

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

**EVALUACION DE SUSTRATOS MEJORADOS Y ABONOS
FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE BROCOLI (*Brassica
oleraceae L.*) BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN LA
COMUNIDAD DE ANTAPAMPA – HAQUIRA – APURIMAC**

PRESENTADO POR:

Br. JANNETT MALPARTIDA RUIZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

ASESOR: Mgt. LUIS JUSTINO
LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO – PERU

2024



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor M. Cs. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA**

Quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada:

**EVALUACION DE SUSTRATOS MEJORADOS Y ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE
BROCOLI (*Brassica oleraceae* L.), BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN LA COMUNIDAD
DE ANTAPAMPA - HAQUIRA - APURIMAC**

Presentado por: JANNETT MALPARTIDA RUIZ DNI N° 23974881

presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de: INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 01 de julio de 2026


LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA
INGENIERO AGRÓNOMO
Registro del Colegio de Ingenieros N° 23779

M. Cs. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI. 23902170

ORCID del Asesor: 000.00001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid: 27259:604077367**

1 TESIS BROCOLI CORREGIDA PARA IMPRIMIR2026.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:604077367

Fecha de entrega

1 jul 2026, 4:24 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

1 jul 2026, 4:42 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

1 TESIS BROCOLI CORREGIDA PARA IMPRIMIR2026.pdf

Tamaño del archivo

4.5 MB

106 páginas

24.079 palabras

133.499 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la fortaleza para lograr mis objetivos en la vida.

A mi esposo Julio Hermilio y mi hijo César Joel por motivar en mí, el deseo de superación personal lo que ha contribuido a la consecución de este logro.

A mis padres María E. y César A. por su apoyo incondicional brindado en el transcurso de mi vida y mis estudios.

A mis queridas hermanas, Luz Mery, Lina Géssica y Karina quienes han contribuido al cumplimiento de una de mis importantes metas.

II. AGRADECIMIENTOS

- Mi reconocimiento y más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, institución que me brindó la formación académica, personal y profesional.
- Me gustaría ofrecer mi más sincero agradecimiento a los Docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Escuela Profesional de Agronomía, por su paciente orientación, entusiasmo y sus útiles recomendaciones en el proceso de formación académica y universitaria.
- Con profundo reconocimiento y agradecimiento a mi asesor Mgt. Luis Justino Lizárraga Valencia, por aceptar el asesoramiento del presente trabajo de investigación, del mismo modo por su valioso apoyo técnico en este proyecto y su ayuda en la recopilación de datos de la planta y todos los técnicos que me ayudaron en el manejo de los instrumentos.
- Me gustaría agradecer al IESTP Haquira, por haberme brindado las instalaciones para poder desarrollar el presente trabajo de investigación.
- Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a Julio Hermilio Navarro Sologoré, a Cesar Joel Navarro Malpartida por su apoyo incondicional en el proceso del presente trabajo de investigación.
- Agradezco especialmente a mi familia Cesar A. Malpartida Carrasco, María E. Ruiz Alarcón, Lina, Luz y Karina; por sus útiles y constructivas recomendaciones sobre este proyecto.

III. RESUMEN

La presente investigación, titulada **EVALUACIÓN DE SUSTRATOS MEJORADOS Y ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae* L.) BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN LA COMUNIDAD DE ANTAPAMPA – HAQUIRA – APURÍMAC**, evaluó el efecto de **sustratos mejorados y abonos foliares** en el rendimiento del brócoli (*Brassica oleraceae* L.) cultivado bajo fitotoldo en Antapampa, Apurímac, a una altitud de 3800 msnm.

El objetivo central fue determinar el impacto de los abonos sólidos Sinchi y Sapanqhari, como mejorador de sustratos orgánicos, en combinación con fertilizantes foliares como Amino Vigor + Ecovida, Fish-O-Mega y Biol, bajo condiciones de fitotoldo, sobre la productividad y la rentabilidad económica del cultivo.

Metodológicamente, se empleó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial 2A x 4B, analizando un total de 224 unidades de observación mediante ANOVA y pruebas de Tukey. Los resultados revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$), demostrando que la interacción entre el sustrato y la nutrición foliar optimiza el desarrollo de la planta.

La combinación del sustrato **Sinchi con Amino Vigor + Ecovida** obtuvo el rendimiento máximo de **22.34 t/ha** y cabezas de 710.71 g, superando al control de 12.53 t/ha.

Económicamente, esta interacción fue la más eficiente, alcanzando un beneficio neto de S/ 51,406.06 y una relación **beneficio/costo de 2.15**.

Se concluye que el uso de sustratos orgánicos mejorados junto a complejos de aminoácidos es la solución técnica y financiera más viable para la producción en zonas altoandinas en la región Apurímac.

Palabras clave: Brócoli, Sustratos Orgánicos, Fertilizante foliar, Fitotoldo, Rentabilidad.

