

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L.var. *Itálica* Plenck.) es una hortaliza de la familia de las crucíferas (brasicáceas) que incluye un gran número de especies, originario de la región mediterránea y cultivada por primera vez en Italia en la época romana. Su consumo aumenta constantemente, ya que es un alimento sano y que se admite múltiples preparaciones. Tiene un agradable sabor y es rico en vitaminas y minerales, además de ser bajo en calorías y ser ampliamente conocido y cultivado en casi todos los países del mundo. (Bayer, 2016)

La expansión de este cultivo se inicia a partir del siglo XVI. Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XX cuando su producción se desarrolló en Europa, Estados Unidos y Sudamérica. El brócoli se puede considerar como una de las verduras de mayor valor nutritivo, pues aporta al organismo vitaminas (C, B1, B2, B3 y B6, pero sobre todo una gran cantidad de provitamina A, y minerales como el calcio, el potasio, el selenio, el fósforo, el magnesio y el hierro, su alto contenido nutritivo dio lugar a una alta demanda del producto. En todo el mundo se producen 25.310.691 toneladas de brócoli por año. China es el mayor productor de brócoli del mundo con un volumen de producción de 10, 263,746 toneladas por año. India ocupa el segundo lugar con una producción anual de 8, 199,000 toneladas. China e India producen juntas más del 70% del total mundial. Le sigue Estados Unidos con una producción de 1, 321,060 toneladas anuales ocupando el tercer lugar de la tabla de mayores productores a nivel mundial. (AtlasBig, 2018)

Según el (Censo Agropecuario) Bolivia produjo 1.761,8 toneladas de brócoli en 160,9 hectáreas en la campaña de invierno de 2012 y verano de 2013. (INE, 2013)

Según registro de datos. Bolivia es uno de los países con menor porcentaje de producción en el cultivo de brócoli, por lo que se busca una solución a este problema, ya que hoy en día está de moda el consumo de alimentos sanos y nutritivos además de producir más, en un menor espacio posible debido a que el volumen de población crece y la superficie de tierra no. Por lo que exige a los productores experimentar nuevas técnicas y sistemas de producción de acuerdo a nuestra superficie de terreno, así como

también promover el uso alternativo de insumos agropecuarios para lograr un uso eficiente de los recursos y lograr una producción sostenible.

Planteamiento Del Problema

En el marco de la promoción del derecho a la alimentación, la FAO, llevó a cabo campañas de orientación voluntarias para que los países logren alcanzar su seguridad alimentaria. El problema es que estas campañas y las políticas de la FAO, terminaron beneficiando a los países que son grandes productores agropecuarios, más preocupados por el tema financiero y comercial que por la lucha contra el hambre en los países pobres. (DIARIO, 2023)

En Bolivia, la Constitución Política del Estado Plurinacional establece en su artículo 16, párrafo II, que “El Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria, a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población”. Este mandato se concretiza en el pilar N° 8 de la Agenda Patriótica: “Soberanía Alimentaria a través de la Construcción del Saber Alimentarse para Vivir Bien” que debe ser implementado a través del Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) y demás planes sectoriales y territoriales. (OCHA, 2021)

El problema que atraviesa nuestro país con la baja producción de alimentos y la inseguridad alimentaria sobrepone que los alimentos sanos y nutritivos como el brócoli están en déficit sea por falta de producción o bajos rendimientos que pueden darse por un mal manejo de técnicas de producción de cultivo y manejo inadecuado de la fertilidad del suelo y aplicación de nutrientes requeridos por el cultivo.

Causas

En el cuadro de recursos naturales, se escogió el factor "tierra" por ser la principal limitante de las posibilidades de expansión del sector agropecuario de la zona. Esta limitante se entiende desde dos puntos de vista: cuantitativo y cualitativo. Con respecto al primero en cuanto a tierra disponible se trata de un recurso escaso, ya que las posibilidades de ampliar el área cultivada dependen del riego. Con respecto al segundo, el cualitativo, se refiere exclusivamente a la distribución de suelos en función de su

capacidad de uso. Y la falta de tecnología e información para el manejo del cultivo, la aplicación de nuevas técnicas innovadoras para hacer un uso eficiente de nuestros recursos (regionales, 2016)

Efectos

- Elevados costos de producción
- Bajos rendimientos
- Productos de baja calidad para el mercado
- Producción no sostenible para una familia tipo
- Deficit del capital inicial

JUSTIFICACIÓN

Una nutrición saludable es fundamental para la prevención de factores de riesgo relacionados con la dieta, como el sobrepeso y la obesidad, y las enfermedades no transmisibles asociadas. El consumo de alimentos y bebidas con alto contenido de nutrientes críticos (sal / sodio, azúcar, grasas saturadas y grasas trans) provocando retraso de crecimiento y enfermedades por deficiencia de productos sanos y nutritivos.

Ya mucho antes de la pandemia por el coronavirus (COVID-19), no se tomaba en cuenta poner fin a todas las formas de hambre y malnutrición para 2030. Y ahora, la pandemia ha complicado considerablemente este objetivo. En este informe se presenta la primera evaluación mundial de la inseguridad alimentaria y la malnutrición para 2020 y se ofrecen algunas indicaciones sobre la posible magnitud del hambre y la malnutrición para 2030.

El aumento de la inseguridad alimentaria moderada o grave de 2019 a 2020 fue mayor en América Latina y el Caribe (9 puntos porcentuales) y en África (5,4 puntos porcentuales), en comparación con el aumento de 3,1 puntos porcentuales en Asia. Incluso en América septentrional y Europa, donde se registran las tasas más bajas de inseguridad alimentaria, su prevalencia aumentó por primera vez desde que en 2014 se empezaron a recopilar datos mediante la FIES. A escala mundial, la brecha de género

en la prevalencia de la inseguridad alimentaria moderada o grave se ha ampliado aún más en el año de la pandemia de la COVID-19. Las mujeres padecieron inseguridad alimentaria a razón de un 10% más que los hombres en 2020, frente a una proporción del 6% en 2019. Al hacer el seguimiento del costo de una dieta saludable y del número de personas que no pueden permitírsela se obtienen parámetros valiosos para comprender mejor el vínculo entre estos importantes determinantes del acceso a los alimentos y las tendencias de las múltiples formas de malnutrición. Se estima que, a consecuencia del elevado costo de las dietas saludables, sumado a la persistencia de los altos niveles de desigualdad de ingresos, unos 3 000 millones de personas no pudieron permitirse una dieta saludable en 2019. La mayoría de ellas viven en Asia (1 850 millones) y África (1 000 millones), aunque millones de personas en América Latina y el Caribe (113 millones) y en América septentrional y Europa (17,3 millones) tampoco tienen a su alcance una dieta saludable. (FAO, 2021)

En los países en desarrollo de América latina como Bolivia, a pesar de los avances agrícolas, la disponibilidad de alimentos no aumenta al ritmo necesario para satisfacer las necesidades básicas que tiene la población en rápido crecimiento, mismo que hace que aumente la tasa de desnutrición por baja disponibilidad del producto en el mercado. Los bajos rendimientos y poca producción a nivel nacional como a nivel regional nos hacen crear alternativas de producción aplicables en el cultivo del brócoli, para garantizar la seguridad alimentaria y nutrición de la sociedad en la que vivimos.

La prueba de nuevas variedades con fertilizaciones adecuadas y las buenas prácticas agrícolas están orientadas a la sostenibilidad Ambiental, Económica y Social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos para la sociedad.

HIPÓTESIS

La fertilización orgánica o inorgánica influyen significativamente en la producción de brócoli.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de tres variedades de brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. *itálica* plenck, en la comunidad de cabildo del municipio de Padcaya

Objetivos Específicos

- Medir el peso de pellas de las variedades de brócoli introducidas en la zona de estudio.
- Medir el diámetro de las tres variedades de brócoli introducidas en la zona de estudio
- Comparar el rendimiento de tres variedades brócoli con distinto tipo de fertilización
- Realizar un análisis económico costo/beneficio de la producción de brócoli.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.MARCO TEÓRICO

1.1.GENERALIDADES DEL CULTIVO

1.1.1. Origen del brócoli

El brócoli es originario de las costas del Mediterráneo Oriental y Oriente Próximo, donde actualmente se encuentran Grecia, Turquía o Siria. Su diseminación por el mundo se le atribuye a los comerciantes y navegantes del Mediterráneo (griegos, romanos y musulmanes entre otros), llegando posteriormente a España, Inglaterra y al resto de países donde hoy se cultiva esta hortaliza. Su nombre proviene del término italiano “broco” que quiere decir brote, retoño. Este término hace referencia a la capacidad que tiene el brócoli de rebrotar y a los brotes laterales que se dan después del corte de la cabeza principal.

Las partes comestibles del brócoli son bajas en calorías (27-32 Cal/100 g), con un contenido apreciable en minerales y vitaminas C, B1, B2, B3 y B6 y sobre todo la A. También destaca su alto contenido en ácido fólico que tiene como función la formación y maduración de los glóbulos rojos y blancos de la sangre. En las mujeres embarazadas esta vitamina es prescrita para prevenir la espina bífida. Además, está siendo utilizado para controlar la diabetes, osteoporosis, obesidad, hipertensión y problemas del corazón. (Bayer, 2016)

1.1.2. Importancia del brócoli

El brócoli es una verdura de la familia de las crucíferas junto a las coles, la coliflor y el repollo, pero se beneficia en que es más alto en vitaminas y minerales. es un alimento muy bajo en calorías y en grasas, por lo que lo hace ideal en dietas de reducción de peso o en épocas de definición muscular. su elevado aporte de calcio es de gran importancia. este mineral es fundamental consumirlo a diario para crear y mantener una buena masa ósea. el brócoli también nos aporta una buena dosis de vitamina k, responsable de que el calcio se absorba correctamente, consiguiendo tener una mejor densidad ósea y una mejor masa muscular. es una buena opción a elegir para las personas que sufren indigestiones con los lácteos. por cada 100 gramos de brócoli, podemos encontrar la misma cantidad de vitamina c que en una naranja, además de aportarnos ácido fólico. estos dos nutrientes interfieren directamente en la formación y recuperación de tejidos corporales, así como el fortalecimiento de nuestras defensas, previniendo los posibles resfriados en esta época del

año. su contenido en carotenos con acción antioxidante es altísimo (851 microgramos por cada 100 gramos de brócoli), con lo que nos ayuda a cuidar nuestra piel, tener un moreno saludable en la época veraniega y reconstruir el ADN corporal, pudiendo evitar ciertos tipos de cáncer. entre los minerales del brócoli, cabe destacar el alto contenido en potasio, necesario para un buen funcionamiento del sistema nervioso. también nos ayuda a prevenir los calambres producidos en la actividad deportiva, gracias a que nos mantiene en unos niveles estables de electrolitos. también nos aporta una buena cantidad de hierro, mineral cuya función es formar glóbulos rojos (glóbulos encargados de transportar el oxígeno y los nutrientes a la sangre) así mejorando la recuperación muscular después de los entrenamientos. nos aporta una buena cantidad de fibra, necesaria para el buen funcionamiento del organismo y del tránsito intestinal ya que nos ayuda a depurar nuestro cuerpo eliminando los residuos acumulados innecesarios. una adecuada ingesta de fibra diaria, nos ayuda a prevenir algunos tipos de cáncer como el de colon. (Travieza, 2014)

