

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Fragaria chiloensis o Frutilla chilena, se conoce que fue ampliamente utilizada por las tribus indígenas mapuches y picunches hace cerca de 1.000 años atrás. La utilizaron como fruta fresca, deshidratada, fermentada y también como infusiones medicinales. (Grupo Fragaria , 2023)

La fresa pertenece al género *Fragaria* y a la familia Rosaceae, conocida como la frutilla roja. Es una planta perenne, herbácea de tallos rastreros cortos, que se transforman en rizomas, de donde pertenecen sus hojas arrosetadas, tripartidas, dentadas de su orilla, reconocidas como falsas rosetas. Presenta raíces fibrosas primarias y secundarias, así como también raicillas, que pueden medir alrededor de 30 cm de profundidad. La planta forma una corona a nivel del suelo y no llega a medir más de 50 cm de altura, puede formar ramificaciones denominadas estolones de hasta 15 cm de largo, con lo que pueden regenerar nuevas plantas, facilitando su reproducción. (Proain tecnología agrícola , 2020)

En todo el mundo se producen 9.125.913 de toneladas de fresa al año. China es el mayor productor de fresas del mundo con un volumen de producción de 3,801,865 de toneladas por año. Estados Unidos de América ocupa el segundo lugar con una producción anual de 1.420.570 toneladas. China y los Estados Unidos de América producen juntos el 57% del total mundial. México está con 468,248 está clasificado en 3. (Atlas Big , S.f.)

Según el SIIP Bolivia los departamentos productores de frutilla son Santa Cruz, Cochabamba, Tarija, Chuquisaca y La Paz. Produciendo un total de 3200 toneladas en el año 2021. En el departamento de Tarija los municipios productores de frutilla son Uriondo, Tarija, San Lorenzo y Caraparí. Produciendo en un total de 99 toneladas en el año 2021. (SIIP, 2021)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la comunidad de Cerro Redondo no hubo estudios que indiquen cual es el efecto de la aplicación foliar del nitrato de potasio, por lo que es necesario una investigación del efecto en el rendimiento y calidad del fruto de la frutilla con diferentes dosis de aplicación de este fertilizante, productores de la comunidad indican que utilizan la fertilización foliar con nitrato de potasio, sin embargo no tienen una investigación en la zona que les indique una dosis que les de mejores rendimientos en la etapa de producción.

JUSTIFICACIÓN

El cultivo de la frutilla con fines comerciales es muy importante para el sustento de muchas familias que se dedican a la producción de esta fruta, se utiliza para el consumo humano como fruta y también se elabora diferentes derivados. A través de este estudio se determinó la dosis de nitrato de potasio más conveniente económicamente para el productor con el fin de mejorar el rendimiento y calidad de la frutilla con la aplicación del nitrato de potasio, ya que en el mercado la frutilla de mayor tamaño es de gran demanda y tiene un mayor valor económico lo cual es más conveniente para el productor. Dicho estudio beneficiará a más de 10 familias productoras de la comunidad.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de tres dosis de nitrato de potasio en frutilla (*Fragaria chiloensis* L. Mill.) en la etapa de producción en un cultivo de un año en la comunidad de Cerro Redondo de la provincia Méndez.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del nitrato de potasio en el rendimiento de la frutilla.
- Evaluar las características agronómicas de la frutilla en la etapa de producción.
- Evaluación económica de los tratamientos (Beneficio/Costo).

Hipótesis

La aplicación foliar de nitrato de potasio en diferentes dosis presenta diferencias en el rendimiento y la calidad del fruto de la frutilla.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Origen

El origen del género *Fragaria* no está bien definido. No obstante, este género agrupa unos 400 taxones descritos de los cuales 20 están reconocidos. En la actualidad, las variedades comerciales son híbridos de *F. chiloensis*, de origen chileno y *F. virginiana* del Este de Norteamérica (*fragaria x ananassa*). (Info Agro, s.f.)

Fragaria chiloensis o Frutilla chilena, se conoce que fue ampliamente utilizada por las tribus indígenas mapuches y picunches hace cerca de 1.000 años atrás. La utilizaron como fruta fresca, deshidratada, fermentada y también como infusiones medicinales.

Existían plantas de *F. chiloensis* con frutos rojos, amarillos y también blancos y se cree que estos últimos fueron lo más domesticados. Los frutos rojos silvestres de *F. chiloensis* según los registros históricos se encontraban de Santiago hacia el Sur, dejando en la zona sur de forma exclusiva los frutos blancos. (Grupo *Fragaria* , 2023)

1.2. Producción mundial

Según datos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la producción mundial de frutillas alcanzó los 9,2 millones de toneladas en 2019. Los principales países productores de frutillas a nivel mundial son China, Estados Unidos, México, Egipto y Turquía. Estos países representan más del 60% de la producción mundial de frutillas. Otros productores importantes incluyen España, Polonia, Corea del Sur y Japón.

La producción mundial de frutilla para el año 2021 fue de 9.175.384 toneladas, con 389.665 hectáreas de área cosechada (FAO). El rendimiento promedio mundial fue de alrededor de las 24 tn/ha y los principales productores fueron China, EE. UU. y Turquía. (Secretaría de agricultura y ganadería , 2023)

1.3. Producción nacional

En el territorio boliviano, las plantaciones de frutilla se encuentran en los departamentos de La Paz (municipio de Sud Yungas), Cochabamba (Tocopaya, Palca, San Benito y Sacaba), Santa Cruz (Comarapa) y Tarija (Cercado y San Lorenzo), según información del año agrícola 2020-2021, brindada por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. (La Región, 2023)

Según el Ministerio de Desarrollo Rural y tierras en el año 2020-2021 en Bolivia se cultivó frutilla en una superficie de 527 hectáreas, con una producción de 3 260 toneladas y un rendimiento de 6,19 toneladas/ hectárea. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2021)

1.4. Producción en Tarija

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de Bolivia, Tarija es uno de los principales departamentos productores de frutillas en el país, junto con Cochabamba y La Paz. Se estima que la producción anual de frutillas en Tarija ronda las 1,000 toneladas, aunque esta cifra puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y la demanda del mercado.

Según el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras en el año 2020-2021 en el departamento de Tarija se cultivó frutilla en una superficie de 34 hectáreas, con una producción de 99 toneladas y un rendimiento de 2,88 toneladas/ hectárea. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2021)

1.5. Taxonomía de la frutilla

Reino: Vegetal

Phylum: Teleomorphytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Órdenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Sub familia: Rosoideae

Nombre científico: *Fragaria chiloensis* (L.) Mill.

Nombre común: Frutilla

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2023)

1.6. Morfología

Se trata de una planta herbácea, perenne y de porte rastrero.

1.6.1. Sistema radicular

Presentan un sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces y raicillas. Las primeras presentan un cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto (de algunos días o semanas). Estas raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc.

La profundidad del sistema radicular es variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. (Info Agro, s.f.)

1.6.2. Tallo

Corona: Aunque la Frutilla parece ser una planta herbácea perenne acaulescente (sin tallo), no lo es, ya que tiene un tallo representado por la “corona” de unos 2 a 3 cm. de largo, que se vuelve leñoso con el tiempo y que está cubierto exteriormente por estípulas. Desde la corona se desarrollan las hojas, flores, estolones y raíces.

En la base de las hojas, en su unión con la corona, se encuentran las yemas o meristemas axilares, que responden a las condiciones ambientales y al nivel nutricional de la planta para determinar el desarrollo posterior de ella, que puede ser vegetativo y/o reproductivo. (Diaz, s.f.)

1.6.3. Hojas

Las hojas se disponen en roseta sobre la corona. Tienen los pecíolos largos, dos estípulas rojizas y el limbo dividido en tres folíolos de bordes aserrados. El envés de las hojas está recubierto de pelos. (AgroEs, s.f.)

1.6.4. Flores

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo aparece una única flor terminal y otras laterales de menor tamaño.

La flor tiene 5-6 pétalos, 20-35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnosos. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnosos, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto, comúnmente llamado fresón. (Info Agro, s.f.)

1.6.5. Fruto

El fruto es un poliaquenio en el que la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado que aloja los aquenios. La forma del fruto es de forma variable y la coloración rojo brillante. (Diaz, s.f.)

1.7.Requerimientos edafoclimáticos

1.7.1. Temperatura

Un normal aporte de frío producirá un rápido crecimiento foliar, normal diferenciación de yemas florales y escasa emisión de estolones; es decir, una planta muy equilibrada con un gran potencial de producción.

El número de horas de frío necesarias para lograr desarrollo y buenos rendimientos, es diferente para cada variedad. En general, los requerimientos van de 380 a 700 horas acumuladas de temperaturas entre 0 y 7°C, temprano en otoño.

- Frío suficiente: planta con buen desarrollo y fructificación.
- Frío insuficiente: bajo desarrollo y fructificación.
- Sin frío: poco vigor y baja producción.
- Excesivo frío: gran crecimiento vegetativo.

Las raíces se desarrollan mejor con temperaturas mayores a 12°C en el suelo. Esta se puede manejar con el uso de mulch y condiciones de humedad adecuadas. Si en primavera la temperatura del suelo es inferior, se inhibe la aparición de raíces absorbentes. (Proain , 2020)

1.7.2. Humedad

La humedad del aire en el ambiente de las plantas afecta su desarrollo ya que la evaporación es necesaria para la circulación "sanguínea" de las plantas. El valor de humedad óptimo depende de la fotosíntesis (día / noche) y la temperatura del aire (o enfriamiento nocturno).

La humedad relativa del aire también es importante en el desarrollo de diversas enfermedades. Con mucha humedad, puede aparecer Botrytis y un período más seco después de un período más seco aumenta el riesgo de mildiú polvoroso. El rango óptimo de humedad relativa oscila entre el 65 y 70%. (AgroSense, s.f.)

1.7.3. Luz

En cuanto a la luz, necesitan 12 h de luz diarias para tener buena productividad

1.7.4. Suelos

La planta de frutilla se adapta bien a los suelos de textura franco-franco arenosa, con buen drenaje, con una profundidad mayor a 80 cm. En suelos livianos o arenosos la temperatura aumenta fácilmente, por lo que la producción de fruta es anticipada.

En cambio, un suelo arcilloso y con menos contenido de aire la temperatura es más baja y, por ende, la fructificación es más tardía.

Requieren terrenos planos o con lomajes suaves, óptimo es la exposición norte-oriental. Con fertilidad media a alta y contenidos de materia orgánica entre 3% a 7%.

Se recomienda el uso de camellones altos, confeccionados con enmiendas orgánicas como compost, humus, bocashi u otro biopreparado para mejorar la capacidad de retención de humedad, estructura y fertilidad del suelo y, con ello, evitar problemas sanitarios en el sistema radicular provocado por el mal drenaje. (INIA, 2017)

1.7.5. Riego

Sistemas de riego más comunes utilizados en la producción de fresa: Riego por goteo y riego por aspersión.

Los requerimientos hídricos de esta especie son considerablemente altos, pues propiamente el suelo siempre se encuentra entre los límites de humedad aprovechable (HA) y humedad a capacidad de campo (HCC), propiamente se forma un lodo acuoso para su desarrollo y producción. En el cultivo de fresa se fertirriega. La frecuencia y

duración del riego depende de las condiciones climáticas, textura del suelo y necesidades de la planta. Durante el periodo estival, la frecuencia de riego debe ser mayor, realizando 2-3 riegos por semana. Sin embargo, en invierno es conveniente reducir dicha frecuencia. (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

1.8. Descripción de las variedades de frutilla

Las variedades de frutilla (género *Fragaria*) se clasifican de acuerdo a sus requerimientos de horas de luz del día, en variedades de día corto y variedades de día neutro.

1.8.1. Variedades de frutillas de día corto.

Grupo de variedades que responden al fotoperíodo (largo del día) requiriendo días cortos (menos de 14 h de luz) para desarrollar yemas florales. Presentan generalmente dos periodos de cosecha en la temporada. Se destacan los cultivares ‘Camarosa’ y ‘Benicia’. (Agronotips , 2023)

1.8.1.1. Variedad Camarosa

Mercado: muy buena aptitud para el mercado fresco y agroindustria (congelado).

Planta: variedad de gran vigor y buen desarrollo radical.

