referenciales de la materia orgánica y de los macronutrientes del suelo.

Valores referenciales	g/kg		Mg/kg		
	M.O.	N Total	N Disp.	P Olsen	Azufre
Muy bajo	<12	<0.6	<16	<5	<4
Bajo	12-24	0.6-1.2	16-32	5-10	4-8
Moderado	25-42	1.3-2.1	33-56	11-17	9-14
Alto	43-60	2.2-3.0	57-80	18-25	15-20
Muy alto	>60	>3.0	>80	>25	>20
Valores referenciales	Cmol/kg				
	potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	
Muy bajo	<0.20	<2.39	<0.40	<0.2	
Bajo	0.20-0.39	2.39-4.79	0.40-0.80	0.20-0.40	
Moderado	0.40-0.70	4.80-8.38	0.81-1.40	0.41-0.7	
Alto	0.71-1.0	8.39-11.98	1.41-2.0	0.71-1.0	
Muy alto	>1.0	>11.98	>2.0	>1.0	

Fuente: Metodologías de análisis, fundación CETABOL, 2008.

2.5.3.2 Determinación de la Oferta de Nutrientes

Se realizó en base al análisis químico del suelo en el cual indica el nivel de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio luego se aplicó cálculos y conversiones para convertir los datos a kg/ha.

2.6 Instalación de Malla

Se realizó el 23 de noviembre del 2023, la instalación de malla con una altura de 3.60 m con un 60% de sombreo que está diseñada para proporcionar un área de sombreo uniforme que controle la calidad de luz que reciben los cultivos y otras zonas de aplicación.

2.7 Dosis de calcio

Los esfuerzos complementarios para ayudar a la planta en la distribución del calcio son rara vez tenidos en cuenta por los cultivadores y estos problemas de distribución hacen que sea importante el proveer a los cultivos con una abundancia de calcio en dosis regulares durante el ciclo de crecimiento en un programa combinado de aplicación radicular y foliar. Las aplicaciones radiculares deben ser en formas fácilmente asimilables que aporten la mejor disponibilidad de calcio y que no produzcan efectos contraproducentes en el crecimiento vegetativo, lo que se traduce en un crecimiento vegetativo equilibrado y en un sistema radicular más homogéneo que asegurará una correcta nutrición a la planta a lo largo de todo el ciclo de cultivo. En cambio, las aplicaciones foliares deberán ser aportadas en pequeñas cantidades y de forma regular constante. (Juan Martín J. s f.).

Para este trabajo se utilizó 3 dosis de calcio utilizando la cascara de huevo, la primera dosis es de 100 gr/20L de cascara de huevo lo que equivale a 20 huevos, la segunda dosis es de 300 gr/50L de cascara de cascara de huevo lo que equivale a 60 huevos y la tercera dosis es de 150 gr/30L de cascara de huevos lo que equivale a 30 huevos, pero con aplicación vía foliar.

Primeramente, se secó las cascara de huevo, pero en un lugar seco y fresco, luego se pasó a triturar las cáscaras de huevo en trozos pequeños y seguidamente incorporar el zumo de los limones, posterior de esto se produce una efervescencia la cual se realiza debido a que el ácido del limón está liberando el calcio de la cáscara del huevo, que es

alcalino. Luego se debe dejar reposar la mezcla por al menos 12 horas o un día, por último, colarla y diluirla en agua.

La incorporación de las dosis se realizó en 3 momentos, la primera fue a inicios de la floración en fecha de 12 de noviembre de 2023, la segunda aplicación se realizó el 20 de noviembre de 2023 en el cuajado de fruto y la tercera aplicación se realizó en la etapa de maduración de frutos en fecha 27 de noviembre de 2023.

2.8. Labores del Cultivo

2.8.1 Almacigo

La siembra se realizó el 13 de agosto de 2023 utilizando bandejas de polietileno de 8x22 (176 celdas) se colocó una semilla por celda y se cubrió con sustrato y se tapó con nylon negro durante 5 días. Luego de 10 días las plantas de tomate ya emergieron.2.8.2 Trasplante

El trasplante se realizó el 26 de septiembre de 2023 cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 cm. Se regó y se colocó un enraizante (razormin) previo a trasplantar luego se procedió a colocar las plantas a cada hoyo correspondiente además se regó para conservar la humedad de las raíces.



Figura 3. Trasplante de las plantulas de tomate



Figura 4. Plantas establecidas

2.9 Labores Culturales

2.9.1 Aporque

Se realizo a los 40 días y 75 días después del trasplante con el suelo medio húmedo para oxigenar el suelo y facilitar la infiltración del agua de riego. También se realizó los deshierbes cada vez que se necesitaba arrancando las malezas.



Figura 5. Aporque de las plantas de tomate.

2.9.2 Poda

Se realizó la poda de formación dejando dos tallos también el desbrotado y el retiro de las hojas de la parte inferior de la planta.

2.9.3 Tutorado

Se realizó a los 20 días del trasplante donde se colocó postes en los extremos de las hileras colocando dos líneas de alambre con una altura de 1.30 m. las plantas de ataron a los alambres con totora con mucho cuidado.



Figura 6. Tutorado de las plantas de tomate

2.9.4 Riego

Fue en época de lluvia (noviembre-febrero) y por tanto el riego se complementó con agua de riego proveniente del canal para satisfacer las necesidades hídricas del tomate se realizó por gravedad.

2.9.5 Control de Malezas

Se desmalezo de manera manual utilizando un azadón removiendo el suelo y arrancando de raíz las malezas, pero con cuidado de no dañar el cultivo.

2.9.6 Control de Plagas y Enfermedades

Se utilizo un insecticida (engeo) para el control de plagas y un fungicida (coraza) para el control de enfermedades, pero como medida de prevención.