IV. INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	11
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. Identificación del problema.....	12
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problema específico	12
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	14
2.1 Objetivos	14
2.1.1 Objetivo general	14
2.1.2. Objetivos específicos.....	14
2.2 Justificación.....	14
III. HIPÓTESIS.....	16
3.1 . Hipótesis general.....	16
3.2 . Hipótesis específicas.....	16
IV. MARCO TEÓRICO.....	17
4.1. Generalidades del Brócoli (Brassica oleraceae L. variedad itálica).....	17
4.1.1. Historia	17
4.1.2. Origen del Brócoli	17
4.1.3. Posición Taxonómica.....	18
4.1.4. Descripción botánica.....	19
4.1.5. Morfología del Brócoli	19
4.1. 6. Manejo Agronómico del Cultivo.....	23
4.1.7 Sanidad del Cultivo de Brócoli	27
4.1.8 Cosecha y Postcosecha.....	29
4.1.9. Composición nutritiva del brócoli.....	30

4.1.10. Requerimientos Edafoclimáticos y Adaptación.....	31
4.2 Fitotoldos y Sistemas de Producción Protegida.....	34
4.2.1. Definición y Concepto	34
4.2.2. Importancia en Zonas Altoandinas	34
4.2.3. Control de Factores Abióticos	35
4.2.4. Ventajas Agronómicas del Sistema.....	35
4.2.5. Diseño y Ubicación (Criterios Técnicos).....	35
4.3 Descripción de los Insumos Orgánicos de la Investigación	35
4.3.1. Fundamentos de la Fertilización Orgánica	35
4.3.2. Abonos Orgánicos Sólidos.....	36
4.3.3. Abonos Orgánicos Líquidos y Bioestimulantes Foliares	39
4.4. Análisis Económico y Costos de Producción en el Brócoli.....	43
4.4.1. Conceptos Generales de la Evaluación Económica.....	43
4.4.2. Indicadores de Rendimiento y Rentabilidad	45
4.4.3. Análisis de la Intensidad de Factores.....	45
V: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
5.1. Tipo de Investigación.....	47
5.2. Ámbito de la Investigación.....	47
5.2.1. Ubicación Espacial.....	47
5.2.2. Ubicación Política	47
5.2.3. Ubicación Geográfica.....	48
5.2.4. Ubicación Hidrográfica	48
5.2.5. Límites	48
5.3. Ubicación Temporal	48
5.4. Mapa de Ubicación de la Parcela Experimental.....	48
5.5. Ubicación Ecológica	49
5.5.1. Zona de vida y clima.	49
5.5.2. Clima:	49

5.5.3. Historial del terreno:.....	50
5.6. Materiales y Herramientas.....	50
5.6.1. Materiales	50
5.6.2. Herramientas	51
5.7. Métodos y Diseño Experimental	51
5.7.1. Diseño Experimental (DBCA 2A x 4B)	52
5.7.2. Croquis de Distribución del Campo Experimental	52
5.7.3. Tratamientos y Variables	54
5.8. Diseño y Dimensiones del Campo Experimental	54
5.8.1. Especificaciones Técnicas del Diseño	56
5.8.2. Distribución General del Fitotoldo (225 m ²)	56
5.8.3. Croquis Detallado de la Parcela de Trabajo (12 m ²).....	58
5.9. Cálculo de Dosis y Aplicación de Abonos.....	59
5.9.1. Cálculo y Frecuencia de Aplicación de Abonos Foliares	59
5.9.2. Cálculos para Abonos Orgánicos Líquidos (Foliares).....	59
5.10. Conducción de la Investigación	60
5.10.1. Preparación y Desinfección del Terreno	60
5.10.2. Desinfección del terreno	61
5.10.3. Hoyado y Aplicación del Sustrato Base.....	62
5.10.4. Aplicación de abono orgánico sólido base mejorador de sustrato	63
5.10.5. Siembra Directa de Brócoli	64
5.10.6. Instalación del Sistema de Riego Localizado	66
5.10.7. Labores Culturales.....	66
5.11. Evaluación de Variables	68
5.11.1. Rendimiento (Peso Fresco de la Pella)	69
5.11.2. Comportamiento Agronómico (Diámetro y Altura)	70
5.11.3. Diámetro de la pella	70
5.11.4. Altura de planta.....	72

5.12. Evaluación Económica (Costos de Producción)	72
5.12.1. Estructura de los costos de producción.....	72
5.12.2. Indicadores de rentabilidad y beneficio	73
VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
6.1 Resumen de datos de la investigación	74
6.2 Rendimiento Agronómico (Peso Fresco de la Pella en Gramos)	75
6.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA) para el Peso de Pella:	76
6.2.2. Comparación de Medias (Prueba de Tukey):	77
6.3. Comportamiento Agronómico (Diámetro y Altura)	78
6.3.1. Diámetro Ecuatorial de la Pella (cm):	78
6.3.2. Altura de la planta (Cm)	81
6.4. Análisis Económico y Rentabilidad	84
6.4.1. Análisis del Rendimiento Total (t/ha).....	84
6.4.2. Análisis del Beneficio Neto (Ganancia Neta).....	84
6.4.3. Análisis del Índice de Rentabilidad (B/C)	85
6.5 Discusión General de Resultados.....	86
VII CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	88
7.1. CONCLUSIONES.....	88
7.2. SUGERENCIAS	89
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91
ANEXOS.....	98
Anexo de fichas técnicas.....	98
Anexo de Cuadros de costos de producción	XIV-106