Fruto: color externo rojo oscuro y rojo intenso en pulpa. Fruto de gran firmeza.

Enfermedades: sensible a oídio.

Densidad de plantación: 55.000 plantas/ha (29 cm entre plantas). (Agronotips , 2023)

1.8.1.2. Variedad Benicia

Mercado: buena aptitud para la agroindustria (congelado) y también para el mercado fresco.

Planta: tamaño y vigor similar a ‘Camarosa’.

Fruto: color rojo externo y en pulpa. Firme, con los aquenios más hundidos y sin deformidades.

Enfermedades: se destaca su resistencia a oídio y tolerancia a lluvias.

Densidad de plantación: 55.000 plantas/ha (29 cm entre plantas). (Agronotips , 2023)

1.8.2. Variedades de frutillas de día neutro

Grupo de variedades que no responden al fotoperíodo (largo de día), es decir sólo requieren temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo) para desarrollar yemas florales. Presentan una producción y calibre de fruto más homogéneo a lo largo de la temporada. Son variedades con muy buena aptitud para el mercado fresco, que además representan una excelente alternativa comercial para producción fuera de temporada a través de cultivo forzado (túnel o invernadero). Se destacan las variedades ‘San Andreas’, ‘Albión’, ‘Monterey’ y ‘Aromas’. (Agronotips , 2023)

1.8.2.1. Variedad Albión

Principales características:

Excepcional calidad organoléptica del fruto y excepcional sabor.

Rendimientos parecidos a Diamante y un poco menos que Aroma.

Alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades.

Descripción:

Su principal característica es su excepcional calidad de fruta, tanto por tamaño (superior a Diamante) como por sabor y firmeza de la fruta (del orden de 32 gramos por fruta). Albión es una variedad que mezcla las cualidades buenas de Diamante y las de Aroma. Es de muy fácil recolección y aguanta más el postcosecha que estas dos, tiene mejor sabor y aspecto.

Resistencia a enfermedades y plagas:

Albión es muy resistente a Antracnosis, Verticillium y Phytophthora. Y más resistente que Aromas a araña roja. (Eurosemillas , 2023)

1.8.2.2. Variedad San Andreas

Variedad moderadamente neutra, con mayor respuesta al fotoperiodo. Presenta peak de producción más marcados que la variedad Albion.

Con potencial para cultivo tanto en suelo como en semi hidroponia. Planta tamaño intermedio, de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12°C en suelo), para no presentar exceso de crecimiento vegetativo, lo que podría retrasar la entrada en producción.

Manejo: Evitar las fuentes de amonio en la fertilización nitrogenada por lo que se recomienda preferir nitratos. Evitar las enmiendas de fondo con estiércol o gallinaza. Para mantener firmeza de frutos, realizar aportes permanentes de calcio foliar en la etapa de producción.

Fruto: Color rojo externo parejo y pulpa más clara. Presenta una adecuada maduración y color de frutos en periodos de baja temperaturas (otoño-primavera).

Fruto con adecuada firmeza en producción de otoño-primavera. En los meses más cálidos, realizar manejos adecuados de fertilización y riego para mantener firmeza de frutos.

Enfermedades y plagas: En general es la variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades (principalmente al oídio) y mejor tolerancia al complejo de hongos. (Agrícola Llahuen , 2021)

1.8.2.3. Variedad Monterrey

Variedad moderadamente neutra, de abundante floración.

Mercado: muy buena aptitud para el mercado fresco ya que produce frutos de un sabor sobresaliente en dulzor, también para agroindustria (congelado).

Planta: mayor tamaño, de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), ya que si es plantada con mucho frío presenta exceso de vigor.

Fruto: color rojo externo parejo y pulpa roja. Fruto firme con buena vida de postcosecha.

Enfermedades: susceptible a oídio. (Agronotips , 2023)

1.8.2.4. Variedades de frutillas blancas: La madre de las frutillas del mundo

La frutilla blanca una variedad endémica chilena, es una fruta delicada, pequeña, exquisita y se caracteriza por su carne blanca e intensos aromas dulces y herbáceos. Tiene una corta temporada desde la mitad de diciembre hasta fines de enero. Ideal para postres, tortas, etc.

Esta plantita es totalmente originaria de Chile, fue cultivada hace mucho tiempo por los mapuches y tiene mucha historia, Pedro de Valdivia la menciona ya por el año 1542, y algo no menor es que se le considera “la madre de las frutillas del mundo” así es, ya que esta variedad fue llevada a Europa en 1714 por Amédée-François Frézier, ingeniero militar al servicio de Luis XIV, llevó algunos ejemplares a Europa. (Huerta familiar , 2022)

1.9. Propagación

El cultivo de frutilla se propaga en forma asexual, a través de estolones donde cada planta madre genera entre 10 a 12 estolones y cada uno de ellos entre 4 a 6 nuevas plantas; la otra forma de reproducción consiste en el deshijamiento de las plantas madres del mismo cultivar (por división de la corona); aunque, esta última no es muy utilizada por los viveristas. Ambas formas de reproducción presentan año tras año disminución del potencial de rendimiento, al igual que la pérdida de la calidad del fruto, así como la degeneración del cultivo debido a una infestación acumulada de enfermedades. Otro aspecto importante, es que el ciclo de vida útil del cultivo de frutilla es corto (dos años); transcurrido este tiempo es necesario realizar cambios en los campos de producción para mantener los niveles de productividad. De esta manera estos campos requieren refrescar su material vegetal, utilizando para ello plantas

madres provenientes de cultivo in vitro para garantizar una producción estable. (Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 2020)

La obtención de plantas madres son realizadas en su mayoría en EE. UU., concretamente en el estado de California debido a que las variedades más comerciales siguen siendo obtenidas por Universidades de ese país. (Manejo de Viveros de Fresa en México, 2020).

1.10. Técnicas de cultivo

1.10.1. Preparación del terreno

El cultivo de la frutilla requiere una adecuada preparación de suelo, que otorgue las condiciones favorables para el desarrollo de las raíces, circulación de agua y de aire, mejorar la capacidad de retención de la humedad del suelo y drenaje. En la preparación de suelo se deben considerar las distintas acciones físicas de manipulación para modificar las características del terreno, que afectan el desarrollo de la planta y la promoción del uso de métodos agroecológicos para conservar la biodiversidad en el sistema productivo. (INIA, 2017)

El armado de los lomos debe realizarse preferiblemente unos 15 a 20 días antes de las fechas de plantación. La finalidad de esta labor es lograr una cama de plantación alta, mullida pero firme, aireada y de buen drenaje, que permita el desarrollo adecuado del sistema radicular y una distribución uniforme del agua de riego y de los fertilizantes. Una vez que el suelo está adecuadamente nivelado y preparado, se procede al armado de los camellones, cuyas dimensiones se consignan en la (Figura 1). Los camellones o lomos se construyen con máquinas de arrastre, que además pueden estar diseñadas para aplicar fertilizante, colocar la cinta de riego por goteo y el acolchado (mulching) plástico, y aplicar productos fumigantes.

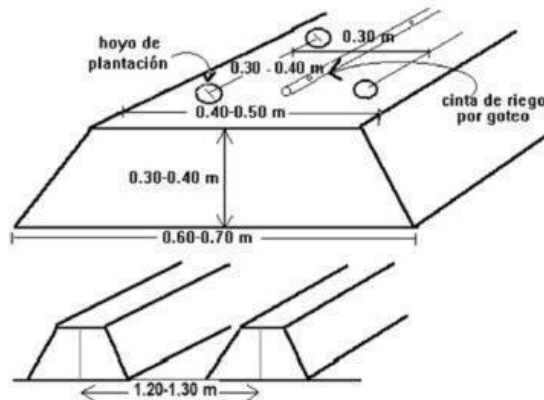


Diagrama de construcción y disposición de camellones en producción de fresa con riego por goteo. (Tecnología Agrícola, 2022)

1.10.2. Plantación

La época de plantación depende de la zona y de la variedad. Si se realizan plantaciones de invierno, se suelen utilizar variedades de día corto, siendo el comienzo a finales de verano o principios de otoño. Para hacerlo, las plantas disponen sobre los camellones en hileras simples o dobles, con distancia entre 25-30 cm entre hileras y 25-30cm entre plantas. Tras la plantación, es conveniente realizar varios riegos para que las plántulas enraícen correctamente. En cuanto a la fertilización, la fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de 3kg/m^2 de estiércol descompuesto. Si se cuenta con un suelo excesivamente calizo, es recomendable el aporte adicional de turba de naturaleza ácida para bajar ligeramente el pH y evitar la acción de la caliza. Como abonado de fondo se pueden aportar alrededor de 100g/m^2 de abono complejo 15-15-15. El abonado debe interrumpirse aproximadamente 15 días antes de la recolección. A partir de la floración y hasta el final de la recolección, se debe regar diariamente, abonando tres veces por semana.

1.10.3. Colocación de túnel o macrotúnel

Un macrotúnel es una estructura de acero con forma de arco cubierta con una película de plástico, con paredes laterales y frontales que pueden ser abiertas para regular la temperatura; estas estructuras se emplean para proteger a los cultivos de

factores externos que puedan dañarlos. Este tipo de estructuras proveen un nivel intermedio de protección y control entre la producción a campo abierto e invernadero. Las plantas normalmente crecen en suelo dentro del macrotúnel, aunque en los últimos años se ha popularizado la hidroponía especialmente para las berries.

Beneficios de producir en macrotúneles:

Fruta de mayor calidad, mayores rendimientos, temporada de cosecha extendida, fruta de mayor tamaño, menos enfermedades, menor número de ciertos insectos, se puede cosechar aun cuando esté lloviendo, menos daños por pájaros, más económicos que los invernaderos y menos maleza. (Agrofacto, 2021)

El microtúnel constituye una alternativa interesante cuando no se dispone de gran superficie. Presenta varias ventajas, su costo es menor que la de un invernadero, se pueden utilizar materiales reciclados, resiste de buena forma el viento, no requiere de estructuras adicionales de protección como cortinas cortaviento y es de fácil manejo y mantención. Desde el punto de vista agronómico, el microtúnel es capaz de generar un ambiente favorable para el desarrollo de los cultivos, aumenta la temperatura media diaria (esto permite incluso instalarlo dentro de invernadero, para acelerar la germinación al inicio de primavera), disminuye el estrés o daño causado por viento y heladas y permite una buena iluminación, sin provocar el efecto de sombra que generan las estructuras de mayor envergadura.

El microtúnel es una estructura compuesta por arcos de fierro flexible (tipo construcción) de 6 u 8 mm de espesor. El ancho de los arcos es de 80 cm, y su altura dependerá del tipo de cultivo, variando de 50 cm a 1 m. La distancia existente entre arcos es de 1 m y su cantidad dependerá del espacio disponible de terreno, no siendo recomendable construir estructuras que superen los 30 m, ya que pierden resistencia frente al viento. (Masle, Bravo, Müller, & Gajardo, 2020)

Macrotúneles en cultivo de fresa**Microtúnel en el cultivo de fresa**

1.11. Fertilización

La clave para una producción exitosa y sostenible de fresas en España radica en una nutrición equilibrada y oportuna. Un plan de fertilización de fresas adecuado asegura que las plantas reciban los nutrientes que necesitan en el momento adecuado, lo que resulta en una cosecha más abundante y frutos de mejor calidad. A continuación, examinaremos en profundidad los nutrientes esenciales y el momento óptimo para su aplicación en el cultivo de fresa. (Sembralia , 2023)

1.11.1. Nutrientes esenciales para la frutilla

Un abono para fresa de alta calidad debe proporcionar una mezcla equilibrada de macronutrientes y micronutrientes. Aquí están los nutrientes clave que tus fresas necesitan:

1. **Nitrógeno (N):** El nitrógeno es fundamental para el crecimiento de las fresas, ya que impulsa la producción de clorofila y la síntesis de proteínas. Un suministro adecuado de nitrógeno resultará en plantas de fresa más fuertes y frutos más grandes.