Se observo la aparición de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) a inicios de la cosecha en 3 plantas del tratamiento T1 V1D0 en el bloque 3 y se usó oxiclورو de cobre con una dosis de 4 gramos por litro de agua.

2.9.7 Cosecha

La cosecha se realizó el 18 de diciembre hasta 18 enero de 2023 realizando una cosecha por semana cuando se observó frutos desarrollados y comenzó el cambio de coloración de verde amarillento a rojo.

La cosecha se realizó de forma manual desprendiendo el fruto del péndulo de la planta se limpió los frutos y se embalo en cajas de madera también se tomó los datos para las variables peso, diámetro etc.

2.10 Variables a Estudiar

2.10.1 Variables agronómicas

Altura de la planta

Antes de proceder a la recolección de frutos se registrarán las medidas de altura de plantas, la medición se contó desde el cuello de la planta hasta el nivel que alcanzo el follaje de las hojas. Los datos se tomaron a los 90 días después del trasplante con ayuda de un flexómetro.

Peso del fruto

Después de la cosecha se pesó los frutos en gramos utilizando una balanza y así pesando los frutos de cada unidad experimental y por tratamiento.

Largo del fruto

Se realizará una vez que alcanzo su tamaño ideal para ello se utilizará un calibrador tomando la medición desde el pedicelo hasta la punta del fruto.

Diámetro del fruto

Se realizo después de cosecharlo tomando la medición de la zona ecuatorial cuidando de no ajustar demasiado y así no dañar en fruto.

Numero de frutos por planta

Se conto los frutos por planta tomando unos frutos al azar para después sacar la media por cada replica y tratamiento.

Rendimiento

Se realizo tomando los datos del peso de fruto por la superficie de cada parcela luego se calculó el rendimiento en t/ha.

Numero de frutos con podredumbre apical

Se registró si hay presencia de podredumbre apical Blossom-end rot (BER) observando cada tratamiento y haciendo el conteo de frutos por cada planta de tomate.

2.10.2 Variables económicas

Análisis económico

La relación beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo de generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada.

$B/C > 1$ Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción lo que significa que es rentable.

$B/C = 0$ Los ingresos económicos solo cubren los costos de producción

$B/C < 1$ El proyecto no es rentable

CAPITULO II

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3. Resultados y Discusión

3.1 Características químicas y densidad aparente

Cuadro 15. Características del suelo según análisis de laboratorio

Materia orgánica (%)	Fosforo (ppm)	Potasio (meq/100g)	Calcio (ppm)	ph	Densidad aparente (g/cm^2)
3,47%	106,37	296,85	434,95	6,71	1,36

3.2 La interpretación de las características químicas

La interpretación de los niveles de la materia orgánica, fósforo, potasio, densidad aparente y ph se realizó convirtiendo las unidades de acuerdo a los cuadros 16 y 17 los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro 16. Interpretación de los niveles de la materia orgánica, fosforo, potasio y ph el suelo.

	unidad	valor	clasificación	Interpretación
Materia orgánica	g/kg	3,47	Entre 43-60	alto
Fosforo	Mg/kg	106,37	>25	Muy alto
Potasio	(cmolc/kg)	296,85	Entre 0,71-1,0	alto
Calcio	(cmol/kg)	434,95	Entre 2,39-4,79	bajo
ph		6,71	6,6-7,3	Neutro

3.3 Interpretación de la Densidad Aparente

La misma se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 17. Interpretación de la densidad aparente

	Unidad	valor	clasificación	Interpretación
Densidad aparente	g/cm^3	1,36	Entre 1,2-1,45	Medio

3.4 Oferta de nutrientes del suelo

La oferta del suelo de macro nutrientes N, P_2O_5 , y K_2O en kg/ha se muestra en el siguiente cuadro.

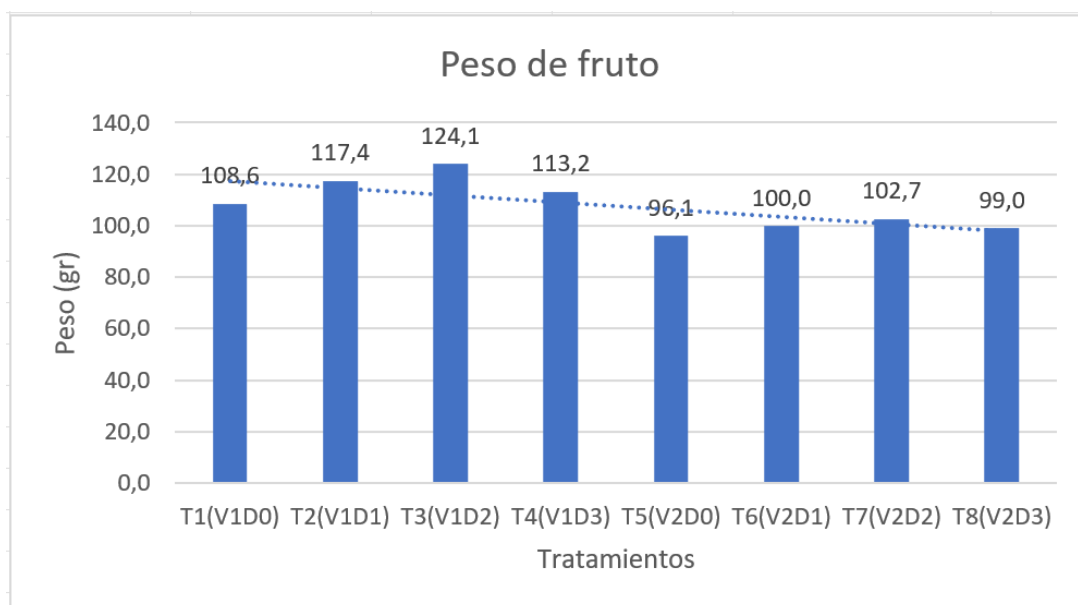
Cuadro 18. Contenido de N, P_2O_5 , y K_2O del suelo

Contenido del suelo expresado en kg/ha		
N	P_2O_5	K_2O
117,98	828,19	1521,84

3.5 Peso del fruto (g)

Cuadro 19. Promedio de la variable peso del fruto (g).