1.1.3. Características botánicas

Es una planta de la familia Brassicaceae son consideradas como brócoli las coles de pella compacta que pueden tener de 10 a 25 cm y forman brotes laterales, son de color verde y tienen características morfológicas distintas, como las hojas, más anchas y no tan erguidas, con limbos que cubren generalmente en su totalidad el peciolo, a no ser en las hojas muy viejas algunas variedades; tienen también los bordes de los limbos menos ondulados, nervaduras menos marcadas, así como las pellas de mayor tamaño, de superficie menos granulada y sabor más suave. En cuanto a su tallo se desarrolla un eje (entre 2 a 6 cm de diámetro) y corto (20 a 50 cm de longitud), sobre el cual se disponen las hojas en entrenudos cortos, las flores son de color amarillo y sus frutos de color verde oscuro cenizo se ubican en forma de vainas (Barahona, 2006) citado por (MORALES, COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES HIBRIDAS DE BROCOLI, 2021)

1.1.4. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sud división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Ordenes: Papaverales

Familia: Brassicaceae

Nombre científico: Brassica oleracea L.var. Itálica Plenck.

Nombre común: Brócoli

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022

1.1.5. Descripción botánica

1.1.5.1. Características morfológicas

Raíces

Son ramificadas, profundas, extendiéndose alrededor del tallo de 45 a 60 centímetros

Tallos

Son herbáceos, cilíndricos; el tallo principal es relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos.

Hojas

Son de color verde oscuro y se disponen en forma helicoidal, de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, y varían en número, de 15 a 30, según el cultivar.

Cabeza o Pella

Es la parte comestible de la planta la cual es una masa densa de yemas florales de color verde, grisáceo o morado, que puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm; dependiendo del cultivar.

Sin embargo, las cabezas de los rebrotes solamente alcanzan 10 cm.

Flores

Son de color amarillo sobre inflorescencias racimosas de polinización alógama.

Fruto

Es una silicua (pequeña vaina) de color verde oscuro cenizo, que mide en promedio de 3 a 4 cm. y que contiene de tres a ocho semillas por silicua.

Semillas

Tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro.

1.1.6. Requerimientos Edafoclimáticos

Es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día. En zonas donde las temperaturas bajan excesivamente, se cultivan variedades tardías. La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 75%. Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, pH entre 6,5 y 7. Prefiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. (Agro, 2016)

1.1.7. Fases del cultivo

Fase de crecimiento

la planta desarrolla solamente hojas.

Fase de inducción floral

La planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.

Fase de formación de pella

La planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.

Fase de floración

Los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores

Fase de fructificación

Se forman los frutos (silicuas) y semillas. (Agro, 2016)

1.1.8. Labores culturales

Preparación del terreno

En el cultivo de brócoli, es muy importante la preparación del terreno. Todo esto depende del lote que está destinado a la siembra procurando prepararlo con la debida anticipación. Con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de 25-30 cm, constando de labores como arada, rastra y surcado.

Siembra

El brócoli se siembra en semillero, se desarrolla en unos 35 a 45 días. La nacencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. La cantidad de semilla para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos.

Trasplante

Para que las plántulas estén listas para ir a campo, deben de cumplir con estas características: tamaño, 15 a 20 cm; y de 6 a 8 hojas verdaderas, en marcos de plantación de 0.80-1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas.

Aporque

Este se realiza a los 60 días del trasplante, con la finalidad de que las plantas tengan mayor estabilidad y un mejor desarrollo de su ciclo fenológico.

Riego y Fertilización

El brócoli necesita altos niveles de abastecimiento regular de agua especialmente en las primeras fases de desarrollo, en las fases de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad. Además de la aplicación de la fertilización foliar, esencialmente de los elementos potasio, boro, magnesio y azufre. (Bustos, 2015)

Control de malezas

El periodo crítico de interferencia de las malezas está dado desde los 30 a los 60 días, luego de este tiempo la planta de brócoli supera a sus competidores en fenología y sistema radicular impidiéndoles su desarrollo normal.

Cosecha

La planta se encuentra en el momento óptimo de cosecha cuando los botones están cerrados, crecen de manera homogénea y tienen color verde, verde grisáceo o verde azulado y brillante. La cabeza principal puede llegar a medir entre 7.5 y 15 cm de diámetro con pesos hasta de 1.500 gramos, con un promedio, pero con una media de 300 gramos en plena (Angelfire, 2001) madurez, mientras que las laterales llegan a medir entre 2.5 y 7.5 cm de diámetro con un peso promedio de 30 gr. El rendimiento por hectárea puede oscilar entre 20 y 30 toneladas

por hectárea y está en función del lugar de cultivo, la variedad y el manejo agronómico que se le dé al cultivo.

La cosecha se la realiza en forma manual utilizando un cuchillo con dientes aserrados, cortando la cabeza con una parte de la base de su tallo de entre 5 –7 cm. de altura. Las pellas cosechadas se lavan y se colocan en gavetas en lugares frescos posteriores a su venta. (ECO agricultor, 2013) (Bustos, 2015)

Post cosecha

Después de la recolección las inflorescencias se deben mantener bajo condiciones de alta humedad y baja temperatura debido a la alta tasa de respiración que reduce notablemente la vida útil del producto; por tanto, para mantener su calidad, debe ser pre enfriado lo más pronto posible después de la recolección. Para mantener la calidad de cosecha se pueden sumergir las cabezas en agua bien fría mezclada con hielo o colocar escarcha de hielo sobre las canastillas. Se debe almacenar a 0°C - 19 - de temperatura y a una humedad relativa entre 90 y 95% / 3. (Angelfire, 2001)

Adaptabilidad

La introducción de plantas, practicada desde los comienzos de la agricultura, es simplemente mover las plantas a ambientes nuevos para probar su adaptabilidad. Esta última está determinada por la interacción entre factores ambientales como suelo, clima, fotoperiodo, y por las características genéticas del material que se introduce. La capacidad de adaptación difiere según la variedad, y por lo tanto deben introducirse tantas variedades de una especie como sea posible. Los factores culturales, como las prácticas de cultivo, deben adaptarse también a las, necesidades de las variedades introducidas. (Novoa, 1979)- (Bustos, 2015)

1.1.9. VARIEDADES

Brócoli Calabrese

Quizás sea de los tipos de brócoli más conocidos del mercado. Su nombre viene de la localidad de su origen, Calabria. El brócoli Calabrese tiene cabezas florales de unos 8 o 10 cm que son de crecimiento rápido (unos 60 días) y tienen un gusto más suave que otros tipos de brócoli. Las variedades más conocidas de brócoli Calabrese son las Gem y las Chevalier.

Brócoli Romanesco

Los brócolis Romanesco son de los tipos de brócoli más curiosos que hay, tienen un bonito color verde manzana, son muy crujientes, y poseen una espectacular cabeza floral con una forma de cono muy ornamental. En cuanto a su cultivo, necesita suelos de muy buena calidad. Tardan de 75 a 95 días en madurar si los plantas en primavera, y entre 85 y 100 si lo haces en otoño. Natalino, Romanesco Italia y Verónica son variedades de brócoli Romanesco.

Aunque es diferente, dentro de los famosos brócolis italianos que existen, tiene fama el Brócoli de Verona, también de flor frondosa que está entre el romanesco y el calabrese.

Brócoli blanco o Nine Star Perennial

Poca gente conoce estos tipos de brócoli y sin embargo son de los más interesantes. Los Nine Star se caracterizan por ser de color blanco. Tienen un sabor delicioso, ya que contienen de manera natural *inulina* (azúcar similar a la fructosa). Como su nombre indica, los brócolis Nine Star Perennial pueden ser tratados como plantas perennes, por lo que una planta te puede durar tranquilamente 8 o 9 años. Se hacen grandes, así que, si deseas cultivarlos, deberás tener este punto en cuenta a la hora de ubicarlos. Lo ideal es podarlos y formar arbustos bajos con ellos, de esta manera resisten el viento en invierno perfectamente. Hay que tener la precaución de no dejar producir semillas a las flores, ya que la planta de brócoli Nine Star moriría. Si quieres multiplicarlas, el mejor sistema es aprovechar los esquejes de la poda.

Brócoli Sprouting

Llegamos a uno de los más bellos brócolis que existen. El brócoli Sprouting se caracteriza por su color púrpura. Hace unos años esta especie fue nominado al Premio a la Innovación debido a la gran cantidad de flucosinolatos que contiene de forma natural. Este tipo de compuesto destaca desde hace algún tiempo por sus capacidades para reducir el riesgo de padecer cáncer por sus dotes antimicrobianas. De este tipo de brócoli llama la atención el color morado de su tallo y sus hojas, sin embargo, una vez se cocina se vuelve verde. Tiene un sabor dulce y combinado o inspirado ligeramente en el del espárrago.

Grelo o Brócoli Rapini

El Brócoli Rapini se conoce internacionalmente como Grelo o Brócoli italiano. En España es muy común también en la cocina asturiana, leonesa y gallega, también es típico de Portugal y por supuesto, de Italia. El grelo es el brote floral del nabo, aunque aquí lo vamos a ver como una variedad de brócoli. En ocasiones encontramos flores en esta variedad, también ellas son comestibles. Su sabor es muy agradable, sacan un poco del amargor del nabo, pero con puntos suave de nuez que contrastan con toques picantes. Esta especie de brócoli es rica en vitaminas A, C y K, además, como sus otros hermanos brocolianos, es una potente fuente de calcio y hierro. Hay que destacar que el brócoli rapini es comestible solo en su etapa joven, cuando está más desarrollado su tallo es demasiado duro para el consumo y es muy difícil (o imposible) de ablandar. Para detectar ese punto nos fijaremos en el color, si es verde está bien, si es blanco ya es tarde para comerlo.