2. **Fósforo (P):** El fósforo es esencial para la fotosíntesis y la transferencia de energía en las plantas de fresa. También contribuye al desarrollo de las raíces y mejora la capacidad de la planta para resistir enfermedades.
3. **Potasio (K):** El potasio ayuda a regular el uso del agua en las plantas de fresa y es crucial para la producción de frutos de alta calidad.
4. **Micronutrientes:** Además de los macronutrientes, las fresas necesitan una variedad de micronutrientes, incluyendo hierro, manganeso, cobre, y zinc. Estos son necesarios en cantidades menores, pero son igualmente importantes para el crecimiento saludable de las fresas. (Sembralia , 2023)

Momento de aplicación

La aplicación oportuna de nutrientes es un aspecto fundamental en el cultivo de fresa. Aquí te detallamos el momento ideal para aplicar cada nutriente:

1. **Nitrógeno:** Las fresas necesitan una constante aportación de nitrógeno a lo largo de su ciclo de crecimiento. Sin embargo, es esencial aplicar una dosis adicional de nitrógeno durante la floración y el desarrollo del fruto para garantizar un rendimiento óptimo.
2. **Fósforo y Potasio:** Estos nutrientes deben aplicarse antes de la plantación para fomentar un desarrollo radicular saludable y un inicio de crecimiento fuerte. Posteriormente, se recomienda aplicar fósforo y potasio durante la floración y la formación del fruto para maximizar la calidad de las fresas.
3. **Micronutrientes:** Los micronutrientes deben ser incorporados al suelo antes de la plantación. Después de esto, se puede aplicar un abono con micronutrientes según sea necesario durante la temporada de crecimiento. (Sembralia , 2023).

1.11.2. Función de los nutrientes

Nitrógeno

Garantiza el desarrollo vegetativo del cultivo. Desempeña un papel fundamental en la síntesis de proteínas que están implicadas directamente en el crecimiento y el rendimiento.

Fósforo

Estimula el desarrollo de un buen sistema radicular. Es un requisito previo para la floración y, por tanto, para la cantidad y el mantenimiento de los frutos.

Es esencial para la gestión adecuada de la energía en la planta. Promueve la división celular.

Potasio

Mejora el transporte de los azúcares a los frutos. Es un cofactor de decenas de enzimas. Regula la gestión del agua, principalmente a través de la apertura de los estomas. Mejora el contenido en azúcar de la fruta. Reduce la vulnerabilidad frente a muchos tipos de estrés, tanto abiótico como biótico. Mejora la intensidad del color de la fruta, la firmeza de la carne, la forma y el rendimiento general.

Calcio

Favorece la estabilidad de las paredes de las células, proporcionando una estructura fuerte a la planta y resistencia a las enfermedades. Un nivel adecuado de calcio previene la necrosis apical. También prolonga la vida útil del producto.

Magnesio

Es la parte central de la molécula de clorofila, que desempeña un papel clave en la fotosíntesis. Aumenta la utilización del Fe. Transporta el fósforo en la planta. Es a la vez un activador enzimático y un componente de muchas enzimas. Facilita la obtención de frutos de color verde intenso.

Azufre

Es un componente estructural de proteínas y péptidos. Participa en la conversión de N inorgánico en proteínas. Es un componente estructural de varias enzimas. Actúa como catalizador en la producción de clorofila.

Hierro

Esencial para la síntesis de la clorofila y las proteínas. Es un factor importante en muchas enzimas, asociado a la transferencia de energía y los sistemas respiratorios.

Manganeso

Funciones importantes en la fotosíntesis: Reacción de Hill (disociación del H_2O), transporte de electrones, asimilación del CO_2 . Formación de riboflavina, ácido ascórbico y caroteno.

Boro

Translocación de azúcares e hidratos de carbono. Polinización y producción de semillas. División celular y formación de la pared celular, relacionado con la absorción y el uso del Ca. (ICL , 2023)

1.11.3. Deficiencias de nutrientes

Nitrógeno

Tanto el crecimiento vegetativo como la producción de frutos están severamente restringidos. Hojas de color verde claro a amarillo; las hojas más jóvenes aún son bastante verdes debido al N movilizado de las hojas más viejas. Hojas rojo oscuro & púrpura & amarillo a verde claro. El rendimiento es reducido y los frutos son pálidos, cortos y gruesos.

Fósforo

Las plantas deficientes en P tienen raíces débiles, están atrofiadas y producen pequeñas hojas oscuras, opacas y de color verde grisáceo. Las hojas adquieren un color entre púrpura y marrón en todo el limbo o en los márgenes distales (véanse las fotos). La deficiencia de fósforo es más común cuando el pH del suelo es demasiado bajo (7,0).

Potasio

Las hojas viejas son las más sensibles, presentan quemaduras marginales y una decoloración oscura. La prolongación del pecíolo en el foliolo central se oscurece, y las bases de los demás foliolos también se necrosan. Las puntas dentadas y los márgenes de las hojas más viejas enrojecen y se secan. Avanza gradualmente hacia el interior entre las venas hasta afectar a la mayor parte del limbo.

Calcio

Las hojas más jóvenes se ahuecan hacia abajo y sus bordes se chamuscan. Atrofia y necrosis de las hojas más jóvenes y de los puntos de crecimiento en la parte superior de la planta.

Las hojas marginales también pueden amarillear cuando las carencias son más graves. Las hojas maduras y más viejas no suelen verse afectadas. Las carencias graves provocan el aborto de las flores y la muerte del punto de crecimiento, los estolones y los pecíolos pueden desarrollar lesiones oscuras. Los frutos son más pequeños y tienen una textura dura, el crecimiento de las raíces también es menor. La quemadura de la punta de la hoja y el fruncimiento ayudan a distinguir este trastorno de la deficiencia de B, que da lugar a hojas distorsionadas y más gruesas.

Magnesio

Amarillamiento de las hojas más viejas, comenzando entre las venas principales, que conservan un borde verde estrecho; en situaciones graves, se desarrolla una quemadura de color bronceado claro en las regiones amarillas.

Las hojas más jóvenes se ven menos afectadas. Los frutos de las plantas deficientes en Mg son de color más claro y textura más blanda. Los rendimientos se reducen. La deficiencia se revela principalmente en campos que han recibido altas dosis de fertilizantes de N o K.

Hierro

El amarillamiento aparece primero en las hojas más jóvenes y es claramente intervenal. Todas las demás hojas permanecen de color verde oscuro.

En caso de deficiencia grave, las venas menores también se decoloran y las hojas pueden llegar a quemarse, especialmente si se exponen a una luz solar intensa. Hasta el momento en que las hojas se vuelven casi completamente blancas, se recuperan con la aplicación de hierro.

Se observa con mayor frecuencia cuando se cultiva en suelos alcalinos ($\text{pH} > 7,0$) o calcáreos, y también puede ser inducida por un exceso de encalado, un drenaje deficiente o altas concentraciones de iones metálicos en el suelo o en la solución nutritiva. (ICL , 2023).

1.11.4. El fertirriego en frutillas

La fertirrigación es una técnica agrícola que provee la oportunidad de maximizar los rendimientos y reducir la contaminación ambiental, al incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes, minimizar su aplicación y aumentar los beneficios económicos de la inversión en fertilizantes. En la fertirrigación, el momento, las cantidades y la concentración de los fertilizantes aplicados son fácilmente controlados. (Alonso, 2021)

Fertirrigar es aportar al suelo los nutrientes que necesitan los cultivos, mediante el agua de riego. Si bien ha sido utilizada con éxito en riego por gravedad y aspersión, la fertirrigación es especialmente útil en el caso del riego localizado, puesto que los métodos tradicionales de fertilización son menos compatibles con este tipo de riego. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020)

1.11.5. 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.

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. (Cropaia, 2024)

1.11.5.1. Ventajas de la fertilización foliar

- Rápida ingesta de nutrientes
- Baja cantidad de energía necesaria para el transporte de nutrientes, porque los nutrientes están en el lugar correcto inmediatamente
- También los elementos nutricionales no móviles permanecen en la planta
- Alta absorción de elementos nutricionales
- No hay riesgo de fijación en el suelo o en el sustrato

1.11.5.2. Desventajas de la fertilización foliar

- Ingesta limitada de elementos nutricionales
- Únicamente aplicable en dosis bajas
- No hay secuelas, por lo que es necesario repetir la aplicación
- Mayor riesgo de daños o quemaduras en las hojas

1.12. Plagas y enfermedades

1.12.1. Plagas

1.12.1.1. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Se trata de la plaga más perjudicial en el cultivo de fresa. Aparece fundamentalmente cuando las temperaturas son altas (30°C) y el ambiente seco. Los síntomas que aparecen son unos puntitos de color amarillo en el haz de las hojas y a lo largo de los nervios principales. Posteriormente, estas punteaduras se tornan de color marrón y se abarquillan, obteniendo un aspecto polvoriento. (Info Agro, s.f.)

1.12.1.2. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips son pequeños insectos alados pertenecientes al orden Thysanoptera. Son diminutos, generalmente miden entre 1 y 2 milímetros de largo. La especie de trips, *Frankliniella occidentalis*, es la que mayores daños produce en el cultivo de fresa.

Se alimentan de las hojas y los brotes tiernos, dejando manchas plateadas o bronceadas en la superficie. Este daño puede reducir la capacidad de la planta para fotosintetizar, afectando su crecimiento y rendimiento. Además, cuando se alimentan de las flores y los frutos jóvenes, pueden causar deformidades en las fresas en desarrollo. Por último, actúan como vectores de enfermedades virales o bacterianas. (Biogard , 2024)

1.12.1.3. Gusano del fruto (*Helicoverpa zea*)

Helicoverpa zea ataca preferentemente frutos, los cuales dañan al alimentarse, facilitando la entrada de otros insectos plaga o de microorganismos que causan enfermedades en la planta. Los brotes y las hojas jóvenes también pueden dañarse, especialmente en ausencia de estructuras fructíferas. (Argentina.gob.ar, s.f.)

1.12.1.4. Mariposa nocturna

Achaea Ablunaris también conocida como la mariposa nocturna o perforadora de frutos, es un insecto de la orden lepidóptera, familia Erebidæ.

Este insecto fue reportado por primera vez el año 2016, según el registro del Servicio Nacional de Seguridad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG).

Es una mariposa de color naranja con franjas o puntuaciones negras, llegando a medir de 23-30 mm. (Balcazar, 2021)

1.12.1.5. La Babosa

Tipo de daño causan

- Hoyos irregulares en los frutos de la frutilla.

En frutas y verduras, las babosas a menudo se alimentan de la parte de la planta que nosotros queremos comer (por ejemplo, la fresa, la lechuga, las hojas de hierbas) lo que causa agujeros antiestéticos y hace que el producto no se pueda comercializar o no sea comestible. (Extension en español , 2022)

1.12.2. Enfermedades

1.12.2.1. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

Los hongos causantes de esta enfermedad se desarrollan en condiciones de alta humedad relativa (95%) y temperaturas entre los 15-20°C. Los daños pueden aparecer en cualquier parte de la planta, pero se suelen localizar fundamentalmente en el fruto, siendo más frecuente debajo del cáliz. Originan manchas color pardo, donde se extienden rápidamente las fructificaciones del hongo. (Info Agro, s.f.)

1.12.2.2. Oidio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*)

El hongo causante de esta enfermedad se desarrolla preferiblemente en condiciones de elevada humedad y temperatura comprendida entre 15-27°C.

Dicha enfermedad se manifiesta dando lugar a un polvo blanco (micelio) en el envés de las hojas, con la consiguiente decoloración en el haz. Finalmente, se observan manchas púrpuras o rojizas en el envés. Además, se produce el curvamiento de los márgenes de las hojas hacia arriba. En el fruto, los síntomas se manifiestan con la presencia de micelio que llega a envolverlo por completo. (Info Agro, s.f.)

1.12.2.3. Mancha púrpura (*Mycosphaerella fragariae*)

El hongo causante de esta enfermedad, también conocida como viruela, se ve favorecido en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas suaves (15-20°C). Dicha enfermedad se manifiesta con pequeñas manchas circulares (2 a 3mm de diámetro) de color rojo oscuro en el haz de las hojas normalmente. Finalmente, dichas manchas se tornan de color blanco o pardo con el borde púrpura. (Info Agro, s.f.)

1.12.2.4. Bacterias (*Xanthomonas fragariae*)

La bacteria causante de esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas en torno a los 20°C y humedad relativa elevada. Dicha enfermedad se manifiesta con la presencia de manchas translúcidas de aspecto aceitoso en el envés de las hojas, que conforme avanza la enfermedad, dichas manchas se van uniendo tomando una coloración necrótica. (Info Agro, s.f.)