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	100,0	110,3	115,6	325,9	108,6
V1D1	114,4	121,3	116,6	352,3	117,4
V1D2	120,3	125,4	126,5	372,2	124,1
V1D3	119,5	118,3	101,9	339,7	113,2
V2D0	98,5	91,1	98,8	288,4	96,1
V2D1	101,5	98,8	99,8	300,1	100,0
V2D2	102,2	107,7	98,1	308,0	102,7
V2D3	98,1	98,2	100,7	297,0	99,0
Σ	854,4	871,1	858,0	2583,6	

Gráfico 1. Peso de fruto (g)**Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso del fruto.**

Fuente de Variación	gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	2521,46				
Tratamientos	7	2062,85	294,69	9,39	2,77**	4,28**
Réplicas	2	19,34	9,67	0,31	3,74NS	6,51
Factor A (variedad)	1	1610,15	1610,15	51,32	4,6	8,86**
Factor B (dosis)	3	383,77	127,92	4,08	3,34NS	5,56
Inter. FA/FB	3	68,93	22,98	0,73	3,34NS	5,56ns
Error	14	439,26	31,38			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

Cv (coeficiente de variación)= 0,13

En el análisis de varianza efectuado para la variable peso de fruto, se observa que existen variaciones altamente significativas en tratamientos y altamente significativas en el factor A (variedad).

Cuadro 21. Resultado de la prueba de Duncan para la variable peso de fruto.

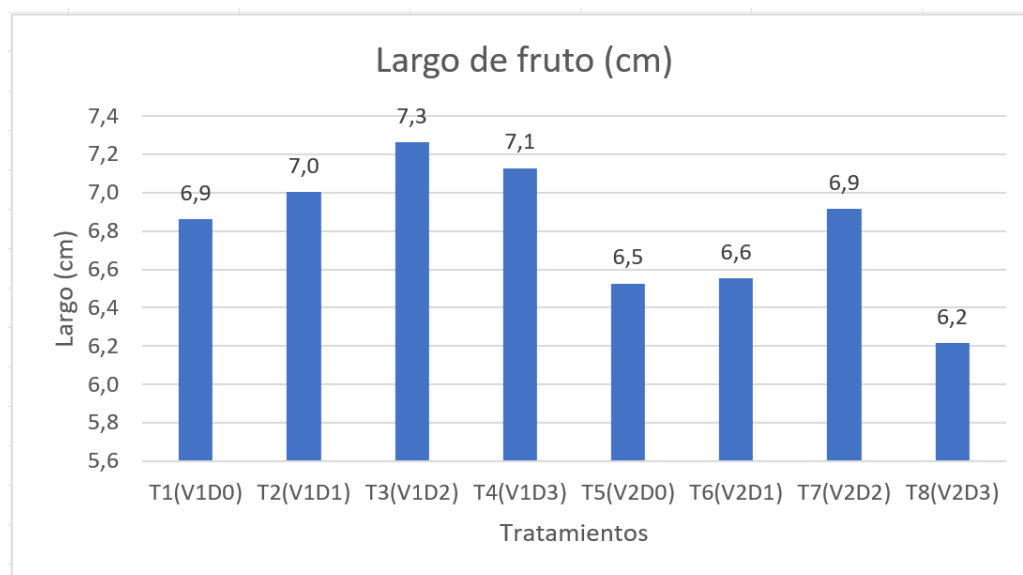
Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1D2	124,10	A
V1D1	117,40	AB
V1D3	113,20	BC
V1D0	108,60	BCD
V2D2	102,70	CD
V2D1	100,00	DE
V2D3	99,00	DE
V2D0	96,10	E

Realizando la prueba de Duncan se demuestra que el tratamiento T1 V1D2 (variedad Nativo, de 300 gr. de calcio) presenta el mayor peso de fruto con 124,10 g/fruto, seguido de T2 V1D1 (variedad Nativo, de 100 gr. de calcio) con 117,4 g/fruto y en tercer lugar el tratamiento T4 V1D3 (variedad Nativo, con 150 gr de calcio) con peso promedio del fruto de 113,20 g/fruto, lo que indica que el cultivo de tomate de la variedad Nativo híbrida tiene frutos con mayor peso. El menor peso de fruto obtenido fue el tratamiento T5 V2D0, (variedad Vergel, testigo) que obtuvo un peso promedio de 96,10 g/fruto. Los resultados de esta investigación son casi similares a los reportados por Cabrales (2010) quien evaluó la respuesta a la aplicación de calcio sobre la pudrición apical del fruto del tomate donde obtuvo 124 gramos de peso del fruto.

3.6 Largo de fruto (cm)

Cuadro 22. Promedio de la variable largo de fruto (cm).

Tratamientos		Réplicas en promedios		Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	7,2	6,5	6,9	20,6	6,9
V1D1	7,3	6,7	7,1	21,0	7,0
V1D2	7,2	7,2	7,4	21,8	7,3
V1D3	7,3	7,1	6,9	21,4	7,1
V2D0	6,4	6,6	6,6	19,6	6,5
V2D1	6,6	6,7	6,4	19,7	6,6
V2D2	6,8	7,1	6,8	20,7	6,9
V2D3	5,8	6,5	6,3	18,6	6,2
Σ	54,6	54,3	54,4	163,4	

Gráfico 2. Largo de fruto (cm)**Cuadro 23. Análisis de varianza para el largo del fruto.**

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	3,54				
Tratamientos	7	2,56	0,37	5,26	2,77	4,28**
Réplicas	2	0,01	0,00	0,04	3,74NS	6,51
Factor A (variedad)	1	1,56	1,56	22,49	4,6	8,86**
Factor B (dosis)	3	0,66	0,22	3,18	3,34NS	5,56
Inter. FA/FB	3	0,33	0,11	1,60	3,34NS	5,56
Error	14	0,97	0,07			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,056$

De acuerdo al análisis de varianza se puede mostrar que existe variación altamente significativa entre tratamientos, el factor A (variedad) y la variación no es significativa para el factor B (dosis de calcio).