Broccolini

El Broccolini se ha llevado toda la fama de las otras especies de brócoli como un superalimento. Se cultiva en todo el litoral mediterráneo y se hizo muy popular gracias a su inclusión en importantes cadenas de supermercados del país. Se trata de una variedad a caballo entre el brócoli y el kai-lan, una col asiática. Este tipo de brócoli es rico en vitamina C, B6, Calcio y Potasio. Si estás pensando en probarlo, puedes hacerlo hervido, horneado, a la plancha o incluso crudo (Eulalia, Mr. Broko, 2006)

Avenger

Es la variedad favorita de brócoli de productores de todo el continente sudamericano. Esto se debe a que tiene diferentes características que lo hacen único en el cultivo de invierno en el segmento de una cabeza única. Su vigoroso sistema de raíces garantiza una alta productividad, con un ciclo medio de 105 días y un excelente rendimiento en el campo.

El brócoli Avenger también conquista a los consumidores, ya que presenta un color verde azulado, cabezas grandes, compactas y pesadas, así como floretes bien definidos y de grano fino. El cultivar también tiene una excelente durabilidad posterior a la cosecha, lo que permite que el color y la calidad del producto se mantengan en el estante durante mucho más tiempo. (SAKATA, 2020)

Thanos F-1

Thanos es un híbrido de madurez precoz-intermedio, de raíces muy lisas y uniformes en forma de globo, cuenta con una corona y raíz principal de tamaño mediano. Madurez relativa de 75 - 80 días. Es una planta vigorosa, alta y de textura lisa. Thanos tiene en su interior rojo oscuro.

Pirate

Este Híbrido es una planta vigorosa de estructura erecta y compacta, se adapta bien en la época de verano y también en la época de invierno son muy exigentes en agua y nutrientes son de granulo fino, tiene un buen peso, la planta es de gran tamaño y el follaje es color verde intenso es utilizado en las industrias del congelado como en el mercado en fresco es una planta muy vigorosa (Haro y Maldonado,2009) (MORALES, TESIS DE GRADO, 2021)

1.1.10. Plagas y enfermedades

Las principales plagas son palomilla Dorso de Diamante, pulgones, Chinchas, Gusanos, Copitarsea y Falso medidor.

Palomilla dorso de diamante

En el caso de esta palomilla, al igual que en el de otros lepidópteros, la fase del ciclo de vida en la que se producen daños al cultivo es principalmente la larvaria. Provocando daños en función de su estadio larvario en el que se encuentren:

- **(función minadora).** Las larvas se alimentan del tejido esponjoso de la hoja formando minas entre las capas cerosas de la epidermis de la lámina foliar.
- **(función perforadora y contaminadora).** Se alimentan del envés de las hojas originando la aparición de pequeñas perforaciones en las mismas. El cuarto instar es el que provoca los mayores daños pudiendo llegar a consumir la totalidad del área foliar, excepto las nerviaciones.

Gusano falso medidor Trichoplusia:

Es un lepidóptero que sus hospederas favoritas son las crucíferas, aunque se considera insecto-plaga en otros cultivos. Las larvas de T. ni se alimentan únicamente del follaje de la planta, concretamente del envés de las hojas. Conforme a su desarrollo es mayor, se dirigen hacia el centro de las plantas de brócoli realizando perforaciones de tamaño considerable. En casos severos de infestación pueden provocar la completa defoliación de la planta y que

consecuentemente esta no sea capaz de producir cabezas o no sean de suficiente calidad para su consumo. Por otro lado, si el cultivo se encuentra en su etapa reproductiva, las larvas depositan sus excrementos sobre las inflorescencias por lo que merman la calidad de las mismas.

Pulgón

Conocido también como pulgón gris de las crucíferas o pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*) se alimenta exclusivamente de especies de la familia Brassicaceae. Es un áfido cosmopolita con un tamaño de entre 2.0 a 2.5 mm de largo, sifones o cornículos cortos y con una capa cerosa de color gris que lo cubre, la cual lo distingue de otras especies de pulgones. Es una plaga de importancia económica para la producción de cultivos como el brócoli y la col o repollo, pero también representa un problema para cultivos de coliflor, col de Bruselas, colza, col rizada, rábano, brócoli chino, col o repollo chino, y distintas especies de mostaza (india, blanca y negra). Es un áfido nativo de Europa que actualmente se encuentra en muchas partes del mundo.

Podredumbres bacterianas

Puede ser causada por numerosas bacterias, pero las especies aisladas mayoritariamente en este tipo de cultivos son *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas marginalis* y *Pseudomonas viridiflava*. Esta enfermedad está favorecida por el acondicionamiento de factores 1.) Intrínsecos y 2.) extrínsecos. Los daños intrínsecos principalmente hacen referencia a los daños mecánicos que pueden sufrir las plantas o los productos durante su manejo. En cambio, los factores extrínsecos están totalmente relacionados con las condiciones ambientales. De hecho, los tejidos infectados se degradan rápidamente en presencia de calor húmedo o en condiciones reducidas de oxígeno, debido a la desintegración de ciertos polisacáridos de las paredes celulares del tejido.

Pudrición bacteriana en cultivo de brócoli

Concretamente en brócoli, los síntomas se muestran inicialmente sobre la superficie de la pella o en el cuello de la planta donde puede llegar a pudrir el tallo por completo. En el caso de *E. carotovora* es una bacteria polífaga y anaerobia facultativa que habita en suelos donde has restos vegetales en descomposición. Las condiciones ambientales que favorecen la

infección por esta bacteria se corresponden con temperaturas comprendidas entre 20 – 30 °C y humedades relativas elevadas.

Mancha foliar y de la pella *Alternaria brassicicola*

Los primeros síntomas aparecen en hojas senescentes y tallos. Como manchas circulares de color amarillo y con apariencia acuosa en ocasiones. También puede afectar a las cabezas de brócoli causando el oscurecimiento de las mismas y que consecuentemente no se puedan comercializar. Este tipo de infecciones no suelen afectar ni al tamaño ni al peso de la cabeza, pero sí merman su apariencia y por tanto también su calidad, provocando pérdidas de producción elevadas. (AGRÍCOLA, 2020)

1.1.11. ABONOS ORGÁNICOS

Un abono orgánico, por lo tanto, es un tipo de fertilizante que se produce a partir de plantas, animales u hongos. Distinto es el caso de los abonos inorgánicos, que derivan de actividades mineras o de combustibles fósiles y requieren de un proceso industrial para su fabricación.

El uso de abonos orgánicos resulta más amistoso con el medio ambiente en comparación con el resto de los abonos. Permiten, por ejemplo, reutilizar los desechos orgánicos, contribuyen a fijar el carbono al terreno, requieren de una menor cantidad de energía para su producción y ayudan a incrementar la capacidad del suelo para la absorción de agua. Como punto negativo, los abonos orgánicos pueden favorecer la aparición de agentes patógenos si no reciben el tratamiento adecuado. (Merino., 2017)

Abono verde

Es un compuesto que contiene un aporte extra de nitrógeno. Si quieres obtenerlo tú mismo, es sencillo. Tan solo tendrás que plantar leguminosas (habas, guisantes, judías, alfalfa o trébol) y enterrarlas. Fácil, económico y muy conveniente para los vegetales.

Compost

Se obtiene mediante materia orgánica previamente fermentada. Para elaborarlo deberás usar restos de comida, residuos agrícolas, estiércol de animales y humus de lombriz. Muy de moda en las casas con jardín.

Estiércol

Se consigue a partir de animales herbívoros como la oveja, cabra, caballo, conejos, etc. Se trata de una manera absolutamente natural de nutrir la tierra y tus plantas. Lo puedes comprar en viveros o granjas, ¡y ya lo hay sin olor.

Humus de lombriz

El humus es el abono resultante de todos los procesos químicos y biológicos sufridos por la materia orgánica en un proceso muy elaborado llamado lombricompostaje. El humus de lombriz es el resultado de la transformación digestiva que ejerce este pequeño animal, la lombriz, sobre la materia orgánica. Es decir, que la lombriz tiene la facultad de biodegradar la materia orgánica en cuestión de horas, lo que en forma natural se demora meses, gracias a la poderosa acción de su aparato digestivo, generando un producto de textura granular uniforme, forma cilíndrica, coloración café o negro oscuro y con un agradable aroma a tierra fresca. El humus de lombriz está compuesto por el carbono, el oxígeno, nitrógeno y todos los macro y microelementos que se utilizan para darle origen.

Guano

Puede que lo conozcas con el nombre de gallinaza. Es similar al estiércol, pero elaborado a partir de excrementos de palomina y murciélagos. Se trata de una mezcla muy nutritiva, sobre todo para las plantas hortícolas.

Turba

Este compuesto de color pardo oscuro o más claro aparece en áreas pantanosas debido a la gran descomposición de restos vegetales. Con un pH de 3.5, la debes usar mezclada con otro tipo de sustrato, ya que su función es la de acidificar. (postgrado, 2020)

1.1.12. Ventajas y desventajas del abono orgánico

Ventajas de los fertilizantes orgánicos

- Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la mejoran la capacidad de absorber agua.
- Suelen necesitar menos energía para su elaboración.

Desventajas de los fertilizantes orgánicos

- Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.

Actualmente el consumo de fertilizante orgánicos está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y sanos para el consumo humano, y la concienciación en el cuidado del ecosistema y del medio ambiente. (Andrade, 2013)

Necesidades nutricionales del brócoli

El cultivo del brócoli, al igual que todas las plantas, necesitan de los elementos nutricionales esenciales para su desarrollo. Estos nutrientes esenciales se pueden dividir en macronutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), macronutrientes secundarios (magnesio, calcio y azufre) y micronutrientes (manganeso, cobre, cloro, molibdeno, zinc, hierro y boro), dependiendo de la capacidad de captar cada uno de ellos. Cada nutriente tiene un papel diferente, pero todos son fundamentales para un desarrollo adecuado de la planta, la falta o exceso de alguno de ellos produciría problemas en el cultivo.

Para conocer la cantidad óptima de nutrientes que debemos aplicar al cultivo del brócoli, primeramente, debemos conocer el nivel de fertilidad o estado nutricional, del suelo y la aportación de cada uno de ellos que realiza el agua de riego. Para ello, se debería realizar un análisis de suelo, ya que si, por ejemplo, tenemos un suelo rico en potasio, podríamos reducir la dosis en este elemento y ahorrar costes en la fertilización.