1.12.2.5. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

Por lo general, la fuente primaria de inóculo proviene de plantas infectadas en el vivero. El hongo causante de esta enfermedad se ve favorecido por la presencia de alta humedad relativa y temperatura (20-30°C). El síntoma más característico de esta enfermedad es la marchitez y el colapso de las plantas. En los tallos y estolones se observan manchas circulares de color pardo-negruzco, y en el fruto se producen manchas hundidas de coloración parda y cubiertas de esporas rosadas o anaranjadas. (Info Agro, s.f.)

1.12.2.6. Hongos del suelo

Entre los hongos de suelo que más daños producen al cultivo de la fresa se encuentran: *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Pythium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. y *Penicillium* sp. Estos hongos afectan a la planta desde su sistema radicular dando lugar a podredumbres. Algunos de ellos como *Rhizopus* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Sclerotinia* sp., *Penicillium expansum*, etc., afectan a los frutos después de ser cosechados, por lo que es conveniente almacenarlos a bajas temperaturas lo antes posible. (Info Agro, s.f.).

1.13. Fisiopatías

1.13.1. Albinismo de la fresa

Esta fisiopatía se puede deber a un crecimiento acelerado como consecuencia de un exceso de nitrógeno.

Elevadas temperaturas y fuertes vientos provocan la pérdida de agua en las plantas. Estas condiciones climáticas pueden estresar la planta y consecuentemente debilitarla, disminuyendo así el tamaño de los frutos.

Un exceso de sales puede ocasionar fitotoxidades evidentes en los márgenes de las hojas y la disminución del crecimiento de la planta. (Info Agro, s.f.)

1.14. Cosecha y postcosecha

La época de recolección y la frecuencia de los pases varían según la zona y el mes en el que se esté realizando esta labor. Ésta se lleva a cabo de forma manual con total delicadeza, y es conveniente cosechar cuando el fruto presente el color típico de la variedad entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ partes de la superficie, dependiendo del destino del mercado. Además, los frutos deben conservar el cáliz y parte del pedúnculo.

Una vez cosechada, debe seleccionarse y empacarse el mismo día de su recolección. La selección de las frutas se basa en el grado de maduración, diámetro de la corona y sanidad de las frutas fundamentalmente.

Existen normas establecidas para cada tamaño. No obstante, estas medidas y nombres de calidad pueden cambiar según la empresa comercializadora y el país al que vaya dirigido.

Categoría	Diámetro
Extra grande	>40mm
Grande	35-40mm
Mediana	30-35mm
Pequeña	25-30mm

El empaque de la fresa se debe realizar en campo. Por lo general, se debe colocar el fruto en envases de plástico, y a su vez éstos en cajas de cartón que albergan unos ocho envases de plástico. Una vez seleccionada y empacada la fruta, se procede lo antes posible al almacenamiento en cámaras frigoríficas a temperaturas entre 2-5°C.

En estas condiciones, la fruta se puede mantener entre 7 y 10 días en función de la variedad. Para su mayor conservación, se recomienda almacenar los frutos en condiciones de atmósfera modificada (2% CO₂ y 15-20% O₂ a una temperatura de 0°C). En estas condiciones se pueden conservar hasta 30 días. (Info Agro, s.f.).

1.15. Descripción de los factores

Ficha técnica de la variedad San Andreas

Plantación: Variedad moderadamente neutra, con mayor respuesta al foto periodo. Presenta peak de producción más marcados que la variedad Albion. Con potencial para cultivo tanto en suelo como en semi hidroponia.

Fruto: Color rojo externo parejo y pulpa más clara. Presenta una adecuada maduración y color de frutos en periodos de baja temperaturas (otoño-primavera). Fruto con adecuada firmeza en producción de otoño-primavera. En los meses más cálidos, realizar manejos adecuados de fertilización y riego para mantener firmeza de frutos.

Enfermedades y plagas: En general es la variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades (principalmente a oidio) y mejor tolerancia al complejo de hongos. Densidad de plantación: 62.000 plantas /Há (27 cms entre plantas). Potencial de rendimiento: 78 Ton/Há. (temporada agrícola de 9 meses).

Mercado: Muy buena aptitud para el mercado fresco ya que es la variedad que presenta el mayor tamaño y homogeneidad de frutos, con una buena aptitud para la agro industria (congelado).

Planta: Tamaño intermedio, de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12°C en suelo), para no presentar exceso de crecimiento vegetativo, lo que podría retrasar la entrada en producción.

Manejo: Evitar las fuentes de amonio en la fertilización nitrogenada por lo que se recomienda preferir nitratos. Evitar las enmiendas de fondo con estiércol o gallinaza. Para mantener firmeza de frutos, realizar aportes permanentes de calcio foliar en la etapa de producción. (Proplantas , 2023)

1.15.1. Fertilizante Nitrato de potasio KNO_3

Mayores rendimientos

KNO_3 promueve una brotación más temprana de las yemas y un desarrollo más rápido de las flores, lo que lleva a un cuajado y un aumento del tamaño de la fruta más rápidos. Las fresas alimentadas con nitrato a través de fertirrigación, han dado como resultado una mayor biomasa y un aumento en el contenido de carboxilato y calcio, lo que respalda un mayor rendimiento. (SQM, s.f.)

Plantas más fuertes

La mayor área foliar, mayor longitud de la raíz, contenido de clorofila y longitud del pecíolo resultaron de las plantas tratadas con aplicación foliar de KNO_3 . El uso de nitrato de potasio sin cloruro puede prevenir daños a la planta de fresa sensible al cloruro. (SQM, s.f.)

El nitrato de potasio de aplicación foliar es un inductor eficaz de la brotación de las plantas de fresa

El área foliar, el contenido de clorofila y la longitud del pecíolo más altos resultaron de las plantas tratadas con KNO_3 al 1,5% sin enfriar. Los resultados mostraron que la aplicación de nitrato de potasio solo en el momento adecuado es inductiva y tiene efectos nutricionales sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de fresa. (SQM, s.f.).

1.16. La relación beneficio/costo en las finanzas corporativas

La relación beneficio/costo (I B/C), también conocido como relación beneficio/costo compara directamente, como su nombre lo indica, los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad.

Para calcular la relación B/C se halla primero la suma de todos los beneficios, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos.

Para saber si un proyecto es viable bajo este enfoque, se debe considerar la comparación de la relación B/C hallada con 1. Así:

Si $B/C > 1$, esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias. Existen casos de proyectos que tienen este resultado por un tiempo y luego, dependiendo de determinados factores como la reducción de costos, pueden pasar a tener un resultado superior a 1.

$B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios. En consecuencia, el proyecto no debe ser considerado. (Conexión Esan, 2017)

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Localización

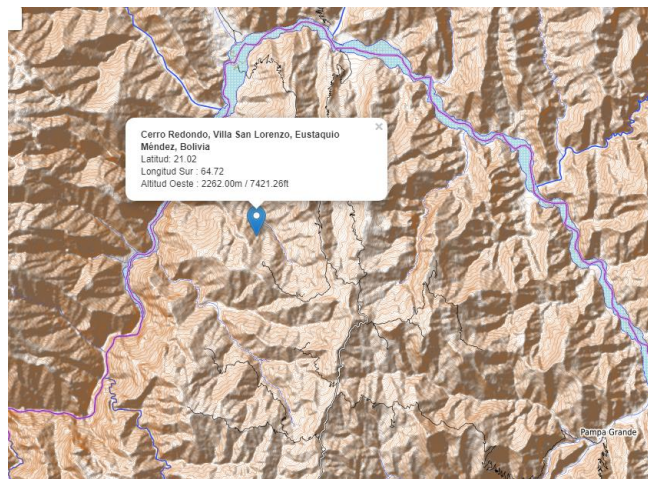
El área de estudio de la presente investigación, se localiza en la comunidad de Cerro Redondo, distrito 9 del municipio de San Lorenzo, provincia Méndez, departamento de Tarija.

Se ubica a una distancia aproximada de 70 km al norte de la ciudad de Tarija.

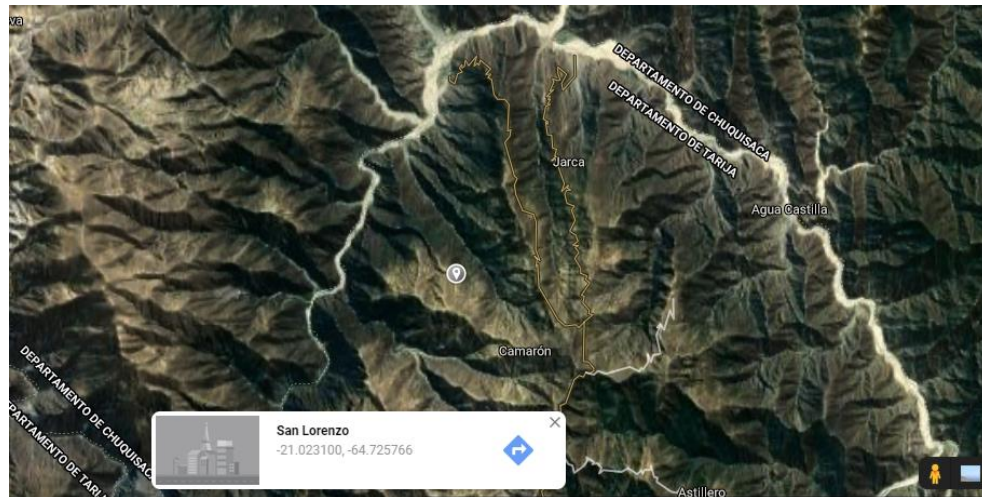
2.2. Ubicación

Desde el punto de vista geográfico la comunidad de Cerro Redondo se ubica a $21^{\circ}03'36''$ de latitud sur y $64^{\circ}7'06''$ de longitud oeste, la altura aproximada es de 2580 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con la comunidad de Melonpujio, al sur con la comunidad de Mandor Grande, al sureste con la comunidad de Mollehuayco y al noroeste con el departamento de Chuquisaca.

Mapa del área en estudio



(elevationmap, 2023)



2.3. Características generales del área de estudio (comunidad de Cerro Redondo):

2.3.1. Clima

Camarón es una comunidad vecina de la comunidad de Cerro Redondo por lo que se toma estos datos del clima como referencia para la zona de estudio.

Camarón tiene un clima que tiene muchas precipitaciones en verano y en invierno el clima es bastante seco.

La temperatura media anual en Camarón es 18° y la precipitación media anual es 509 mm. No llueve durante 149 días por año, la humedad media es del 66% y el Índice UV es 4. (Cuando visitar, 2021)

2.3.2. Vientos

Los vientos promedio en números de la escala de Beaufort son igual a 2, lo cual nos indica que son vientos leves y variables.