Cuadro 24. Resultado de la prueba de Duncan para la variable largo de fruto.

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1D2	7,3	A
V1D3	7,1	A
V1D1	7,0	AB
V2D2	6,9	AB
V1D0	6,9	AB
V2D1	6,6	BC
V2D0	6,5	BC
V2D3	6,2	C

Realizando la prueba de Duncan se demuestra que el tratamiento T3 V1D2 (variedad Nativo, con 300 g de calcio de cascara de huevo) presenta el fruto con largo de 7,3 cm, siendo este el promedio más elevado, en contraposición, el tratamiento T8 V2D3 (variedad Vergel, 150 gr de calcio) presenta el fruto con longitud de 6,2 cm, siendo el promedio menor.

Por tanto existe diferencia entre las variedades Nativo y Vergel ambas tratadas con la aplicación de abono de cáscara de huevo. Al comparar estos resultados con los reportados por Chu (2011) quien evaluo los niveles de calcio y su influencia en el control de pudricion apical del fruto del tomate son totalmente diferentes porque este obtuvo 5,7 cm de alrgo del fruto este resultado es bajo en comparacion a esta investigacion donde se encontro 7,3 cm de lagro de fruto.

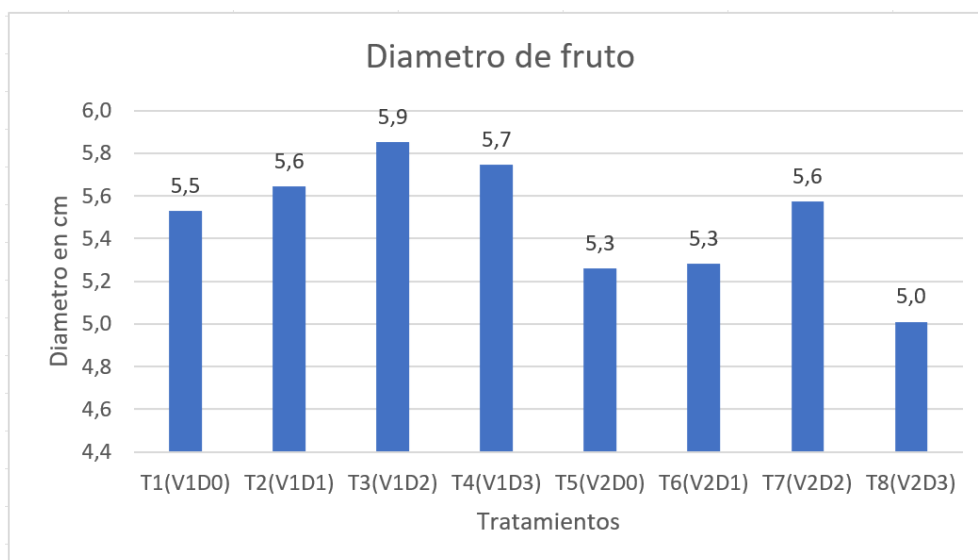
3.7 Diámetro del fruto (cm)

Cuadro 25. Promedio de la variable diámetro del fruto (cm).

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	5,8	5,2	5,6	16,6	5,5
V1D1	5,9	5,4	5,7	16,9	5,6
V1D2	5,8	5,8	6,0	17,6	5,9
V1D3	5,9	5,8	5,6	17,2	5,7
V2D0	5,2	5,3	5,3	15,8	5,3
V2D1	5,3	5,4	5,1	15,8	5,3
V2D2	5,5	5,7	5,5	16,7	5,6
V2D3	4,7	5,3	5,1	15,0	5,0
Σ	44,0	43,8	43,9	131,7	

Observando el cuadro anterior, el tratamiento T3 V1D2 presenta el mayor promedio de diámetro de fruto con 5,90 cm, seguido de T4 V1D3 con 5,70 y T2 V1D1, T7 V2D2 con 5,60 cm.

Gráfico 3. Diámetro del fruto.



Cuadro 26. Análisis de varianza para el diámetro del fruto.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	2,30				
Tratamientos	7	1,66	0,24	5,26	2,77	4,28**
Réplicas	2	0,00	0,00	0,04	3,74NS	6,51
Factor A	1	1,02	1,02	22,49	4,6	8,86**
Factor B	3	0,43	0,14	3,18	3,34NS	5,56
Inter. FA/FB	3	0,22	0,07	1,60	3,34NS	5,56
Error	14	0,63	0,05			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,06$

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable diámetro de fruto, indica que existe variación significativa en los tratamientos y significativa para el factor A (variedad).

Cuadro 27. Resultado de la prueba de Duncan de diámetro de fruto.

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1D2	5,9	A
V1D3	5,7	A
V1D1	5,6	AB
V2D2	5,6	AB
V1D0	5,5	AB
V2D1	5,3	BC
V2D0	5,3	BC
V2D3	5,0	C

Efectuando la prueba de Duncan se demuestra que los tratamientos T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 g de calcio), T4 V1D3 (variedad Nativo con 150 g de calcio) y T2 V1D1 (variedad Nativo con 100 gr de calcio) con: 5,9 cm, 5,7 cm, y 5,6 cm

respectivamente, presentan los promedios más altos para la variable diámetro de fruto. Los demás tratamientos son similares.