Una vez conocidos estos dos parámetros, debemos saber las extracciones de nutrientes que realiza el cultivo en cada momento de su desarrollo. Las necesidades totales se obtienen restándole a la absorción de los nutrientes, que depende de la producción final esperada (tabla 1), el contenido de nutrientes que deja el cultivo precedente, siempre que se incorporen al suelo los restos de cosecha. (HEROGRA, 2020)

1.1.13. Absorción de macronutrientes en el cultivo del brócoli

Tabla 1: Absorción de macronutrientes

Absorción de N (kg/t)	Absorción de P (kg/t)	Absorción de K (kg/t)
12-18	4,7-5,9	22-27

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

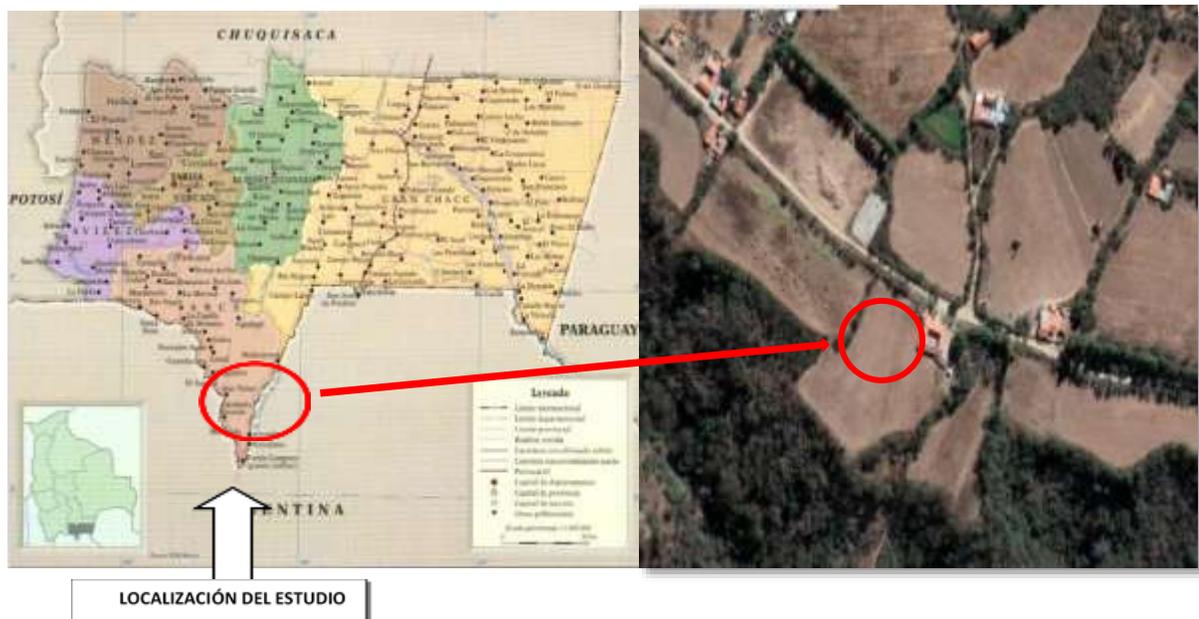
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Padcaya es una localidad y municipio de Bolivia, capital de la Provincia de Aniceto Arce Ruíz en el Departamento de Tarija, ubicada a 45 km de la capital del departamento, Tarija. El municipio tiene una superficie de 4.225,17 km² y cuenta con una población de 18.681 habitantes (según el Censo INE 2012).²

Ubicada en el valle del río Orosas, afluente del río Bermejo, y flanqueada por el Cerro Huacanqui de 2.960 msnm, que corona el valle en que está ubicada la villa.

Está ubicada sobre la Ruta 1, que conduce desde Tarija hacia Bermejo, sobre el límite con la Argentina. Desde Padcaya parte la ruta que une el Departamento Tarija con Villazón y Tupiza.

Gráfico N° 1: Ubicación Del Área De Trabajo



Limites

Limita al norte con la república de la Argentina al sur este con Potosí al sur oeste con la segunda sección de la provincia (Bermejo) y al norte con la provincia Avilés.

Altitud

Altitud del municipio de Padcaya 1975 metros de altitud

Coordenadas geográficas

El municipio de Padcaya se encuentra localizada entre las siguientes coordenadas geográficas.

Latitud: -21.8888	Longitud: -64.7118
Latitud: 21° 53' 20" Sur	Longitud: 64° 42' 42" Oeste

Geografía

La topografía del municipio es irregular, con sectores montañosos rodeados de paisajes de valles situados entre los 1.660 y 2.200 msnm, donde se destacan los valles comprendidos entre Padcaya, Rosillas y Orosas. Debido a las diferencias de altitud, en Padcaya se presenta una diversidad de microclimas: sub andino, cabecera de valle, valle y subtrópico.³

Los ríos que atraviesan el municipio son los principales afluentes del río Bermejo: Salado, Emborozú, Orosas y Condado. En el municipio se encuentra también la Cuenca del Río Grande de Tarija, con pequeños afluentes como los ríos San Telmo, Lajitas y Riachuelo de la Quebrada del Toro.

Población

Según el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, los habitantes empadronados en el último censo del año 2001 eran 19.260 habitantes, de los cuales 8.878 son hombres y 8.463 son mujeres, sin embargo, en la actualidad llegan a los 18.681 habitantes (Censo 2012). En los últimos diez años la población Padcaya ha alcanzado la tasa anual de crecimiento de 1,13%.

Clima

El clima de Padcaya puede ser clima estepario templado en partes del oeste y centro, también clima templado subhúmedo en el centro y partes del oeste, clima subtropical

subhúmedo en el este y partes del centro y de la capital del municipio, pero clasifica del tipo clima templado con invierno seco.

Vegetación

La vegetación de la zona constituye el 75% del territorio de la comunidad está cubierto por bosque de diferentes especies ubicados en las serranías y parte del valle de la región. El 25% restante tiene ocupación en cultivos agrícolas, ganaderos y viviendas, situados mayormente en los valles de la región.

2.1.2. Vegetación y principales cultivos de la zona

Tabla 2: Especies arbóreas

Nombre común	Nombre científico	Familia
Tusca	<i>Acacia aroma</i> L.	Fabaceae
Churqui	<i>Acacia caben</i> (Molina) Molina	Leguminosae
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae
Algarrobo	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Sauce criollo	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae
Pino	<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae

FUENTE: Herbario Universitario, Acosta (2022)

Tabla 3: Especies agrarias

Nombre común	Nombre científico	Familia
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae
Arveja	<i>Avena sativa</i> L.	Leguminosae
lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	Compositae
Zapallo	<i>Cucurbita</i> sp.	Cucurbitaceae
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill	Solanaceae
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.	Brassicaceae
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Itálica</i> Plenck.	Brassicaceae
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>Cicla</i> L.	Chenopodiaceae
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitaceae
Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Leguminosae
avena	<i>Avena sativa</i> L.	Poaceae
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	Leguminosae

FUENTE: Herbario Universitario, Acosta (2022)

Tabla 4: Especies frutales

Nombre común	Nombre científico	Familia
Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae
Duraznero	<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	Rosaceae
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae
Higuera	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae
Vid	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae

2.1.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.1.3.1. Material vegetal

En el presente ensayo se emplearon las siguientes tres variedades de brócoli:

- PIRATE BC 1691
- CALABRESE 461
- THANOS F1

2.1.3.2. Material de campo

- Azadón
- Pala
- Rastrillo
- Estacas
- Letreros
- Libreta de campo
- Wincha

- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Machete
- Tablero
- Manual
- Bolígrafo

2.1.3.3. Material de gabinete

- Computadora
- Calculadora
- Celular
- Hojas
- Bolígrafo

2.1.3.4. Insumos

- Abono orgánico (humus de lombriz)
- Abonos inorgánicos (Urea, Potasa)
- Semillas
- Tierra vegetal

2.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Diseño experimental

Se empleará el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial de (3x3) (tres variedades híbridas, dos niveles de fertilización y un testigo) generando nueve tratamientos. con tres replicas, obteniendo 27 unidades experimentales.

Factores

Factor variedad

- PIRATE BC 1691

- CALABRESE 461
- THANOS F1

Factor sustrato

- Abono orgánico (humus de lombriz)
- Abonos inorgánicos (Urea, Potasa)
- Testigo (fertilización tradicional)

Variables en estudio

- Porcentaje Germinación
- Porcentaje de prendimiento en trasplante
- Diámetro de planta con pella
- Diámetro de la pella
- Peso de la pella
- Rendimiento por ha

Tabla 5: Tratamientos

N° de tratamientos	Factor 1 Variedad	Factor 2 Fertilización	Tratamientos combinados
T1	V1	F1	T1: V1 F1
T2	V1	F2	T2: V1 F2
T3	V1	F3	T3: V1 F3
T4	V2	F1	T4: V2 F1
T5	V2	F2	T5: V2 F2
T6	V2	F3	T6: V2 F3
T7	V3	F1	T7: V3 F1
T8	V3	F2	T8: V3 F2
T9	V3	F3	T1: V3 F3

2.2.2. Descripción de los tratamientos

T1: V1 F1= El tratamiento uno, variedad (PIRATE BC 1691) con fertilizante orgánico (Humus de lombriz).

T2: V1 F2= El tratamiento dos, variedad (PIRATE BC 1691) con fertilizante inorgánico (Nitrato de potasa).

T3: V1 F3= El tratamiento tres variedad (PIRATE BC 1691) con fertilización tradicional en la parcela.

T4: V2 F1= = El tratamiento cuatro, variedad (CALABRESE 461) con fertilizante orgánico (Humus de lombriz).

T5: V2 F2= = El tratamiento cinco, variedad (CALABRESE 461) con fertilizante inorgánico (Nitrato de potasa).

T6: V2 F3= = El tratamiento seis, variedad (CALABRESE 461) con fertilización tradicional en la parcela.

T7: V3 F1= El tratamiento siete, variedad (THANOS F1) con fertilizante orgánico (Humus de lombriz).

T8: V3 F2= El tratamiento ocho, variedad (THANOS F1) con fertilizante inorgánico (Nitrato de potasa).