2.3.3. Horas frío de la zona

Las horas frío acumuladas desde mayo hasta agosto es de 671 horas frío. (Cuando visitar, 2021)

2.3.4. Fisiografía.

Esta zona está constituida por serranías altas, de formas elongadas con cimas sub redondeadas, irregulares, cuyas divisorias de aguas son perfectamente discernibles; con disección moderada, donde las pendientes varían desde fuertemente escarpado de 30 a 60 por ciento a extremadamente escarpado menor que 60 por ciento. La cantidad de piedras y rocas superficiales varía desde poca a mucha. El material a partir del cual han sido modeladas las serranías es preponderantemente de origen sedimentario, como areniscas, lutitas, limonitas y arcillita, con intercalaciones de rocas metamórficas como cuarcitas. (Condori Mamani, 2019)

2.3.5. Suelos

Son suelos no salinos con pH ácido de 6.72 y una textura franca, con un contenido muy alto de potasio, un alto contenido de fósforo y un contenido bajo de nitrógeno. (Laboratorio de Suelos UAJMS , 2023)

2.3.6. Uso actual

Frutales

- Duraznero (*Prunus pérsica*)
- Palta (*Persea americana*)
- Manzana (*Malus sylvestris* Miller)
- Higuera (*Ficus carica* L)

Cultivos anuales

- Avena (*Avena sativa*)
- Trigo (*Triticum aestivum*)
- Papa (*Solanum tuberosum*)
- Arveja (*Pisum sativum*)
- Maíz (*Zea mays*)

2.3.7. Vegetación natural

Árboles

- Tipa (*Tipuana tipu*)
- Molle (*Schinus molle*)
- Vilca (*Anadenanthera colubrina*)
- Garrancho (*Acacia sp.*)
- Tarco (*Jacaranda mimosifolia*)
- Jarca (*Acacia visco*)
- Ceibo (*Erythrina falcata Benth*)
- Urundel (*Astronium urundeuva*)
- Sauco (*Zanthoxylum coco*)

Arbustos

- Churqui (*Acacia caven (Mol.)*)
- Th'ola (*Parastrephia quadrangularis*)
- Chilca (*Baccharis latifolia*)
- Ají ulupica (*Capsicum cardenasii*)

Hierbas y gramíneas

- Grama (*Cynodon dactylon*)
- Malva (*Malvastrum sp.*)
- Pasto rosa (*Rhynchelytrum roseum*)
- Paja (*Stipa sp.*)
- Cortadera (*Cortaderia selloana*)
- Yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*)
- Cebollín (*Cyperus rotundus L.*)
- Verdolaga (*Portulaca oleracea*)
- Saitilla (*Bidens pilosa*)

2.3.8. Producción pecuaria

Entre los más importantes se tiene:

- Ganado caprino
- Ganado ovino
- Ganado porcino
- Ganado bovino
- Aves

2.3.9. Características socioeconómicas

La comunidad de Cerro Redondo tiene un aproximado de más de 60 habitantes entre niños y adultos, la mayoría de los habitantes son personas de 40 – 60 años de edad esto debido a la migración de las personas jóvenes que migran a la ciudad de Tarija y en su mayoría al vecino país de Argentina.

En la comunidad el nivel de escolaridad es solo de primaria, sin embargo, la mayoría de los comunarios mayores de 30 años no terminaron de cursar la primaria.

Las principales actividades económicas en esta comunidad son la agricultura y la ganadería (Bovinos, porcinos, caprinos y ovinos).

2.3.10. Vías de comunicación

La comunidad de Cerro Redondo se conecta con la ciudad de Tarija a través de una vía terrestre por camino carretero sin asfaltar la mayoría del trayecto y esto dificulta a los agricultores para hacer llegar sus productos al mercado.

2.4. MATERIALES

2.4.1. Material vegetal

Se utilizó el cultivo frutilla de la variedad San Andreas de día neutro:

Se eligió esta variedad porque es la única que se produce en la comunidad.

FICHA TECNICA SAN ANDREAS

PRODUCTOR: Universidad de California

AÑO DE LIBERACIÓN: 2009

CLASIFICACIÓN POR USO DE LUZ: Variedad de día Neutro

FORMA DE FRUTO: Cónina

COLOR DE FRUTO INTERNO: Rojo

COLOR DE FRUTO EXTERNO: Rojo brillante

2.4.2. Equipo y herramientas

- Balanza
- Pulverizadora
- Letreros indicadores
- Libreta de campo
- Flexómetro
- Wincha
- Estacas
- Cámara fotográfica

2.4.3. Insumos

Nitrato de potasio KNO_3 , Se utilizó fertilizante soluble de nitrato de potasio que constituye una alta fuente de nitrógeno y potasio.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en el presente estudio es un diseño de bloques al azar, teniendo 4 tratamientos con 5 repeticiones dando un total de 20 unidades experimentales.

Siendo el factor de investigación el efecto del nitrato de potasio, aplicado en cuatro dosis diferentes, tratamiento 1 testigo con una dosis que utiliza el agricultor, tratamiento 2 dosis recomendada, tratamiento 3 dosis con el 15% más que la dosis recomendada y tratamiento 4 dosis con el 30% más que la dosis recomendada, se aplicaron dos dosis mayores a la recomendada para evaluar con cual dosis se obtiene mejor rendimiento en cuanto a la calidad y cantidad de fruto.

2.5.2. Características del ensayo

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	20
Distancia entre camellón a camellón	5 m
Distancia de planta a planta	30 cm
Distancia entre unidades experimentales	1 m
Tamaño de la parcela	5 m x 1 m = 5 m ²
Número de plantas por unidad experimental	32
Número total de plantas	640

2.5.3. Descripción de los tratamientos

Son 4 tratamientos con el testigo, cada tratamiento contó con cinco repeticiones y 32 plantas en cada parcela. La dosis de aplicación se pondrá en base a la dosis recomendada obtenida a través de un análisis de suelo.

T1= 3 gr/5 m² Dosis 1 de nitrato de potasio (dosis que utiliza el productor)

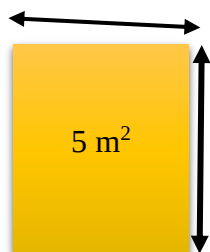
T2= 22 gr/5 m² Dosis 2 de nitrato de potasio (dosis recomendada)

T3= 25 gr/5 m² Dosis 3 de nitrato de potasio (15% más de la dosis recomendada)

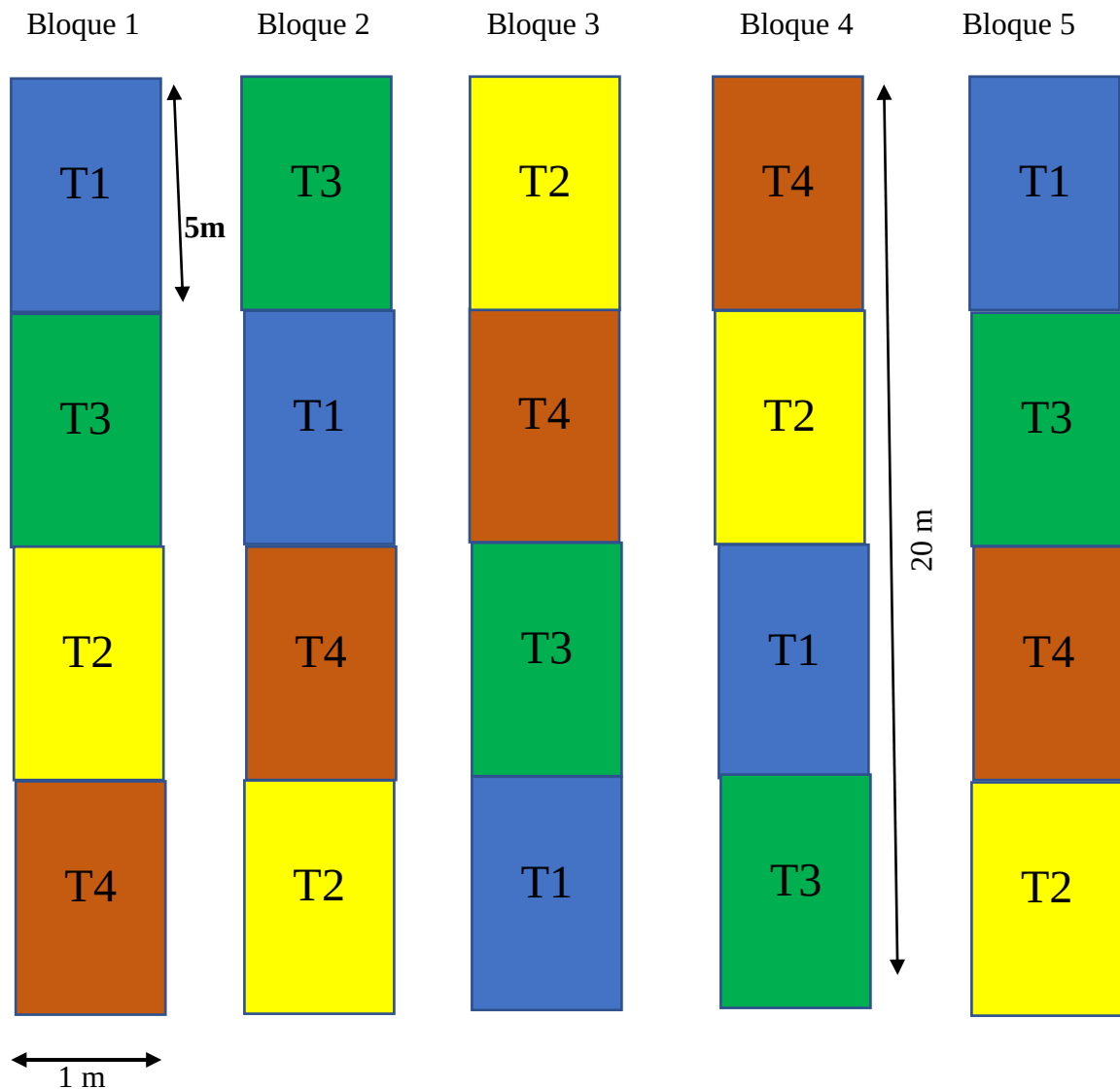
T4= 28 gr/5 m² Dosis 4 de nitrato de potasio (30% más de la dosis recomendada)

2.5.4. Descripción de la unidad experimental

El diseño está formado por 20 unidades experimentales, las medidas de la unidad experimental son 5 m x 1 m, de un área de 5 m², los tratamientos se encuentran distribuidos en cinco bloques, cuatro tratamientos en cada bloque o caballón y están separados con sus respectivos letreros.



2.5.5. Diseño de campo



El área total del experimento es de 100 m².

2.6. Procedimiento experimental

El presente trabajo se realizó en un cultivo establecido de un año en lo cual se realizó las siguientes labores culturales.

Desarrollo del cultivo

2.6.1. Preparado del terreno

Se realizó la preparación del terreno comenzando por el arado del terreno, posteriormente se realizó el trazo de caballones con una distancia de 1 m entre camellones, se conectó el riego a goteo y posteriormente se procede al forrado de camellones con nylon mulching.

Una vez estando cubiertos los camellones con mulching se realizó la plantación de la frutilla.

2.6.2. Cálculos de la dosis de fertilización

Se realizó los cálculos de la dosis de aplicación en base a la demanda del cultivo y tomando en cuenta la oferta del suelo, donde se obtuvo los siguientes resultados:

$$T_1 = 3 \text{ gr/5 m}^2$$

$$T_2 = 22 \text{ gr/5 m}^2$$

$$T_3 = 25 \text{ gr/5 m}^2$$

$$T_4 = 28 \text{ gr/5 m}^2$$

2.6.3. Carpida

Se realizó la limpieza de malezas una vez al mes durante todo el ciclo del cultivo, en las calles entre camellones, como así también en medio de las plantas.

2.6.4. Riegos

Los riegos se realizaron todos los días o día por medio dependiendo de las condiciones climáticas por un lapso de tiempo entre 30 min a 1 hora.

Se realizaron 7 riegos a la semana en temporada seca y en época de lluvias la frecuencia de riego puede variar en función a la cantidad de lluvia.

Se utilizó un riego tecnificado por goteo el cual funciona por gravedad.

2.6.5. Tratamientos fitosanitarios

Se realizó los tratamientos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades de acuerdo a la necesidad del cultivo.

Donde hubo presencia de ácaros, trips y gusano frutero para los cuales se realizó tratamientos con insecticida y acaricida en un intervalo de aplicación de entre 7 a 10 días.

También se realizó el control de hongos como ser antracnosis y *Botrytis* en el cual se realizó el tratamiento con fungicidas como Ram – Caf con una dosis de 80 ml/20 L para el control de antracnosis y Sumilex Top con una dosis de 20 ml/20 L para el control de *Botrytis spp* con aplicaciones en un intervalo de 7 a 14 días. Las dosis de aplicación varían de acuerdo al producto que se aplica.

2.6.6. Poda de hojas e inflorescencias

Se realizó la poda de hojas cada 40 días, donde se eliminó todas las hojas viejas, para dar paso a un mejor desarrollo de las hojas nuevas, también incita a la floración.

2.6.7. Fertilización

Se realizó la fertilización foliar cada diez días durante todo el periodo de estudio desde octubre hasta finales de diciembre.

2.6.8. Cosecha

Las cosechas se realizaron dos veces por semana durante el periodo de tiempo de octubre a finales de diciembre. Por lo general en la zona el inicio de cosecha varía desde finales de septiembre a inicios de octubre, depende de las condiciones climáticas y la época de plantación, el intervalo de cosecha varía dependiendo de las condiciones climáticas desde cada día por medio hasta dos veces por semana, ya que debido a la distancia entre el cultivo y el mercado es más favorable cosechar en un intervalo de dos veces por semana para reducir costos.