El tratamiento T8 V2D3 (variedad Vergel con 150g de calcio) tiene el menor promedio con 5,0 cm.

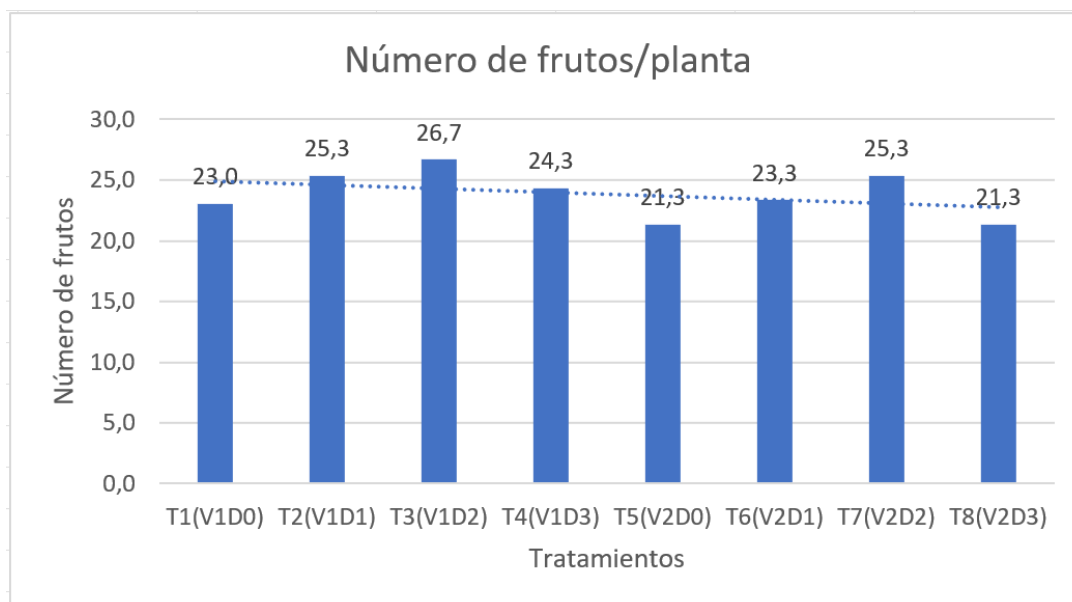
Una investigación llevada a cabo por Chu (2011) el diámetro de frutos más alto fue de 4,4 cm dato bajo en comparación a los obtenidos en esta investigación que fue de 5,9cm.

3.8 Número de frutos por planta

Cuadro 28. Promedio de números de frutos por planta.

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	24	20	25	69	23,0
V1D1	27	24	25	76	25,3
V1D2	28	25	27	80	26,7
V1D3	26	24	23	73	24,3
V2D0	19	23	22	64	21,3
V2D1	23	22	25	70	23,3
V2D2	24	26	26	76	25,3
V2D3	24	20	25	69	23,0
Σ	27	24	25	76	25,3

En el cuadro, se indica los valores promedios obtenidos en cada tratamiento en estudio. Se puede observar que el tratamiento T3 V1D2 presenta el mayor promedio de número de fruto con 26,7 frutos/planta.

Gráfico 4. Número de frutos por planta.**Cuadro 29. Análisis de varianza para número de frutos por planta.**

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	127,33				
Tratamientos	7	78,67	11,24	3,83	2,77*	4,28
Réplicas	2	7,58	3,79	1,29	3,74NS	6,51
Factor A	1	24,00	24,00	8,18	4,60*	8,86
Factor B	3	52,33	17,44	5,94	3,34	5,56**
Inter. FA/FB	3	2,33	0,78	0,27	3,34NS	5,56
Error	14	41,08	2,93			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,12$

Realizando el análisis de varianza se puede mostrar que existe variación significativa entre tratamientos, de igual manera, significativa para el factor A (variedad) y existe variación altamente significativa para el factor B (dosis de calcio).

Cuadro 30. Resultado de la prueba de Duncan de número de frutos/planta.

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1D2	26,7	A
V1D1	25,3	AB
V2D2	25,3	ABC
V1D3	24,3	ABCD
V2D1	23,3	BCD
V1D0	23,0	BCD
V2D0	21,3	CD
V2D3	21,3	D

Realizando la prueba de Duncan se determina que el mejor tratamiento es el T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 gr de calcio) con un promedio de 26,7 frutos/planta, en el rango más alto.

El tratamiento T8 V2D3 alcanzó un promedio de 21,3 frutos/planta, siendo el promedio mas bajo entre los tratamientos.

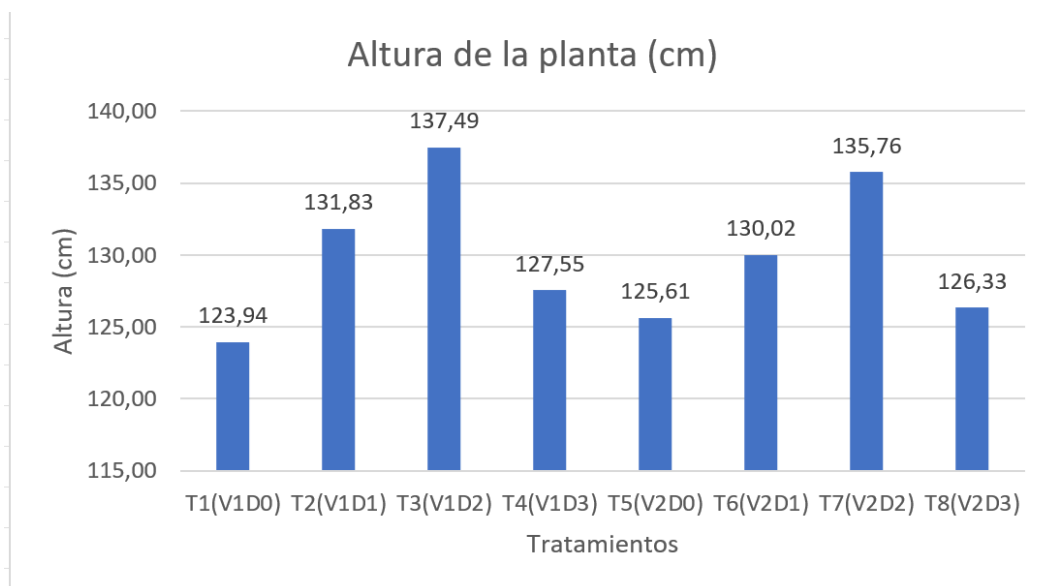
Según Chu (2011) quien evaluó los niveles de calcio y su influencia en el control de la pudrición apical del fruto del tomate obtuvo 21 frutos dato menor en comparación a esta investigación.