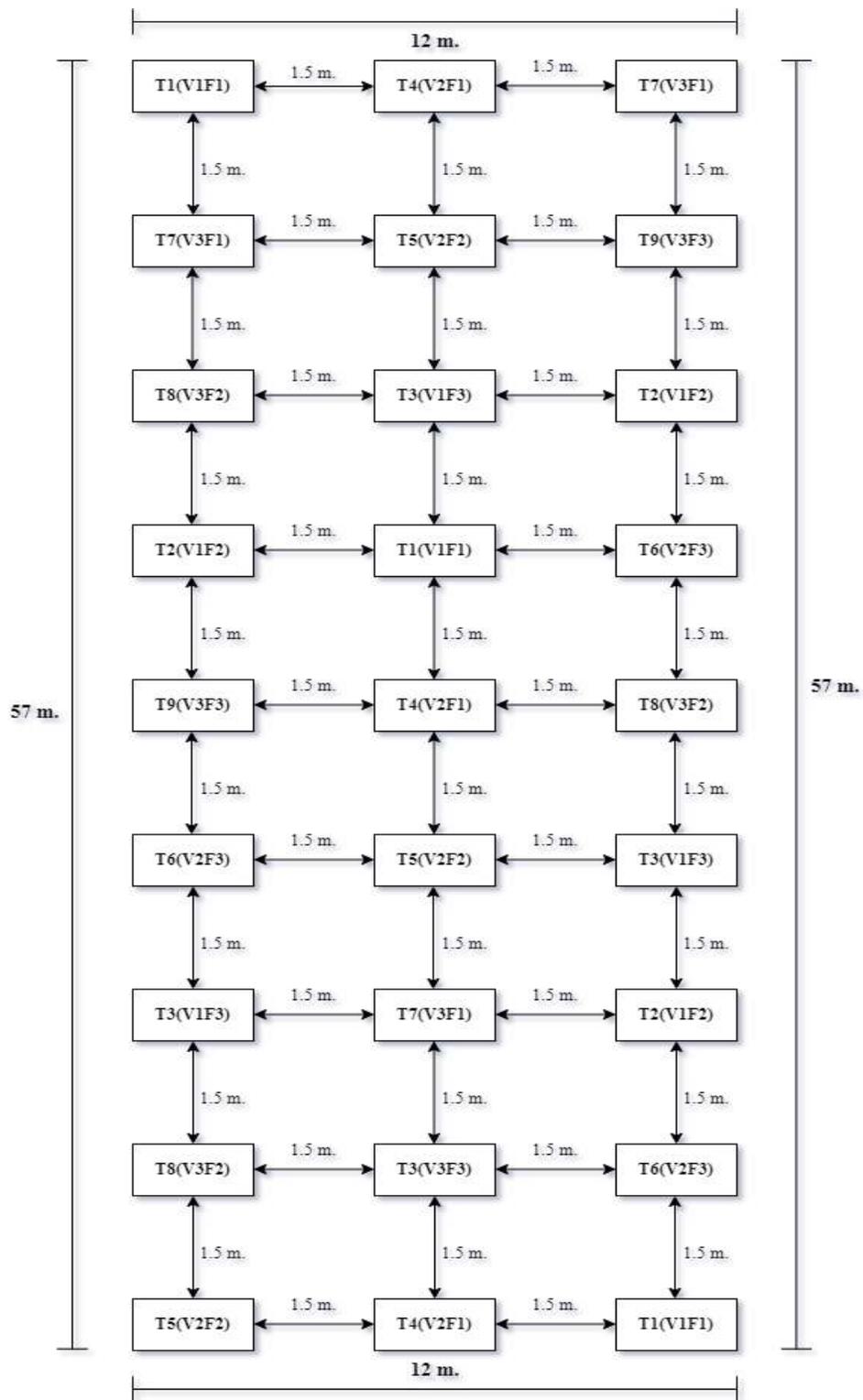
T9: V3 F3= El tratamiento nueve, variedad (THANOS F1) con fertilización de manera tradicional en la parcela.

2.2.4. Diseño de campo

Tabla 6: Descripción de la unidad experimental

N° de tratamientos	9
N° de replicas	3
N° unidades experimentales	27
Ancho de la unidad experimental	3 m
Largo de la unidad experimental	5 m
Área de la unidad experimental	15 m ²
Área total del trabajo de investigación	684 m ²
Distancia entre planta	0,50 m
Distancia entre surco y surco	0,75 m
Número de plantas por unidad experimental	40 plantas
Número de plantas por tratamiento	120 plantas
Total, de plantas	1080 plantas

2.2.5. Croquis de campo



2.2.6. Desarrollo del trabajo

Almácigo

En fecha 18 de agosto del 2022 se llevó a cabo el inicio de la germinación de semillas para obtener las plántulas requeridas en el experimento. Iniciamos con la selección y recolección de un buen suelo vegetal y limo para la creación de nuestro compost, una vez contando con los elementos procedimos a mezclar nuestro suelo vegetal en una cantidad del 80 % con el limo en un 20%, ya creado nuestro compost lo desinfectamos con agua hervida a 100°C, el siguiente paso fue llenar las bandejas con el compost y haciendo hoyuelos para ubicar las semillas en las bandejas, una vez las semillas puestas se procede a cubrirlas con el compost, seguidamente regamos las bandejas para que el compost este húmedo en su 100%, tras realizar este procedimiento ordenamos las bandejas y las cubrimos con nailon para darle una mejor condición para que entre en calor y las semillas germinen de una manera más precoz, el siguiente paso fue hacer el seguimiento hasta que las plántulas estén óptimas para su trasplante.

Toma de muestra de suelo

La toma de muestra del suelo se la realizo el 13 de noviembre del 2022 donde empleamos el método asistemático que consiste en realizar el muestreo al azar, en puntos representativos del área de estudio, esto se lo realizo con materiales de campo, una pala y un azadón a una profundidad de 20 cm, una vez obtenidas las muestras procedimos a cuartearlas hasta obtener un peso de un kg aproximadamente para llevarlas a laboratorio.

Análisis del suelo

Antes de realizar el trasplante se realizó el análisis de suelo en fecha 14 de noviembre con la finalidad de diagnosticar problemas nutricionales y establecer una cierta cantidad de fertilizantes en el cultivo del brócoli. El análisis de suelo tiene la finalidad de determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad, y la toxicidad de algunos elementos, la compactación y

determina el grado de fertilidad del suelo, para poder formular un programa de mejoramiento del suelo, y formular la dosis de fertilización.

Preparación del terreno

La preparación del terreno la realizamos el 20 de septiembre del 2022 esta la primera práctica agrícola que realizamos previo al trasplante, con el fin de brindar un buen acondicionamiento a la planta. Efectuamos una labor de arado al terreno con un tractor mecánico con la finalidad de eliminar el piso de arado y la presencia de malezas terrones y malas hierbas, de esa manera brindar una soltura al suelo para que pueda tener la capacidad de captar el agua sin encharcamiento y mejorar los intercambios gaseosos para que la planta pueda desarrollar sus raíces y cumplir sus actividades biológicas sin ningún problema. Este arado o mullido se lo hizo a una profundidad de 30 a 40 cm aproximadamente.

Trasplante

El trasplante se lo realizo a 30 días después de la fecha de almácigo momento en el cual las plántulas ya contaban con 6 o más hojas verdaderas, en un suelo húmedo y por las horas de la mañana esto con la finalidad de evitar que el sol afecte a las plántulas, el marco de plantación fue de 0,50 m entre planta y planta y 0,75 entre surco y surco. Para introducir la plántula al suelo hicimos unos hoyuelos donde aplicamos humus de lombriz a las parcelas correspondientes y la ubicación de las plántulas el resto solo introducimos las plántulas y cubrimos con el suelo para posteriormente aplicar el riego para que las plántulas se desarrollen en las condiciones más óptimas posibles.

Aporque y Fertilización Inorgánica

El aporque conjuntamente con la fertilización inorgánica se la llevo a cabo la fecha 30 de octubre de 2022 de manera manual, donde consistía en eliminar todo tipo de malezas y añadir fertilizantes inorgánicos, para posteriormente cubrirlo con tierra para que este ayude a un mejor desarrollo de la raíz y la planta, además de servirle como apoyo y vía de circulación del agua de riego.

Riego

La aplicación del riego al cultivo de brócoli se lo realizo de acuerdo a la necesidad del cultivo, tomando en cuenta que el trasplante se lo realizo en épocas de lluvia, y el cultivo tiene una alta demanda de agua, el riego se lo incorporo por gravedad a un promedio de dos a tres veces por semana. Para evitar el desbalance de humedad debido a que puede ocasionar maduración prematura de las cabezas.

Cosecha

La cosecha en la variedad (PIRATE-BC 1691 y THANOS F1) se los realizo a los 70 días después del trasplante en caso de la variedad (BRÓCOLI CALABRESE 461) se realizó la cosecha a partir de los 90 días tras el trasplante. El corte del brócoli se hizo de una manera manual y con un tallo de 10 cm por debajo de la pella.

Toma de datos

Para la toma de datos de la variable diámetro de planta se la tomo a los 62 días después del trasplante momento en el que la planta expresaba su máximo vigor, por parte de las variables, diámetro de pella y peso de pella, estos datos se obtuvieron al final del ciclo del experimento fecha en la que se procedió a la toma de registro de estos datos, todo esto con la ayuda de un flexómetro, una balanza y una planilla.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES AGRONÓMICAS ANALIZADAS

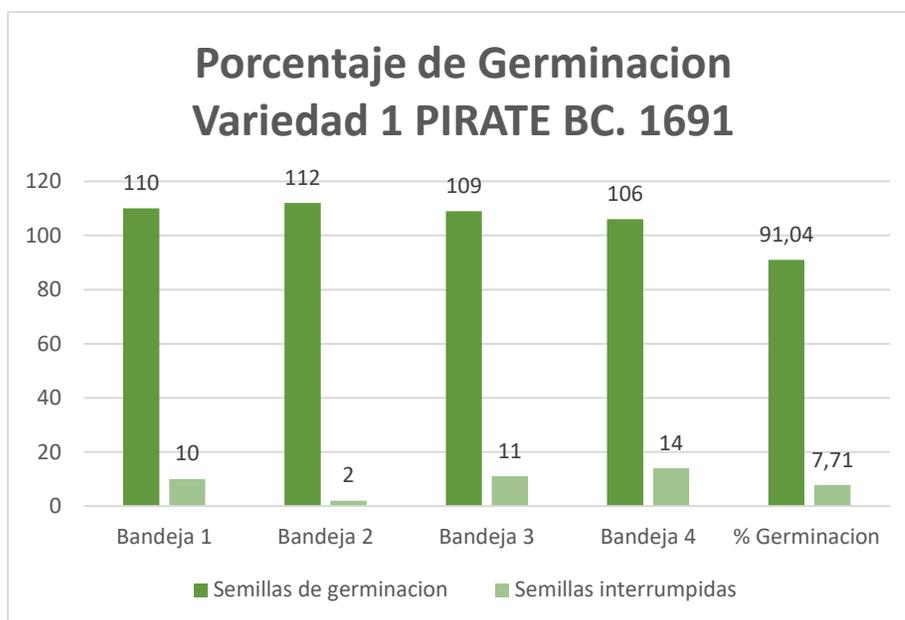
3.1.1. GERMINACIÓN DE SEMILLAS

El análisis de germinación, tiene como finalidad determinar el potencial de germinación de cada uno de los lotes de semillas, para posteriormente comparar la calidad de cada uno de ellos.