2.6.9. Toma de datos

Los datos del peso del fruto en gr/parcela se tomaron en cada cosecha realizada dos veces por semana durante un periodo de 3 meses desde octubre a noviembre. Posteriormente se realizaron los cálculos para el rendimiento en gr/planta, kg/parcela y en toneladas por hectárea.

Se tomó los datos del número de frutos por parcela en cada cosecha y posteriormente se realizó los cálculos para obtener el número de frutos por planta.

Se tomó los datos del número de coronas en una parcela para luego obtener un promedio del número coronas por planta.

2.6.10. Variables de estudio o respuesta

➤ Evaluación del rendimiento por planta, parcela y hectárea.

Se avaluó el rendimiento cuantificando el peso obtenido en kg del fruto en cada cosecha.

➤ Evaluación del número de frutos por planta.

Se cuantificó el número total de frutos por parcela y posteriormente se obtuvo un número de frutos promedio por plantas.

➤ Evaluación del peso promedio de los frutos.

Se obtuvo el peso promedio por fruto a través de un cálculo del peso del fruto entre el número de frutos.

➤ Evaluación del número de coronas por planta.

Se cuantificó el número de coronas a través de un muestreo al azar en cada parcela.

➤ Relación beneficio/ costo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Rendimiento en gr/Planta

Rendimiento en gramos por planta

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T ₁	520	550	500	520	550	2640	528
T ₂	560	600	570	590	550	2870	574
T ₃	580	560	590	540	610	2880	576
T ₄	650	640	620	650	570	3130	626
Σ	2310	2350	2280	2300	2280	11520	576

Los promedios del rendimiento en gramos por planta mostrados en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen un peso de 626 gr en el T₄, 576 gr en el T₃, 574 gr en el T₂, y 528 gr en el T₁.

También se evidencia que el T₄ tiene una media superior al resto de los tratamientos, lo cual da a entender que hubo incidencia en el rendimiento con la aplicación de nitrato de potasio.

ANOVA para el rendimiento en gr/planta.

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	35080				
Tratamientos	3	24040	8013,3	9,4**	3,49	5,95
Bloques	4	830	207,5	0,24 ^{NS}	3,26	5,41
Error	12	10210	850,8			

Cv= 5,1 %

Según el cuadro de ANOVA del rendimiento por planta existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

ns = Sin diferencias significativas

******= Diferencias altamente significativas

Demostrado por el cuadro de ANOVA del rendimiento por planta no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques ($0,24 < 3,26$ y $5,41$), lo cual nos indica que la variabilidad del suelo es nula.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($9,4 > 3,49$ y $5,95$), por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

El coeficiente de variación es de $5,1\%$, lo cual nos indica que los datos respecto al número de coronas/planta son homogéneos.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

Esta prueba realizada al 5% de significancia, definirá cabalmente la magnitud de las diferencias entre los promedios de los tratamientos, reflejado en el cuadro de ANOVA.

1 ordenar medias

T ₄	626
T ₃	576
T ₂	574
T ₁	528

2 cálculo de error típico
SX=13,04

3.- Cálculo de los Límites de Significación $LS = q * Sx$

	2	3	4
q	3,8	3,22	3,31
sx	13,04	13,04	13,04
ls	49,57	42,00	43,18

4.- $Xa - Xb > LS^*$ $Xa - Xb \leq LS^{ns}$

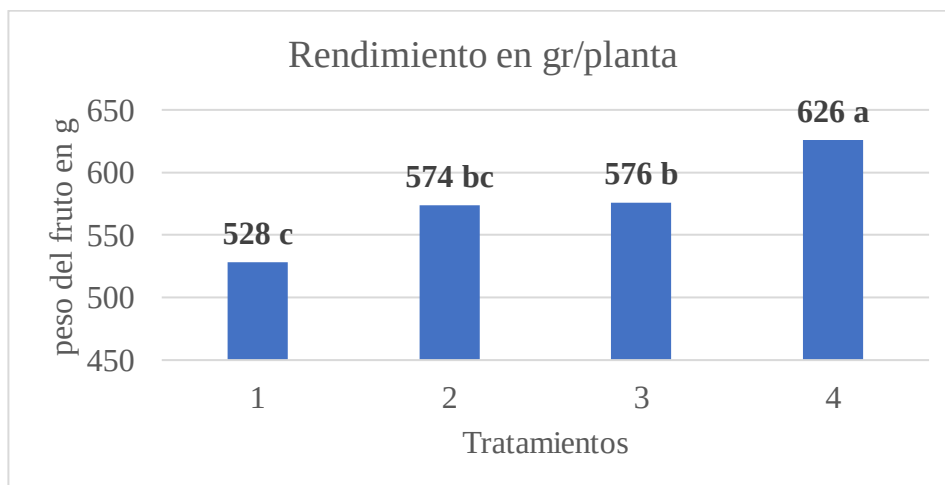
	626	576	574
528	*	*	ns
574	*	ns	
576	*		

5.- Letras iguales no difieren

T ₄	626 a
T ₃	576 b
T ₂	574 bc
T ₁	528 c

La prueba de comparación de medias indica que letras iguales no difieren, por lo que se puede observar que el tratamiento 4 es diferente al resto y entre el tratamiento 3 y 2 no difieren, también se observa que entre el tratamiento 2 y 1 no difieren.

Figura 1 Rendimiento en gr/planta Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según DUNCAN al 5% de significancia.



La prueba de Duncan presentado en el Grafico, nos muestra que estadísticamente el tratamiento 4 con 626 gr es diferente a los demás, el tratamiento 2 con 574 gr y el tratamiento 3 con 576 gr estadísticamente nos indica que no difieren, por último, el tratamiento 1 con 528 gr estadísticamente no difiere del tratamiento 2.

El tratamiento 4 según la prueba de comparación de medias es el mejor tratamiento, estando por encima del T₃, T₂ y T₁, lo cual nos indica que a mayor dosis de nitrato de potasio se incrementa el rendimiento.

3.2. Rendimiento en Kg/parcela

Rendimiento en Kg/parcela

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T ₁	8,78	9,41	8,51	8,87	9,35	44,92	8,984
T ₂	9,59	10,16	9,66	9,99	9,27	48,67	9,734
T ₃	9,91	9,49	10,02	9,16	10,33	48,91	9,782
T ₄	10,99	10,83	10,47	11	9,71	53	10,6
Σ	39,27	39,89	38,66	39,02	38,66	195,5	9,775

Los promedios del rendimiento en kilogramos por parcela mostrados en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen un peso de 10,6 kg en el T₄, 9,782 kg en el T₃, 9,734 kg en el T₂ y 8,984 kg en el T₁.

También se evidencia que el tratamiento 4 tiene una media superior al resto de los tratamientos, lo que nos da a entender que hubo incidencia en el rendimiento con la aplicación de nitrato de potasio.

ANOVA para el rendimiento en gr/planta

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	10				
Tratamientos	3	7	2,2	9,2**	3,49	5,95
Bloques	4	0,3	0,1	0,28 ^{ns}	3,26	5,41
Error	12	3	0,2			

$C_v = 0,005 \%$

ns = Sin diferencias significativas

****** = Diferencias altamente significativas

Demostrado por el cuadro de ANOVA del rendimiento por parcela no existen diferencias significativas entre los bloques ($0,28 < 3,26$ y $5,41$), lo cual indica que la variabilidad del suelo es nula.

Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($9,2 > 3,49$ y $5,95$), por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

El coeficiente de variación es de $0,005 \%$, lo cual nos indica que los datos respecto al número de coronas/planta son homogéneos.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

Esta prueba realizada al 5% de significancia, definirá cabalmente la magnitud de las diferencias entre los promedios de los tratamientos, reflejado en el cuadro de ANOVA.

1.- Ordenar medias

T ₄	10,6
T ₃	9,782
T ₂	9,734
T ₁	8,984

2.- Cálculo de error típico

$S_X = 0,22$

3.- Cálculo de los Límites de Significación $LS = q * Sx$

	2	3	4
q	3,8	3,22	3,31
sx	0,22	0,22	0,22
ls	0,83	0,70	0,72

4.- $Xa - Xb > LS^*$

$Xa - Xb \leq LS^{ns}$

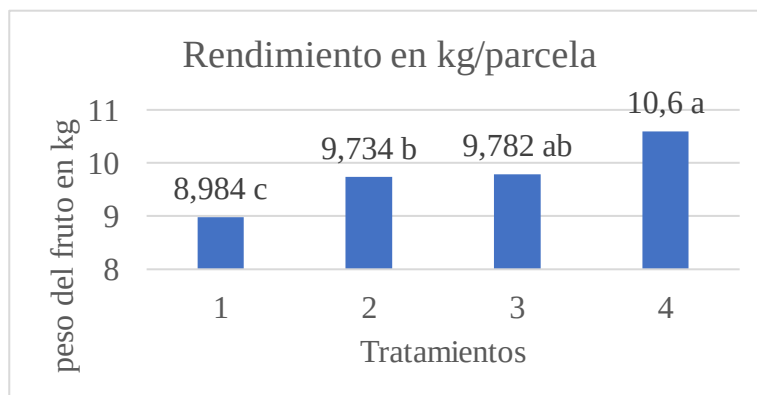
	10,6	9,782	9,734
8,984	*	*	*
9,734	*	ns	
9,782	ns		

5.- Letras iguales no difieren

T ₄	10,6 a
T ₃	9,782 ab
T ₂	9,734 b
T ₁	8,984 c

La prueba de comparación de medias nos indica que letras iguales no difieren, por lo que se puede observar que entre el tratamiento 4 y 3 no difieren, entre el tratamiento 3 y 2 no difieren, también se observa que entre el tratamiento 1 es diferente al resto de los tratamientos.

Figura 2 Rendimiento en kg/parcela Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según DUNCAN al 5% de significancia.



La prueba de Duncan presentado en el Gráfico, muestra que estadísticamente el tratamiento T₄ con 10,6 kg y el tratamiento T₃ con 9,782 kg son iguales, el tratamiento T₂ con 9,734 kg y el tratamiento T₃ con 9,782 kg estadísticamente indica que no difieren, por último, el tratamiento T₁ con 8,984 kg estadísticamente es diferente al resto.

El tratamiento T₄ y T₃ según la prueba de comparación de medias son los mejores tratamientos, estando por encima del T₂ y T₁, lo cual indica que las dosis que tuvieron mayor incidencia en el rendimiento son las de los tratamientos 4 y 3.

3.3. Rendimiento en toneladas por hectárea

Rendimiento en toneladas por hectárea

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T1	17,56	18,82	17,02	17,74	18,7	89,84	17,97
T2	19,18	20,32	19,32	19,98	18,54	97,34	19,47
T3	19,82	18,98	20,04	18,32	20,66	97,82	19,56
T4	21,98	21,66	20,94	22	19,42	106	21,20
Σ	78,54	79,78	77,32	78,04	77,32	391	19,55

Los promedios del rendimiento en toneladas por hectárea mostrados en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen un peso de 21,20 tn en el tratamiento T₄, 19,56 tn en el tratamiento T₃, 19,47 tn en el tratamiento T₂ y 17,97 tn en el tratamiento T₁.

También se evidencia que el T₄ con 21,20 tn/hectárea tiene una media superior al resto de los tratamientos, lo cual indica que hubo incidencia en el rendimiento con la aplicación de nitrato de potasio.

Según (BLOG AGRICULTURA , 2025) el rendimiento promedio mundial de frutilla es de 23 toneladas por hectárea, por lo que se puede observar que el rendimiento que se obtuvo en el tratamiento 4 con 21,20 tn/hectárea es inferior al promedio del rendimiento mundial, es posible que esta diferencia sea por la diferencia de suelos y el diferente tipo de manejo del cultivo.

Según (Observatorio Agroambiental y Productivo , 2021) en el año 2019 a 2021 el rendimiento promedio anual en Bolivia fue de 6,19 tn/hectárea, lo cual nos indica que es muy inferior a los resultados obtenidos en este estudio.