3.9 Altura de la planta

Cuadro 31. Promedio de la variable altura de la planta (cm).

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	137,00	109,33	125,50	371,83	123,94
V1D1	131,00	129,50	135,00	395,50	131,83
V1D2	131,50	138,36	142,62	412,48	137,49
V1D3	125,00	128,66	129,00	382,66	127,55
V2D0	130,00	123,50	123,33	376,83	125,61
V2D1	128,00	139,66	122,40	390,06	130,02
V2D2	128,56	142,00	136,71	407,27	135,76
V2D3	128,00	120,00	131,00	379,00	126,33
Σ	1039,06	1031,01	1045,56	3115,63	

En el cuadro, se indica los valores promedios obtenidos en cada tratamiento en estudio, para la variable altura de la planta, datos expresados en cm. Se puede observar que el tratamiento T3 V1D2, con 137,49 cm presenta mayor altura de planta en el cultivo de tomate y el menor promedio el tratamiento T1 V1D0 con 123,94 cm.

Gráfico 5. Altura de la planta**Cuadro 32. Análisis de varianza para altura de la planta.**

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	1319,06				
Tratamientos	7	503,31	71,90	1,25	2,77NS	4,28
Réplicas	2	13,28	6,64	0,12	3,74NS	6,51
Factor A	1	3,61	3,61	0,06	4,60NS	8,86
Factor B	3	487,46	162,49	2,83	3,34NS	5,56
Inter. FA/FB	3	12,24	4,08	0,07	3,34NS	5,56
Error	14	802,47	57,32			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,06$

Realizando el Analisis de Varianza se determina que no existe diferencia significativa entre tratamientos, replicas, factores de estudio ni en la interacción de factores.

Cuadro 33. Resultado de la prueba de Duncan de altura de la planta.

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
V1D2	137,49	A
V2D2	135,76	A
V1D1	131,83	A
V2D1	130,02	A
V1D3	127,55	A
V2D3	126,33	A
V2D0	125,61	A
V1D0	123,94	A

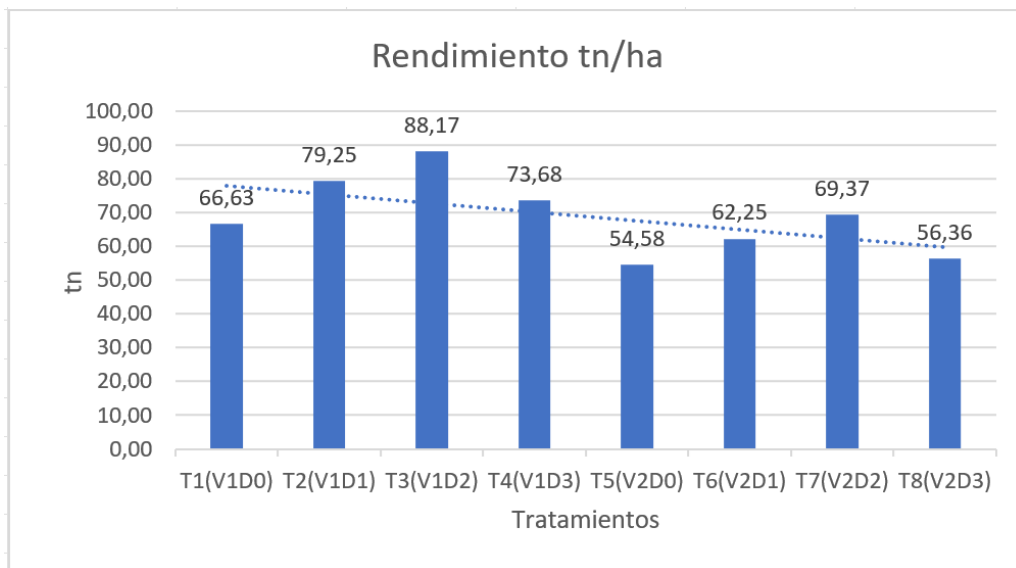
Realizando la prueba de Duncan para la variable altura de la planta, se agrupa a todos los tratamientos dentro de un mismo rango de significación, es decir, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo el tratamiento T3 V1D2 destaca con 137,49 cm de longitud de tallo.

Los resultados de esta investigación son similares a los reportados por Afsana et al (2017) quienes evaluaron la respuesta del tomate a la aplicación del calcio en presencia de ácido salicílico foliar encontrando que las concentraciones de calcio más elevadas no influyeron en la altura de la plata se tomate.

3.10 Rendimiento

Cuadro 34. Promedio del rendimiento (t/ha).