Tabla 7: Germinación de semillas variedad (Pirate)

	BANDEJA 1	BANDEJA 2	BANDEJA 3	BANDEJA 4	% GERMINACIÓN
NÚMERO DE SEMILLAS GERMINADAS	110	112	109	106	91,04 %
NÚMERO SEMILLAS DURMIENTES	10	2	11	14	7,71 %

La prueba de germinación de semillas tiene por objeto emerge y desarrollar plántulas, los datos tabulados en el ensayo la variedad (PIRATE BC. 1691) tuvo por lugar la emergencia de 110/120 semillas en la primera bandeja, 112/120 en la segunda bandeja, 109/1120 en la tercera bandeja, 106/120 en la cuarta bandeja. Dando como resultado de 437 semillas germinadas y 43 semillas durmientes en un lote de 480 semillas disponibles para la germinación.

Gráfico N° 2: Germinación de semillas variedad (PIRATE)

En una cantidad de 4 bandejas compuestas por 120 semillas cada una de ellas, la cantidad mayor de semillas germinadas fue de 112 en la bandeja número dos y la cantidad de semillas con menor índice de germinación fue 106 en la bandeja número cuatro, La media total del lote de semillas dio un resultado positivo de un 91,04 % de germinación, y un déficit desfavorable de 7,77% de semillas durmientes.

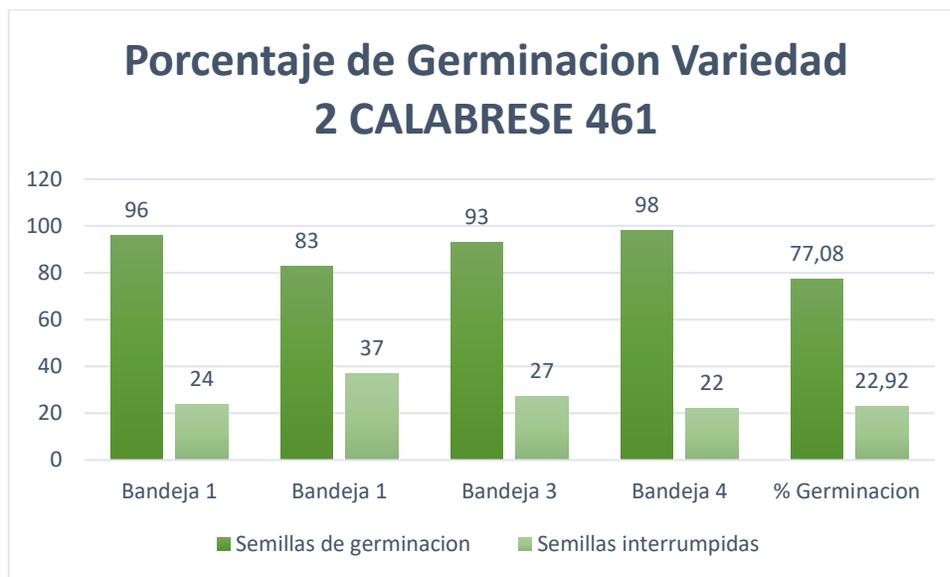
Tabla 8: Germinación de semillas variedad CALABRESE)

	BANDEJA 1	BANDEJA 1	BANDEJA 3	BANDEJA 4	% GERMINACIÓN
NÚMERO SEMILLAS GERMINADAS	96	83	93	98	77,08 %
NÚMERO DE SEMILLAS DURMIENTES	24	37	27	22	22,92 %

Los datos tabulados en el presente ensayo de germinación en la variedad (CALABRESE 461) tuvo por lugar la emergencia de 96/120 semillas en la primera bandeja, 83/120 en la segunda bandeja, 93/1120 en la tercera bandeja, 98/120 en la

cuarta bandeja. Dando como resultado de 370 semillas germinadas y 110 semillas durmientes en un lote de 480 semillas disponibles.

Gráfico N° 3: Germinación de semillas variedad (Calabrese 461)



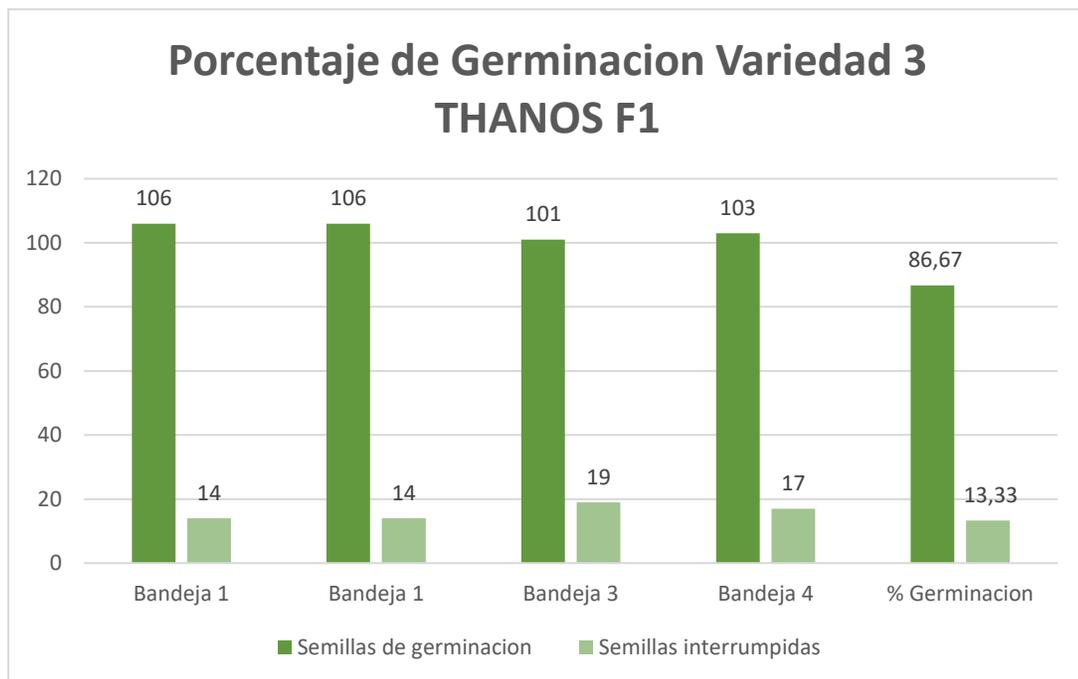
En un número de 4 bandejas compuestas por 120 semillas cada una de ellas, la cantidad mayor de semillas germinadas fue de 98 en la bandeja número dos y la cantidad de semillas con menor índice de germinación fue 22 en la bandeja número cuatro, La media total del lote de semillas dio un resultado positivo de 77, 08 % de germinación, y un déficit desfavorable de 22,92% de semillas durmientes.

Tabla 9: Germinación de semillas variedad (THANOS F1)

	BANDEJA 1	BANDEJA 1	BANDEJA 3	BANDEJA 4	% GERMINACIÓN
NÚMERO DE SEMILLAS GERMINADAS	106	106	101	103	86,67%
NÚMERO DE SEMILLAS DURMIENTES	14	14	19	17	13,33%

Los datos tabulados en el presente ensayo de germinación en la variedad (THANOS F1) tuvo por lugar la emergencia de 106/120 semillas en la primera bandeja, 106/120 en la segunda bandeja, 101/120 en la tercera bandeja, 103/120 en la cuarta bandeja. Dando como resultado de 416 semillas germinadas y 64 semillas durmientes en un lote de 480 semillas disponibles.

Gráfico N° 4 Germinación de semillas (THANOS F1)



En un número de 4 bandejas compuestas por 120 semillas cada una de ellas, la cantidad mayor de semillas germinadas fue de 106 en la bandeja número dos y la cantidad de semillas con menor índice de germinación fue 17 en la bandeja número cuatro, La media total del lote de semillas dio un resultado positivo de 86,67 % de germinación, y un déficit desfavorable de 13,33% de semillas durmientes.

Tabla 10: Comparación de medias

	% VARIEDAD 1 PIRATE BC. 1691	% VARIEDAD 2 CALABRESE 461	% VARIEDAD 3 THANOS F1
Semillas de germinación	91,04 %	77,08 %	86,67 %
Semillas interrumpidas	7,71 %	22,92 %	13,33 %

La comparación de medias de la germinación de las tres variedades, nos muestran promedios muy desiguales, observando que el mayor promedio de germinación fue de 91,04% en la variedad (PIRATE BC. 1691), y el menor promedio en la germinación se presentó en la variedad (CALABRESE 461) con un 77,08 %. Un estudio realizado en la ciudad de la Paz demostró que se obtuvo un porcentaje de germinación para cada variedad, el promedio general fue de 96,85% (Var. LEGACY) y 89.64% (Var. UG2111). (QUISPE, 2017)

Tabla: N° 11: Porcentaje de Prendimiento en el Trasplante

	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 PIRA/ORG	40	40	40	120	40,0
T2 PIR/INOR	40	40	40	120	40,0
T3 PIR/TEST	40	40	40	120	40,0
T4 TANO/ORG	40	40	40	120	40,0
T5 TANO/INOR	40	40	40	120	40,0
T6 TANO/TEST	40	40	40	120	40,0
T7 CALA/ORG	40	40	40	120	40,0
T8 CAL/INOR	40	40	40	120	40,0
T9 CALA/TEST	40	40	40	120	40,0
TOTAL	360	360	360	1080	

En el cuadro podemos observar la cantidad de las medias de las plántulas que representan a cada una de las unidades experimentales, las variedades de brócoli

empleas son (PIRATE BC. 1691), (CALABRESSE 461), (THANOS F1) cada una cuenta con la presencia de 360 plántulas, las cuales obtuvieron un porcentaje de prendimiento de un 100% en cada una de las 27 unidades experimentales no encontrando ninguna diferencia entre las mismas. En un estudio realizado en la Ciudad de la Paz se observó que el porcentaje de prendimiento en la variedad (LEGACY) es 84,82 %, es la variedad que alcanzó mayor número de plantas prendidas; en tanto que, la variedad (UG2111) se ubica en el último lugar, con un promedio de 71.68 % prendimiento. (QUISPE, 2017)

3.1.1. DIÁMETRO DE LA PLANTA

La variable agronómica diámetro de la planta se la evaluó a los 62 días después del trasplante, momento en el que la planta presentaba su mayor expresión de vigor y un buen desarrollo.