ANOVA para el rendimiento en toneladas por hectárea

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	39				
Tratamientos	3	26	8,7	9,2**	3,49	5,95
Bloques	4	1,0	0,3	0,28	3,26	5,41
Error	12	11	0,9			

Cv= 4,85 %

ns = Sin diferencias significativas

******= Diferencias altamente significativas

Demostrado por el cuadro de ANOVA del rendimiento por parcela no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques ($0,28 < 3,26$ y $5,41$), lo cual indica que la variabilidad del suelo es nula.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($9,2 > 3,49$ y $5,95$), por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

El coeficiente de variación es de 4,85 %, lo cual nos indica que los datos respecto al número de coronas/planta son homogéneos.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

Esta prueba realizada al 5% de significancia, definirá cabalmente la magnitud de las diferencias entre los promedios de los tratamientos, reflejado en el cuadro de ANOVA.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

1 ordenar medias

T ₄	21,2
T ₃	19,56
T ₂	19,47
T ₁	17,97

2 CÁLCULO de error típico

SX= 0,44

3.- Cálculo de los Limites de Significación $LS = q * Sx$

	2	3	4
q	3,8	3,22	3,31
sx	0,44	0,44	0,44
ls	1,67	1,42	1,46

4.- $X_a - X_b > LS^*$ $X_a - X_b \leq LS^{ns}$

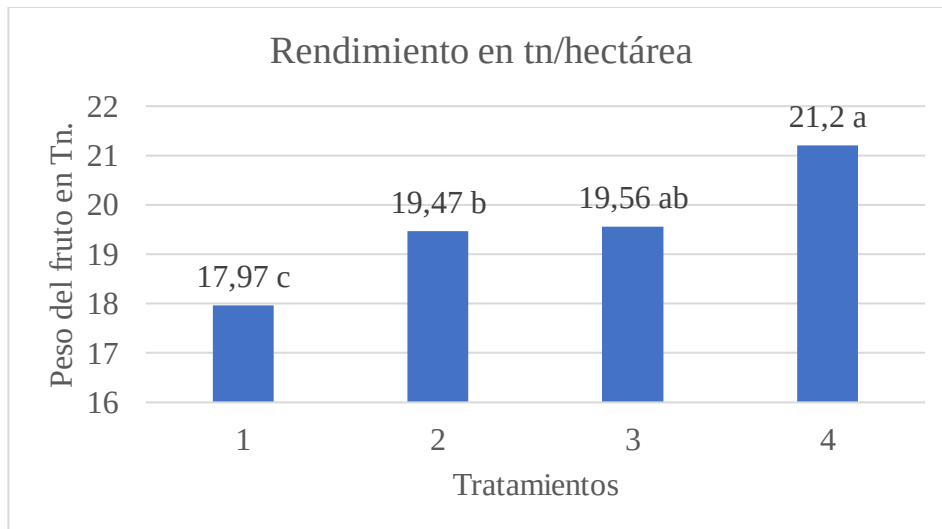
	21,2	19,56	19,47
17,97	*	*	*
19,47	*	ns	
19,56	ns		

5.- Letras iguales no difieren

T ₄	21,2 a
T ₃	19,56 ab
T ₂	19,47 b
T ₁	17,97 c

La prueba de comparación de medias indica que letras iguales no difieren, por lo que se puede observar que entre el tratamiento 4 y 3 no difieren, entre el tratamiento 3 y 2 no difieren, también se observa que entre el tratamiento 1 es diferente al resto de los tratamientos.

Figura 3 Rendimiento en tonelada/hectárea Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según Duncan al 5% de significancia.



La prueba de Duncan presentado en el Gráfico, muestra que estadísticamente el tratamiento T₄ con 21,2 tn y el tratamiento T₃ con 19,56 tn son iguales, el tratamiento T₂ con 19,47 tn y el tratamiento T₃ con 19,56 tn estadísticamente indica que no difieren, por último, el tratamiento T₁ con 17,97 tn estadísticamente es diferente al resto.

El tratamiento T₄ y T₃ según la prueba de comparación de medias son los mejores tratamientos, estando por encima del T₂ y T₁.

Según (SQM, 2022) el nitrato de potasio tiene una incidencia positiva en el aumento de la floración y en el peso del fruto, lo cual se evidencia en el rendimiento, en los tratamientos estudiados indica que a mayor dosis de nitrato de potasio se incrementa el rendimiento.

3.4. Número de frutos por planta.

Número de frutos por planta

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T ₁	30	32	29	30	32	153	31
T ₂	34	35	34	34	31	167	33
T ₃	33	32	34	31	31	161	32
T ₄	31	32	30	32	30	155	31
Σ	128	131	127	127	123	636	31.8

Los promedios del número de frutos/planta mostrados en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen una cantidad de 33 frutos/planta en el tratamiento T₂, 32 frutos/planta en el tratamiento T₃, 31 frutos/planta en el tratamiento T₁, y 31 frutos/planta en el tratamiento T₄.

El tratamiento 2 es superior en el número de frutos por planta de frutilla, seguido por el tratamiento 3.

Según (SQM, 2022) el nitrato de potasio incita a producir mayor cantidad de frutos por planta, se evidencia que las medias de los tratamientos solo tienen una diferencia entre 1 y frutos por planta.

ANOVA para el número de frutos por planta.

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	118				
Tratamientos	3	24	8,0	1,1 ^{ns}	3,49	5,95
Bloques	4	8,2	2,1	0,29 ^{ns}	3,26	5,41
Error	12	86	7,2			

ns = Sin diferencias significativas

Cv = 8,43 %

Demostrado por el cuadro de ANOVA del rendimiento por parcela no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques ($0,28 < 3,26$ y $5,41$), lo cual indica que la variabilidad del suelo es nula.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($1,1 < 3,49$ y $5,95$), por tanto, indica que la variabilidad entre tratamientos es nula.

El coeficiente de variación es de $8,43 \%$, por lo que indica que los datos respecto al número de frutos por planta son homogéneos.

3.5. Peso promedio de los frutos en gr.

Peso promedio de los frutos en gr.

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T ₁	17,3	17,2	17,2	17,3	17,2	86,3	17,26
T ₂	16,5	17,1	16,8	17,4	17,7	85,5	17,09
T ₃	17,6	17,5	17,4	17,4	19,7	89,5	17,91
T ₄	21,0	20,0	20,7	20,3	19,0	100,9	20,19
Σ	72,3	71,8	72,0	72,4	73,6	362,2	18,11

Los promedios del peso en gramos/ fruto mostrado en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen un peso de $20,19$ gr en el tratamiento T₄, $17,91$ gr en el tratamiento T₃, $17,26$ gr en el tratamiento T₁ y $17,09$ gr en el tratamiento T₂.

También se evidencia que el T₄ con un peso promedio de $20,19$ gr por fruto tiene una media superior al resto de los tratamientos.

Se evidencia que el tratamiento 2 tiene el peso promedio más bajo con una media de $17,09$ gr por fruto.

Según (SQM, 2022) el nitrato de potasio en aplicación foliar ayuda a obtener mejor calidad aumentando el tamaño de las frutas, por lo que se evidencia en los datos obtenidos en este estudio el tratamiento 4 y el tratamiento 3 que constan de aplicaciones de nitrato de potasio en dosis más altas tienen frutos de mayor tamaño que el resto.

ANOVA del peso promedio de los frutos en gr.

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	42				
Tratamientos	3	30	10,1	8,3**	3,49	5,95
Bloques	4	-3,1	-0,8	-0,64 ^{ns}	3,26	5,41
Error	12	15	1,2			

ns = Sin diferencias significativas

**= Diferencias altamente significativas

Cv= 6,63 %

Demostrado por el cuadro de ANOVA del rendimiento peso promedio del fruto no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques (-0,64 < 3,26 y 5,41), lo cual indica que la variabilidad del suelo es nula.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos (8,3 > 3,49 y 5,95), por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias. El coeficiente de variación es de 6,63 %, lo cual indica que los datos respecto al peso promedio de los frutos son homogéneos.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

Esta prueba realizada al 5% de significancia, definió cabalmente la magnitud de las diferencias entre los promedios de los tratamientos, reflejado en el cuadro de ANOVA.

1 ordenar medias

T ₄	20,19
T ₃	17,91
T ₁	17,26
T ₂	17,09

2 cálculo de error típico

SX= 0,49

3.- Cálculo de los Límites de Significación $LS = q * Sx$

	2	3	4
q	3,8	3,22	3,31
sx	0,49	0,49	0,49
ls	1,86	1,58	1,62

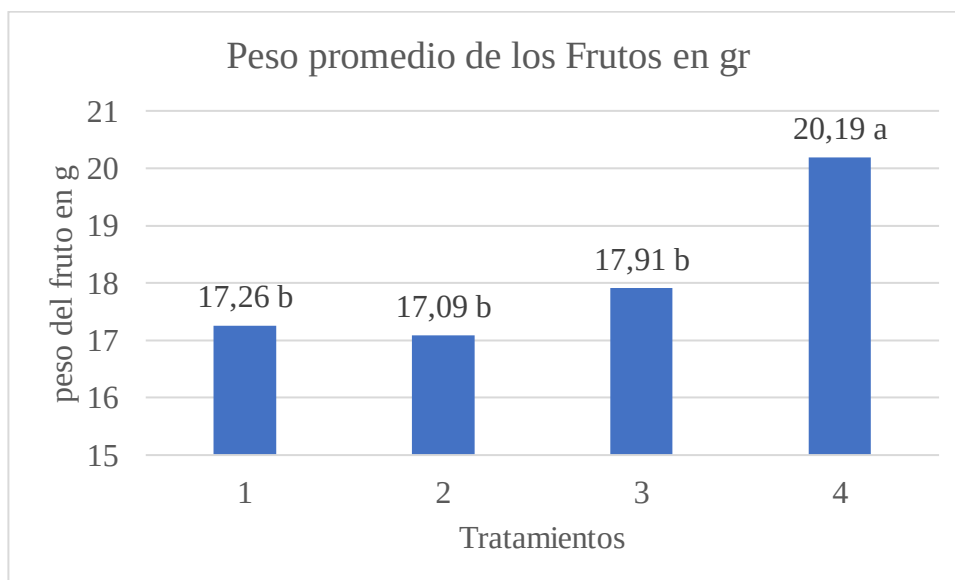
4.- $X_a - X_b > LS^*$ $X_a - X_b \leq LS^{ns}$

	20,19	17,91	17,26
17,09	*	ns	ns
17,26	*		
17,91	*		

5.- Letras iguales no difieren

T ₄	20,19 a
T ₃	17,91 b
T ₁	17,26 b
T ₂	17,09 b

La prueba de comparación de medias indica que letras iguales no difieren, por lo que se puede observar que el tratamiento 4 es diferente del resto de los tratamientos, el tratamiento 3, tratamiento 1 y el tratamiento 2 no difieren entre sí.

Figura 4 Peso promedio de los frutos en gr.

La prueba de Duncan presentado en el Gráfico, muestra que estadísticamente el tratamiento T₄ con 20,19 gr es diferente a los demás tratamientos, el tratamiento T₃ con 17,91 gr, el tratamiento T₂ con 17,09 gr y el tratamiento T₁ con 17,26 gr estadísticamente indica que no difieren.

También se muestra que el tratamiento T₄ con 20,19 gr tiene el mejor peso promedio que el resto de tratamientos.

3.6. Número de coronas por planta.

Número de coronas por planta

Tratamientos	Repeticiones					Σ	Media
	I	II	III	IV	V		
T ₁	4,8	5,3	5	5,2	5	25,3	5,1
T ₂	5,8	5,7	4,8	5,8	4,5	26,7	5,3
T ₃	5,3	4,8	5,7	5,7	5,3	26,8	5,4
T ₄	5,8	4,8	5,3	5,0	5,2	26,2	5,2
Σ	21,8	20,7	20,8	21,7	20	105	5,25

Los promedios del número de coronas/planta promedio mostrados en el cuadro, evidencian que los tratamientos de la fertilización foliar con nitrato de potasio poseen medias que tienen un número de coronas de, 5,4 coronas/planta en el T₃, 5,3 coronas/planta, en el T₂, 5,2 coronas/planta en el T₄ y 5,1 coronas/planta en el T₁. También se evidencia que el tratamiento 3 con 5,4 coronas/planta tiene una media superior al resto de los tratamientos.