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	64,00	58,83	77,07	199,89	66,63
V1D1	82,35	77,66	77,73	237,74	79,25
V1D2	89,82	83,60	91,08	264,50	88,17
V1D3	82,83	75,71	62,50	221,04	73,68
V2D0	49,91	55,87	57,96	163,74	54,58
V2D1	62,25	57,96	66,53	186,75	62,25
V2D2	65,41	74,67	68,02	208,10	69,37
V2D3	52,32	54,99	61,76	169,07	56,36
Σ	548,89	539,30	562,65	1650,84	

Gráfico 6. Rendimiento en t/ha

Cuadro 35. Análisis de varianza para rendimiento t/ha.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	3339,74				
Tratamientos	7	2738,86	391,27	9,67	2,77	4,28**
Réplicas	2	34,46	17,23	0,43	3,74NS	6,51
Factor A	1	1592,74	1592,74	39,37	4,60	8,86**
Factor B	3	1107,34	369,11	9,12	3,34	5,56**
Inter. FA/FB	3	38,79	12,93	0,32	3,34NS	5,56
Error	14	566,42	40,46			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,171$

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para la variable Rendimiento (tn/ha), existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, para el factor A (variedad) y el factor B (dosis de calcio).

Cuadro 36. Resultado de la prueba de Duncan de rendimiento t/ha.

Tratamientos	Promedios	Agrupamiento
V1D2	88,17	A
V1D1	79,25	AB
V1D3	73,68	BC
V2D2	69,37	C
V1D0	66,63	CD
V2D1	62,25	CD
V2D3	56,36	D
V2D0	54,58	D

Mediante la prueba de Duncan se demuestra que el tratamiento T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 gr de calcio de cáscara de huevo) presenta el mayor rendimiento con 88,17 t/ha, seguido de T2 V1D1 (variedad Nativo con 100 gr de calcio) con 79,25 t/ha y T4 V1D3 (variedad Nativo con 150 gr de calcio) con 73,68 t/ha. El tratamiento T5 V2D0 (variedad Vergel testigo) tiene el menor promedio con 54,58 t/ha.

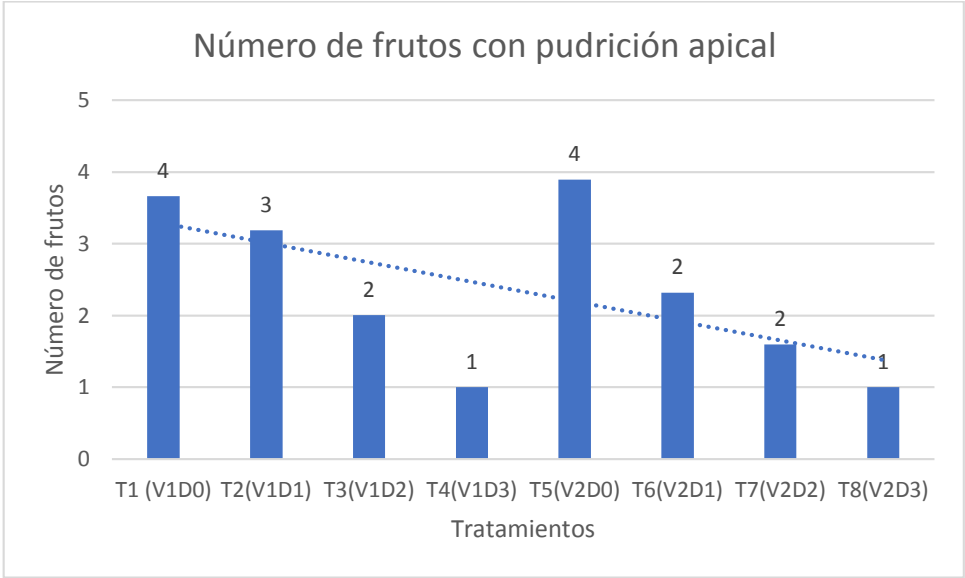
Afsana et al (2017) en su investigación obtuvo un rendimiento de 72,57 t/ha dato menor en comparación a esta investigación.

3.11 Número de frutos con pudrición apical

Cuadro 37. Promedio de número de frutos con pudrición apical.

Tratamientos	Réplicas en promedios			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
V1D0	4	3	4	11	4
V1D1	3	3	4	10	3
V1D2	2	1	3	6	2
V1D3	1	1	1	3	1
V2D0	3	4	5	12	4
V2D1	2	2	3	7	2
V2D2	2	2	2	5	2
V2D3	1	1	1	3	1
Σ	18	17	21	56	

Gráfico 7. Número de frutos con pudrición apical.



Cuadro 38. Análisis de varianza para número de frutos con pudrición apical.

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Total	23	31,57				
Tratamientos	7	27,46	3,92	20,46	2,77	4,28**
Réplicas	2	1,43	0,71	3,72	3,74NS	6,51
Factor A	1	0,42	0,42	2,18	4,60NS	8,86
Factor B	3	25,99	8,66	45,18	3,34	5,56**
Inter. FA/FB	3	1,05	0,35	1,83	3,34NS	5,56
Error	14	2,68	0,19			

$F_c \leq F_{t(0,05)}$ = la variación es NO SIGNIFICATIVA, NS.

$F_{t(0,05)} < F_c \leq F_{t(0,01)}$ = la variación es *significativa* , (*)

$F_c > F_{t(0,01)}$ = la variación es *altamente significativa* , (**)

$C_v = 0,49$

Realizando el análisis de varianza para la variable número de frutos con pudrición apical, se determinó que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y en el factor B (dosis de calcio).

Cuadro 39. Resultado de la prueba de Duncan de número de frutos con pudrición apical.

Tratamientos	Promedios	Agrupamiento
V2D0	4	A
V1D0	4	A
V1D1	3	A
V2D1	2	BC
V1D2	2	BC
V2D2	2	BC
V1D3	1	C
V2D3	1	C

Mediante la prueba de Duncan se demuestra que el tratamiento T5 V2D0 (variedad Vergel testigo) presenta un total de 4 frutos afectados por la pudrición apical, seguido de T1 V1D0 (variedad Nativo testigo) con 4 frutos. El tratamiento T3 V1D2 y T8 V2D3 tienen el menor promedio con tan solo 1 fruto afectado.