Tabla 11: Medias del Diámetro de las plantas

TRATAMIENTOS	REPLICAS			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 PIRA/ORG	61,6	60,3	60,2	182,1	60,7
T2 PIRA/INOR	62,28	62,45	61,33	186,06	62,0
T3 PIRA/TEST	58,8	59,6	59,7	178,1	59,4
T4 THAN/ORG	64,38	64,9	66,55	195,83	65,3
T5 THAN/INOR	72,5	72,43	73,03	217,96	72,7
T6 THAN/TEST	62,43	62	63,68	188,11	62,7
T7 CALA/ORG	62,04	62,08	62,33	186,45	62,2
T8 CALA/INOR	64,53	63,08	66,03	193,64	64,5
T9 CALA/TEST	60,6	62,7	62,4	185,7	61,9
TOTAL	569,16	569,54	575,25	1713,95	571,3

Los datos tabulados corresponden a las medias de cada uno de los tratamientos que se encuentran en el ensayo, estos se tomaron a los 62 días después de realizar el trasplante, mediante estos datos podemos observar que el promedio superior de diámetro de planta

es de 72,7 centímetros representado por la variedad (THANOS F1) con la aplicación de abono inorgánico, y el promedio más bajo de los diámetros de planta lo representa la variedad (PIRATE BC. 1691) con la aplicación de abono de abono orgánico (hummus lombriz) dando una media de 59,4 centímetros.

Gráfico N° 5: Diámetro de las plantas



Los promedios que presentan los nueve tratamientos en el cuadro de comparación de medias, nos dio como resultado una amplia diferencia significativa entre todas las medias, observando por lo más alto el tratamiento 5, y por lo más bajo al tratamiento número 3.

Tabla 12: Análisis de varianza del diámetro de las plantas

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
BLOQUES	2	2,59	1,29	1,85	3,63	6,23
TRATAMIENTO	8	360,49	45,06	64,74	2,59	3,89
F/VARIEDAD	2	177,08	88,54	127,21	3,63	6,23
F/SUSTRATO	2	124,30	62,15	89,29	4,49	8,53
VAR/SUSTRATO	2	59,11	29,56	42,46	3,63	6,23
ERROR	16	11,14	0,70			
TOTAL	26	374,21				

Coefficiente de variación: 0,06 %

La tabla del análisis de varianza (ANOVA) al 5% de error, nos confirma nuestra hipótesis alternativa, donde nos dice que la fertilización y el tipo de variedad influye significativamente en la producción de brócoli, y nuestro coeficiente de variación es relativamente bajo lo que nos expresa que hay homogeneidad en los valores de la variable, sin embargo estas diferencias no se presentan en todos los casos de comparación de las medias de cada uno de los tratamientos, debido a que se encuentran dentro del rango de aceptabilidad.

$$R_p = r_p \sqrt{CME/N} \quad R = \sqrt{0,70/9} \quad R = 0,28$$

$$P = (5, K) \quad P = (2,3,4,5,6,7,8,9)$$

$$r_2 = (\alpha, P, GLE) = (0,05,2,16) \quad r_2 = 3,00 \quad R_2 = 0,69$$

$$r_3 = (0,05,3,16) \quad r_3 = 3,15 \quad R_3 = 0,88$$

$$r_4 = (0,05,4,16) \quad r_4 = 3,23 \quad R_4 = 0,90$$

$$r_5 = (0,05,5,16) \quad r_5 = 3,30 \quad R_5 = 0,92$$

$$r_6 = (0,05,6,16) \quad r_6 = 3,34 \quad R_6 = 0,94$$

$$r_7 = (0,05,7,16) \quad r_7 = 3,37 \quad R_7 = 0,94$$

$$r_8 = (0,05,8,16) \quad r_8 = 3,39 \quad R_8 = 0,95$$

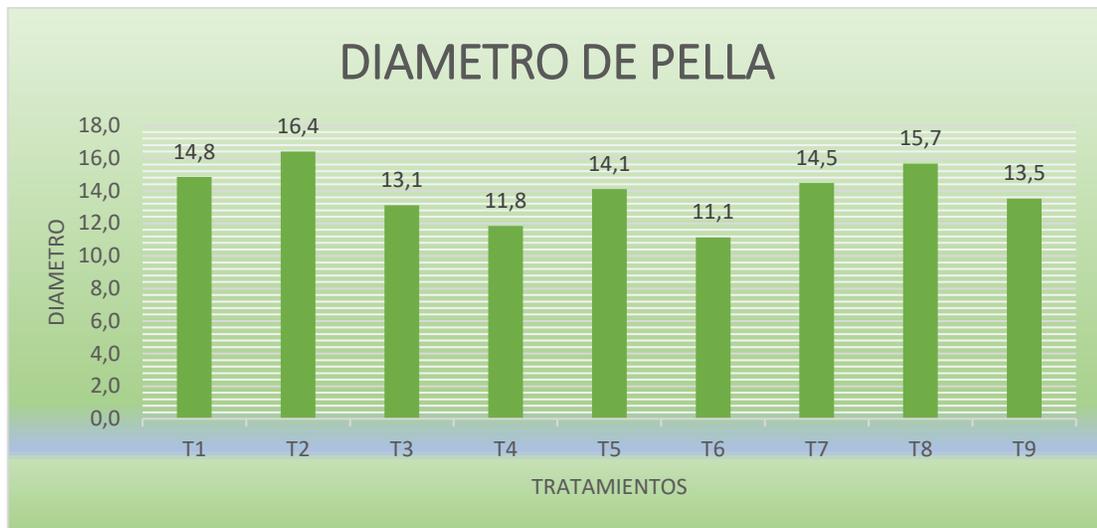
$$r_9 = (0,05,9,16) \quad r_9 = 3,41 \quad R_9 = 0,95$$

Los tratamientos 3,1,6,4 presentan diferencias significativas entre los demás tratamientos. El tratamiento 9,2,7 presentan diferencias a los tratamientos 8,5,4.

Tabla 15 : Medias de Diámetro de la pella

TRATAMIENTOS	REPLICAS			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 PIRA/ORG	14,86	14,81	14,86	44,53	14,8
T2 PIRA/INOR	16,4	16,51	16,32	49,23	16,4
T3 PIRA/TEST	12,89	13,15	13,27	39,31	13,1
T4 THAN/ORG	11,58	11,92	12,02	35,52	11,8
T5 THAN/INOR	13,98	14,21	14,15	42,34	14,1
T6 THAN/TEST	10,76	11,12	11,54	33,42	11,1
T7 CALA/ORG	14,11	14,33	14,97	43,41	14,5
T8 CALA/INOR	15,44	15,69	15,85	46,98	15,7
T9 CALA/TEST	13,51	13,51	13,54	40,56	13,5
TOTAL	123,53	125,25	126,52	375,3	125,1

Los datos de las medias del diámetro de la pella tabulados en la tabla oscilan desde 11,1 cm en el (T4 THAN/ORG) a los 16,4 cm en el (T2 PIRA/INOR), mostrando diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, sin embargo no se presentan diferencias de medias en todos los tratamientos en un 100%.

Gráfico N° 6: Diámetro de pella

En esta grafica de datos de medias del diámetro de pella, podemos observar que las medias se presentan de manera irregular desde los 16,4 cm como máximo y una mínima de 11,1 cm, sin embargo, hay medias que se muestran relativamente aproximadas. En un estudio realizado en la ciudad de la paz, se observó, que el diámetro de inflorescencia, tienen un comportamiento estadísticamente diferenciado de inflorescencia, LEGACY obtuvo el mayor diámetro de inflorescencia alcanzando un valor de 14,7 cm, y el menor diámetro fue de una media de 11,6 cm. (QUISPE, 2017)

Tabla 16: Análisis de varianza del Diámetro de la Pella

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
BLOQUES	2	0,50	0,25	7,7021	3,63	6,23
TRATAMIENTOS	8	69,89	8,74	268,94	2,59	3,89
F/VARIEDAD	2	32,08	16,04	493,78	3,63	6,23
F/SUSTRATO	2	35,90	17,95	552,49	4,49	8,53
VAR/SUSTRATO	2	1,92	0,96	29,498	3,63	6,23
ERROR	16	0,52	0,03			
TOTAL	2	70,92				

Coefficiente de variación: 0,12 %

La tabla del análisis de varianza (ANOVA) al 5% de error, nos confirma nuestra hipótesis alternativa, donde nos dice que la fertilización y el tipo de variedad influye significativamente en la producción de brócoli, y nuestro coeficiente de variación es relativamente bajo lo que nos expresa que hay homogeneidad en los valores de la variable, de esta manera aceptamos nuestra hipótesis, ya que la diferencias son altamente significativa entre las medias de los tratamientos y los bloques, de esta manera aceptamos nuestra hipótesis, ya que la diferencias son altamente significativa entre las medias de los tratamientos y los bloques..