Según (SQM, 2024) el nitrato de potasio (KNO₃) puede tener un impacto positivo en el número de coronas de fresa, favoreciendo la producción de frutos y el desarrollo general de la de frutilla, por lo que se evidencia que con la aplicación de nitrato de potasio a partir de una dosis recomendada en el tratamiento 2 y en los tiramientos 3 y 4 con una dosis mayor a la recomendada se ve un mayor número de coronas/planta.

ANOVA del número de coronas por planta

Fuentes de variación	gl	SC	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	19	1				
Tratamientos	3	0,28	0,09	7,89**	3,49	5,95
Bloques	4	0,57	0,14	11,85**	3,26	5,41
Error	12	0,14	0,012			

**= Diferencias altamente significativas

Cv = 2,09 %

Demostrado por el cuadro de ANOVA del número de coronas por planta existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques ($11,85 > 3,26$ y $5,41$), lo cual indica que existe variabilidad en el suelo.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($7,89 > 3,49$ y $5,95$), por tanto, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

El coeficiente de variación es de 2,09 %, lo cual indica que los datos respecto al número de coronas/planta son homogéneos.

Prueba de comparación de medias DUNCAN.

Esta prueba realizada al 5% significancia, definirá cabalmente la magnitud de las diferencias entre los promedios de los tratamientos, reflejado en el cuadro de ANOVA.

Prueba de comparación de medias

1 ordenar medias

T ₃	5,4
T ₂	5,3
T ₄	5,2
T ₁	5,1

2 cálculo de error típico

SX= 0,05

3.- Cálculo de los Límites de Significación $LS = q * Sx$

	2	3	4
q	3,8	3,22	3,31
sx	0,05	0,05	0,05
ls	0,19	0,16	0,17

4.- $Xa - Xb > LS^*$

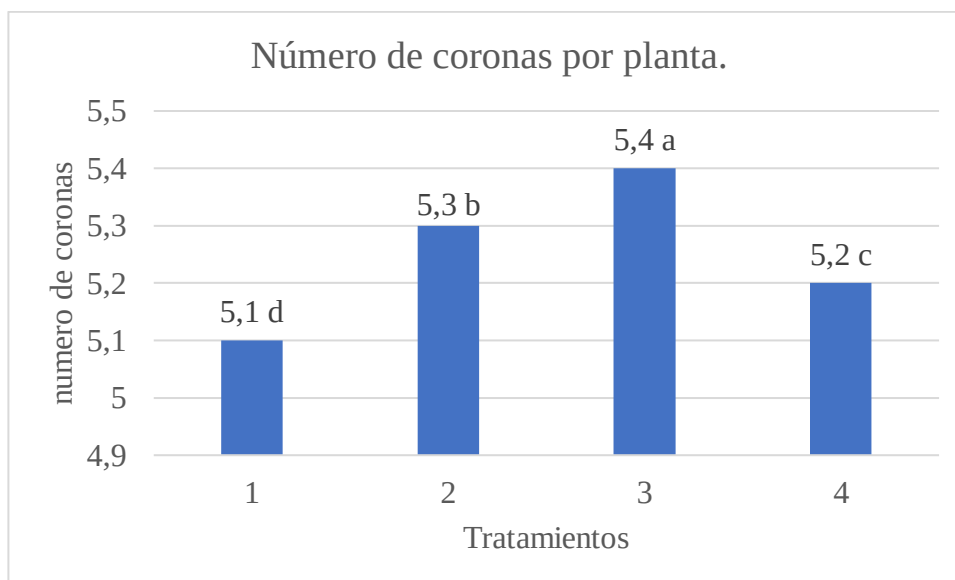
$$Xa - Xb \leq LS^{ns}$$

	5,4	5,3	5,2
5,1	*	*	*
5,2	*	*	
5,3	*		

5.- Letras iguales no difieren

T ₃	5,4 a
T ₂	5,3 b
T ₄	5,2 c
T ₁	5,1 d

La prueba de comparación de medias indica que letras iguales no difieren, por lo que se puede observar que el tratamiento 4 es diferente del resto de los tratamientos, el tratamiento 3 es diferente de los demás tratamientos, el tratamiento 1 y el tratamiento 2 son diferentes entre sí y diferentes del resto de los tratamientos.

Figura 5 Número de coronas por planta

La prueba de Duncan presentado en el Gráfico, muestra que estadísticamente el tratamiento 4 con 5,2 coronas/planta es diferente a los demás tratamientos, el tratamiento 3 con 5,4 coronas/planta es diferente a los demás, el tratamiento 2 con 5,3 coronas/planta y el tratamiento 1 con 5,1 coronas/planta estadísticamente indica que son diferentes al resto.

Según (Martínez & Berrueta, 2015) La variedad San Andreas se desarrolla un promedio entre 3 y 3,5 coronas/planta. Sin embargo, se evidencia que en este estudio en todos los tratamientos se tiene un número de coronas mayor a 5,1 coronas/planta, y teniendo el promedio más alto de 5,4 coronas/planta.

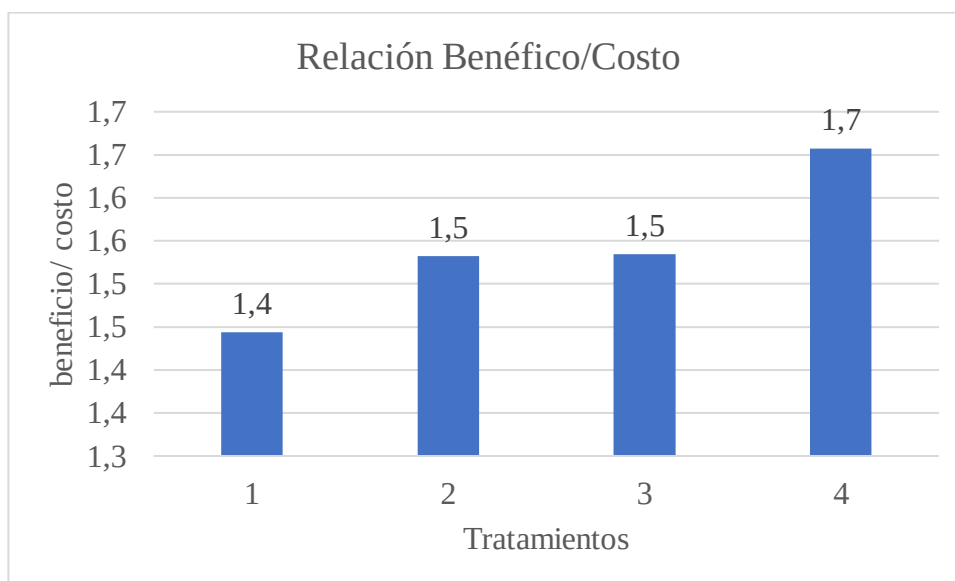
3.7. Relación Benéfico/Costo. /ha

Relación Benéfico/Costo

Tratamientos	Costo total /ha	Beneficio	Beneficio/Costo
T ₁	128 587	185 630,1	1,4
T ₂	131 262	201 125,1	1,5
T ₃	131 703	202 054,8	1,5
T ₄	132 143	218 996	1,7

Relación beneficio/costo en base al precio promedio de venta al por mayor en el mercado local de Tarija se obtuvo el beneficio y se hizo la relación con el costo, lo cual en el tratamiento 1 da un monto de 1,4, en el tratamiento 2 con un monto de 1,5, en el tratamiento 3 con un monto de 1,5 y en el tratamiento 4 con un monto de 1,7.

Figura 6 Relación Benéfico/Costo. /ha



Como se presenta en el Cuadro, producir frutilla replicando el tratamiento 4, da una relación de beneficio/costo de 1,7; y así también en los tratamientos 2 y el tratamiento 3 da una relación de beneficio/costo de 1,5; más abajo el tratamiento 1 nos da una relación beneficio/costo de 1,4.

De tal modo que la implementación de cualquiera de los tratamientos demuestra que son viables económicamente, ya que todos poseen una relación Beneficio/Costo mayor a 1, siendo el tratamiento 4 el que nos da un mayor beneficio en comparación a los demás.

Por lo que la fertilización con nitrato de potasio replicando la dosis del tratamiento 4 tomando en cuenta la relación beneficio/costo es viable.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La aplicación foliar de nitrato de potasio en frutilla (*Fragaria chiloensis* L. Mill.) durante la etapa de producción en un cultivo de un año en la comunidad de Cerro Redondo, provincia Méndez, mostró efectos positivos en el desarrollo y rendimiento del cultivo. De las tres dosis evaluadas, se observó que la dosis del tratamiento 4 (28 gr de nitrato de potasio/parcela) promovió un mayor rendimiento (21,2 tn/hectárea) y un mejor tamaño de fruto con un peso promedio de 2,19 gr/fruto lo que sugiere una mejora en la calidad comercial del producto. Estos resultados indican que el nitrato de potasio, aplicado de forma foliar, puede ser una herramienta eficaz para optimizar la producción de frutilla en condiciones similares.
- La evaluación del efecto del nitrato de potasio en el cultivo de frutilla demostró que su aplicación foliar mejora significativamente el rendimiento, Entre las dosis probadas, la dosis del tratamiento 4 (28 gr/parcela resultó ser la más eficiente, potenciando la producción con rendimiento de 626 gr/planta, 10 kg/parcela y 21,2 tn/hectárea. Estos resultados respaldan el uso controlado del nitrato de potasio como una estrategia agronómica viable para optimizar la productividad del cultivo de frutilla en condiciones similares a las de la comunidad de Cerro Redondo.
- La evaluación de las características agronómicas de la frutilla (*Fragaria chiloensis* L. Mill.) en la etapa de producción permitió identificar un buen comportamiento del cultivo, en cuanto al número de frutos por planta no hubo diferencias significativas entre tratamientos, el tratamiento 4 nos dio un resultado de un mayor peso promedio por fruto con 20,19 gr/fruto y en el número de coronas por planta en el tratamiento 3 un mejor rendimiento promedio de 5,4 coronas/planta. Los resultados obtenidos constituyen una base útil para

optimizar las prácticas de cultivo y mejorar la calidad del fruto en futuras campañas productivas.

- La evaluación económica de los tratamientos con nitrato de potasio mostró que la dosis del tratamiento 4 presentó la mejor relación costo/beneficio 1.7 por lo que indica que tiene un mayor beneficio en comparación al resto de los tratamientos, por tanto se recomienda considerar la fertilización con nitrato de potasio con la dosificación del tratamiento 4 (28 gr de nitrato de potasio/parcela) ya que su relación beneficio/costo es mayor a 1, lo que significa que es viable aplicar este tratamiento y recomendable para pequeños productores de frutilla en la comunidad de Cerro Redondo.

4.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Aplicar el fertilizante foliar a un paso moderado para que la aplicación sea lo más uniforme posible.
- Aplicar la dosis del tratamiento 4 (28 gr/parcela) Esta dosis mostró el mejor rendimiento y calidad del fruto.
- Aplicar el fertilizante en las primeras horas de la mañana o al atardecer para maximizar la absorción y reducir el riesgo de fitotoxicidad.
- Ajustar las prácticas de aplicación según las condiciones climáticas para optimizar los resultados. Factores como temperatura, humedad y velocidad del viento pueden afectar la eficacia de la aplicación foliar.
- En caso de baja adherencia del fertilizante a las hojas, añadir un surfactante para mejorar la cobertura y penetración del producto, especialmente en superficies foliares con cutículas gruesas.
- Implementar prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) y enfermedades para reducir la dependencia de pesticidas químicos, lo que puede mejorar la salud del cultivo y la calidad del fruto.

- Adoptar sistemas de riego por goteo o técnicas de riego eficiente para asegurar una distribución uniforme del agua y nutrientes, reduciendo el desperdicio y mejorando la absorción por parte de las plantas.
- Implementar la dosis de 28 gr de nitrato de potasio por parcela ya que demostró una relación costo/beneficio favorable de 1.7, siendo la relación beneficio/costo mayor a 1.
- Se recomienda realizar análisis de suelo periódicos para ajustar las dosis de fertilizantes según las necesidades nutricionales del cultivo.
- Incentivar el uso de prácticas agrícolas sostenibles, como la incorporación de materia orgánica al suelo y la rotación de cultivos, para mantener la salud del suelo y reducir la dependencia de insumos químicos.