Según Chu (2011) en su investigación observó mayor efecto de la pudrición apical en relación a los niveles mayores de calcio que mostraron valores menores, esto se atribuye a que los desórdenes fisiológicos que debilitan la planta hacen más notorios donde no se aplicó calcio, mientras que en los demás tratamientos se suple esta carencia correctamente.

3.12 Beneficio/costo

Cuadro 40. Relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Precio Bs/kg	Ingreso bruto	Costo de producción	Ingreso neto	Relación B/C
V1D0	66630	1	66630	36158	30472	1,84
V1D1	79240	1	79240	36158	43082	2,19
V1D2	88160	1	88160	36158	52002	2,44
V1D3	73680	1	73680	36158	37522	2,04
V2D0	54580	1	54580	36158	18422	1,51
V2D1	62240	1	62240	36158	26082	1,72
V2D2	69360	1	69360	36158	33202	1,92
V2D3	56350	1	56350	36158	20192	1,56

$B/C > 1$ Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, lo que significa que es rentable.

$B/C = 0$ Los ingresos económicos solo cubren los costos de producción.

$B/C < 1$ El proyecto no es rentable.

En el cuadro anterior se puede observar que todos los tratamientos presentan una relación beneficio/costo mayor a 1.

El tratamiento más rentable económicamente es T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 gr de calcio de cáscara de huevo) que presentó una relación B/C de 2,44. El precio de venta que se tomó como referencia fue de 1 Bs/kg, ya que el precio de la caja (20 kg) de tomate, tuvo un costo de venta en el mercado de 20 Bs.

El tratamiento T5 V2D0 (variedad Vergel, testigo) presentó una relación beneficio/costo de 1,51 siendo la menor de los 8 tratamientos en estudio.

Esto indica que todos los tratamientos son rentables económicamente, sin embargo, se debe tener muy en cuenta que los precios varían demasiado de acuerdo a la época del año y la demanda en el consumo de tomate fresco.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El tratamiento T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 g de calcio de cáscara de huevo) presentó el mayor rendimiento con 88,17 t/ha, que supera el rendimiento del tratamiento T5 V2D0 (variedad Vergel testigo), que tiene el menor promedio con 54,58 t/ha.

Existe diferencias en el rendimiento entre variedades híbridas en el cultivo de tomate, en el presente trabajo se demostró que la variedad Nativo supera a la variedad Vergel en cuanto a rendimiento.

La variedad Nativo con la aplicación de cascara de huevo (300 gr) obtuvo el mayor rendimiento con 88,17 t/ha, seguido del tratamiento T2 V1D1, variedad Nativo con 100 gr de calcio de cascara de huevo, y por el tratamiento T4 V1D3, variedad Nativo con 150 gr de calcio. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de calcio de cáscara de huevo vía foliar incrementa la producción en el cultivo de tomate de la variedad.

Se concluye que existe variación en el rendimiento entre las variedades, con la misma dosis de calcio.

El tratamiento T7 V2D2 (Vergel con 300 gr de calcio de cascara de huevo) presento un rendimiento de 69,37 t/ha, el tratamiento T3 V1D2 (variedad Nativo con 300 gr de calcio de cáscara de huevo) obtuvo el mayor rendimiento con 88,17 t/ha es ddcir que existe variacion en el redimiento emtre las variedades Vergel y Nativo aplicando la misma dosis de calcio.

El tratamiento T5 V2D0 (variedad Vergel testigo) presenta un total de 4 frutos afectados por la pudricion apical, seguido de T1 V1D0 (variedad Nativo testigo) con 4 frutos. El tratamiento T3 V1D2 y T8 V2D3 tienen el menor promedio con tan solo 1 fruto afectado lo que significa que gracias a la aplicación de calcio se redujo significativamente la podredumbre apical *Blossom-end rot* (BER).

Realizando el análisis de varianza, se observó que existe diferencias significativas y altamente significativas en las variables: peso del fruto, largo del fruto y diámetro del

fruto para el factor variedad es decir entre variedades, presentando los promedios más altos la variedad Nativo seguido de la variedad Vergel.

El tratamiento más rentable económicamente es T3V1D2 (variedad Nativo con 300 gr de calcio de cáscara de huevo) que presentó una relación B/C de 2,44. El precio de venta que se tomó como referencia fue de 1 Bs/kg, ya que el precio de la caja (20 kg) de tomate, tuvo un costo de venta en el mercado de 20 Bs.

Recomendaciones

El uso de las cascarras de huevo para el cultivo de tomate de las variedades Nativo y Vergel.

Utilizar semilla de calidad para el cultivo de tomate.

Para incrementar el rendimiento en el cultivo del tomate aplicar la dosis de 300gr de calcio de las cascarras de huevo en 50 litros de agua vía foliar ya que fue el mejor resultado que se reportó y en zonas que presenten características similares al suelo en que se realizó el presente trabajo.

Se recomienda la aplicación de abono foliar a base de cáscara de huevo con la dosis de 300gr de calcio, para reducir el porcentaje de pudrición apical en el cultivo de tomate.

Se debe tomar en cuenta la cantidad de calcio que se le coloca en la planta de tomate debido a que si se le echa mucha cantidad de calcio pueden competir con la absorción de otros nutrientes, como el magnesio y el potasio, pero si la cantidad de calcio de la planta es mínima ésta última se debilita no se desarrolla adecuadamente y muere a temprana edad.

Asegurarse de lavar bien las cáscaras de huevo antes de secarlas para eliminar cualquier residuo de alimentos o bacterias que puedan perjudicar o dañar a las plantas de tomate.

Se debe realizar estudios similares a este trabajo de investigación, pero tomando en cuenta la fertilización edáfica.