Tabla 17: Prueba de medias de Duncan para el Diámetro de la pella

$$R_p = r_p \sqrt{CME/N} \quad R = \sqrt{0,03/9} \quad R = 0,057$$

$$P = (5, K) \quad P = (2,3,4,5,6,7,8,9)$$

$$r = (\alpha, P, GLE)$$

$$r_2 = (0,05,2,16) \quad r_2 = 3,00 \quad R_2 = 0,17$$

$$r_3 = (0,05,3,16) \quad r_3 = 3,15 \quad R_3 = 0,18$$

r4= (0,05,4,16)	r4= 3,23	R4= 0,18
r5= (0,05,5,16)	r5= 3,30	R5= 0,19
r6= (0,05,6,16)	r6= 3,34	R6= 0,19
r7= (0,05,7,16)	r7= 3,37	R7= 0,19
r8= (0,05,8,16)	r8= 3,39	R8= 0,19
r9= (0,05,9,16)	r9= 3,41	R9= 0,19

Tabla 18: Orden de datos para el diámetro de la pella

Orden de datos de menor a mayor	Orden de datos de mayor a menor	Comprobador Duncan
T6 = THANOS/TEST 11,1	T2 = PIRATE/INORG 16,4	T6 = A
T4 = THANOS/INORG 11,8	T8 = CALAB /INORGA 15,7	T4 = A
T3 = PIRATE/TEST 13,1	T1 = PIRATE/ORGA 14,8	T3 = A
T9 = CALAB/TEST 13,5	CALAB/INORG 14,5	T9 = A
T5 = THANOS/INORG 14,1	T5 = THANOS/INORG 14,1	T5 = A
T7 = CALAB/INORG 14,5	T9 = CALAB/TEST 13,5	T7 = A
T1 = PIRATE/ORGA 14,8	T3 = PIRATE/TEST 13,1	T1 = A
T8 = CALAB /INORGA 15,7	T4 = THANOS/INORG 11,8	T8 =A
T2 = PIRATE/INORG 16,4	T6 = THANOS/TET 11,1	T2 =A

Tabla 18: Prueba de Duncan para el diámetro de la pella

		T2	T8	T1	T7	T5	T9	T3	T4	T6
		16,4	15,7	14,8	14,5	14,1	13,5	13,1	11,8	11,1
T6	11,1	5,3	4,6	3,7	3,4	3	2,4	2	0,7	0
T4	11,8	4,6	3,9	3	2,7	2,3	2	1,3	0	
T3	13,1	3,3	2,6	1,7	1,4	1	0,4	0		
T9	13,5	2,9	2,2	1,3	1	0,6	0			
T5	14,1	2,3	1,6	0,7	0,4	0				
T7	14,5	1,9	1,2	0,3	0					
T1	14,8	1,6	0,9	0						
T8	15,7	0,7	0							
T2	16,4	0								

Todos los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Tabla 19: Medias del peso de la pella

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1 PIRA/ORG	528,55	563,85	555,03	1647,43	549,1
T2 PIRA/INOR	542,85	568	560,45	1671,3	557,1
T3 PIRA/TEST	349,8	360,33	339,55	1049,68	349,9
T4 THAN/ORG	332,73	331,28	328,45	992,46	330,8
T5 THAN/INOR	359,45	372,43	369,75	1101,63	367,2
T6 THAN/TEST	340,63	354,35	250,5	945,48	315,2
T7 CALA/ORG	346,48	354,1	358,15	1058,73	352,9
T8 CALA/INOR	437,6	435,05	459,75	1332,4	444,1
T9 CALA/TEST	343,83	342,4	334,58	1020,81	340,3
TOTAL	3581,92	3681,79	3556,21	10819,92	

Como se puede apreciar en la tabla los datos recopilados de las medias del peso de la pella oscilan entre 330,8 gramos en el (T4, THAN/ORG) y 557,1 gramos en el (T2, PIRA/INOR), mostrando una gran diferencia de medias entre los tratamientos, sin embargo esto no ocurre en todos los casos.

Gráfico N° 7: Peso de la pella



La grafica nos permite observar las diferencias que existen entre las medias de algunos tratamientos desde 315,2 gr a los 557,1 gr, sin embargo, estas diferencias son irregulares ya que hay tratamientos que presentan medias similares entre sí. Un estudio realizado en la ciudad de la Paz muestra que la variedad LEGACY en promedio obtuvo mayor peso en inflorescencia con 370 gramos, y la variedad UG2111 con un promedio igual a 330 gr como promedio inferior. (QUISPE, 2017)

Tabla 20: Análisis de varianza del peso de la pella

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
BLOQUES	2	947,98	488,99	1,0860634	3,63	6,23
TRATAMIENTOS	8	210665,09	26333,14	58,487018	2,59	3,89
F/VARIANZA	2	104418,89	52209,44	115,9594	3,63	6,23
F/SUSTRATO	2	67338,12	33669,06	74,780417	4,49	8,53
VAR/SUSTRATO	2	38908,08	19454,04	43,208253	3,63	6,23
ERROR	16	7203,82	450,24			
TOTAL	26	218846,89				

Coeficiente de variación: 0,23 %

La tabla del análisis de varianza (ANOVA) al 5% de error, nos confirma nuestra hipótesis alternativa, donde nos dice que la fertilización y el tipo de variedad influye significativamente en la producción de brócoli, nuestro coeficiente de variación es relativamente bajo lo que nos expresa que hay homogeneidad en los valores de la variable, de esta manera aceptamos nuestra hipótesis, ya que las diferencias entre las medias de los tratamientos y bloques son altamente significativa, sin embargo estas diferencias no se presentan en todos los casos de comparación de las medias de cada uno de los tratamientos, debido a que se encuentran dentro del rango de aceptabilidad.

Prueba de Duncan para el peso de la pella

$$R_p = r_p \sqrt{CME/N} \quad R = \sqrt{450,24/9} \quad R = 7.07$$

$$P = (5, K) \quad P = (2,3,4,5,6,7,8,9)$$

$$r_2 = (\alpha, P, GLE) = (0,05,2,16) \quad r_2 = 3,00 \quad R_2 = 21,21$$

$$r_3 = (0,05,3,16) \quad r_3 = 3,15 \quad R_3 = 22,27$$

$$r_4 = (0,05,4,16) \quad r_4 = 3,23 \quad R_4 = 22,84$$

$$r_5 = (0,05,5,16) \quad r_5 = 3,30 \quad R_5 = 23,33$$

$$r_6 = (0,05,6,16) \quad r_6 = 3,34 \quad R_6 = 23,61$$

$$r_7 = (0,05,7,16) \quad r_7 = 3,37 \quad R_7 = 28,83$$

$$r_8 = (0,05,8,16) \quad r_8 = 3,39 \quad R_8 = 23,97$$

Los tratamientos 5,8 son estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Los tratamientos 6,4,9 son estadísticamente diferentes a los tratamientos 1,2. Los Tratamiento 3,7 es estadísticamente diferente a los tratamientos 2,1.

3.1.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para realizar el cálculo de la relación beneficio costo, se tomó en cuenta el precio de la docena de brócoli en la cual se vendió que fue igual a 20 Bs, basándose en ese precio se obtuvo lo siguiente:

Tabla 23: Análisis económico por hectárea

TRATAMIENTOS	Costo de inversión (Bs)	Beneficios Netos (Bs)	Beneficios/Costos (Bs)
T1(V1 F1)	3.3425	44.444	11.019
T2 (V1 F2)	15.925	44.444	28.519
T3 (V1 F3)	13.945	32.000	18.055
T4 (V2 F1)	27.880	33.333	5.453
T5 (V2 F2)	10.560	32.000	21.440
T6 (V2 F3)	8.480	22.222	13.742
T7 (V3 F1)	30.250	33333	3.083
T8 (V3 F2)	12.930	33.333	20.403
T9 (V3 F3)	10.945	32.000	21.055

La relación costo/beneficio expresada en la tabla nos dice que todos los tratamientos obtienen ganancias brutas, unas de mayor y otras de menor porcentaje es decir son diferentes entre sí, el mejor tratamiento para obtener mayores ganancias financieras es el T2 (V1 F2) que obtuvo una ganancia bruta de 30211 bs en una hectárea de producción y 3.02 bs por metro cuadrado, teniendo en cuenta que la producción debe tener una característica igual a la muestra y una eficiencia de un 100%, seguidamente de los tratamientos T5 (V2 F2), T8 (V3 F2), T9 (V3 F3), T3 (V1 F3), T6 (V2 F3),

T1(V1 F1), T4 (V2 F1), el menor porcentaje de ganancias financieras lo presenta el T7 (V3 F1) con un promedio de 3250 bs por ha y 0.33bs por metro cuadrado. En un estudio realizado en la ciudad de la Paz, obtuvieron un mayor beneficio neto de 8,40 Bs/m² por parte de la variedad LEGACY, y un beneficio neto más bajo de 3,10 Bs/m² en la variedad UG2111. (QUISPE, 2017)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.Conclusiones

- El mayor porcentaje de germinación obtuvo la variedad (PIRATE BC 1691) con un promedio de 90,04 %, determinando que es una variedad más adaptable, y el menor porcentaje de germinación tuvo la variedad (CALABRESSE 461) con el 77,08 %.
- El porcentaje de prendimiento en el trasplante fue de un 100 % en las 27 unidades experimentales.
- El promedio del diámetro de la planta fue de 72,7 centímetros en la variedad (THANOS F1) con la aplicación del abono inorgánico. Y en la variedad (PIRATE BC 1691) con un promedio de 59,4 centímetros con la aplicación de abono inorgánico (humus de lombriz).
- El promedio del diámetro de la pella obtuvo 16,4 centímetros en el T2 (PIRATE/INORGÁNICA) y el T4 (THANOS/ ORGÁNICO) con un promedio de 11,1 cm.
- El mayor peso de la pella obtuvo el T4 (THANOS/INORGÁNICO) con 557,1 gramos, y el menor peso presentó el T6 (CALABRESSE/TESTIGO) con 315,2 gramos.
- Todos los tratamientos dan una ganancia mayor a 1, lo que significa que la aplicación de todos los tratamientos genera ganancias de acuerdo al análisis costo/beneficio, el T2 (PIRATE/INORGÁNICO) obtuvo una ganancia económica

de 28.519 bs por hectárea de producción. Y el T7 (THANOS F1/ORGÁNICA) con las ganancias económicas de 3083 bs.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el análisis de suelos para la producción antes de realizar la siembra, con el fin de determinar la demanda de nutrientes del suelo.
- Se recomienda seguir empleando el abono orgánico humus de lombriz con una buena dosificación para obtener una buena producción de alimentos sanos y de esa manera conservar la estructura de nuestro suelo con una buena cobertura vegetal.
- Se recomienda emplear la variedad PIRATE en la zona de estudio y sus alrededores puesto que es una variedad que adapto muy bien a la zona y no tuvo complicaciones para desarrollarse ni para producir a un alto rendimiento.
- Recomendamos emplear la variedad PIRATE con fertilización inorgánica si se quiere producir en volumen y obtener mayores ingresos financieros, por lo contrario, a esto se recomienda producir la variedad PIRATE con fertilización orgánica si se requiere productos más saludables.