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.	52
TABLA N° 2.	54
TABLA N° 3.	75
TABLA N° 4.	76
TABLA N° 5.	77
TABLA N° 6.	77
TABLA N° 7.	78
TABLA N° 8.	79
TABLA N° 9.	80
TABLA N° 10.	81
TABLA N° 11.	82
TABLA N° 12.	83
TABLA N° 13.	85

INDICE DE ICUADROS

CUADRO N° 1.	74
-------------------	----

INDICE DE IMAGEN

IMAGEN N° 1.	18
IMAGEN N° 2.	30
IMAGEN N° 3.	49
IMAGEN N° 4.	53
IMAGEN N° 5.	55
IMAGEN N° 6.	57
IMAGEN N° 7.	58
IMAGEN N° 8.	61
IMAGEN N° 9.	62
IMAGEN N° 10.	63
IMAGEN N° 11.	64

IMAGEN N° 12.....	65
IMAGEN N° 13.....	65
IMAGEN N° 14.....	66
IMAGEN N° 15.....	67
IMAGEN N° 16.....	68
IMAGEN N° 17.....	69
IMAGEN N° 18.....	70
IMAGEN N° 19.....	71
INDICE DE GRAFICOS	
GRAFICO N° 1.	75
GRAFICO N° 2.	79
GRAFICO N° 3.	81

V. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas es ahora estratégica ya que proporciona beneficios económicos y sociales, pero también en términos de salud pública y seguridad alimentaria. Esta investigación se basa en el hecho de que los agricultores necesitan buscar tecnología e innovación agroecológica para optimizar la producción hortícola con insumos orgánicos para que sea sostenible y resiliente.

El brócoli (*Brassica oleraceae* L.), variedad *Gand Prix*, que estudiamos, tiene la mejor densidad nutricional y propiedades terapéuticas, con propiedades antioxidantes y anticancerígenas. Es un cultivo de alto valor para comunidades con opciones nutricionales limitadas para el sistema inmunológico. Sin embargo, en las regiones altoandinas de Perú (distrito de Haqira, provincia de Apurímac, a más de 3800 m.s.n.m.) la producción de hortalizas enfrenta condiciones climáticas extremas como heladas severas y granizadas que a menudo han limitado a los agricultores al monocultivo de papa. En esta situación, esta investigación propone pasar a la agricultura protegida con fitotoldos como un medio para mantener el microclima seguro y la calidad del cultivo.

El estudio tiene como objetivo evaluar dos fertilizantes orgánicos sólidos (Sinchi y Sapanqhari), como mejorador de sustratos y tres fertilizantes foliares (Amino Vigor + Ecovida, Fish-O-Mega y Biol 10%) para identificar la sinergia nutricional óptima en el brócoli bajo cubierta. Estos fertilizantes sólidos pueden usarse para mejorar considerablemente la salud y fertilidad del suelo, mientras que los fertilizantes foliares ayudan al proceso fisiológico de la planta.

El propósito de esta investigación es demostrar la viabilidad del cultivo de brócoli en Antapampa y analizar el rendimiento agronómico (tamaño y peso de la cabeza) y la rentabilidad económica. Se trata de proporcionar una alternativa productiva rentable que sea capaz de proporcionar un gran beneficio neto a la canasta familiar y mejorar la economía del productor altoandino.

La autora

VI. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema.

En el distrito de Haquira, en la provincia de Cotabambas región Apurímac, la agricultura está dominada por el monocultivo de papa, lo cual es resultado de los climas duros con heladas severas, terreno accidentado y la falta de infraestructura para que los agricultores cultiven cultivos cubiertos con riego. Esta dependencia para la agricultura ha puesto a la gente en un estado de dependencia de la importación de hortalizas de Cusco y Arequipa; los precios del mercado suben y las familias locales no pueden acceder a alimentos frescos y saludables. Por lo tanto, es vital validar nuevas opciones productivas para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental basadas en prácticas orgánicas.

El brócoli (*Brassica oleraceae L. variedad Itálica -Grand Prix*) es una opción ideal para diversificar las plantas de producción local siempre que se utilicen tecnologías de agricultura protegida como fitotoldos y una nutrición adecuada (fertilizantes orgánicos sólidos y foliares) para optimizar el volumen de cosecha y el beneficio económico del agricultor.

6.2. Formulación del problema

6.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos sólidos y tres foliares en el rendimiento agronómico y la rentabilidad económica del cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad de Antapampa – Haquira – Apurímac?

6.2.2. Problema específico

- ✓ ¿Cuál es la eficacia de dos abonos orgánicos sólidos (Sinchi y Sapanqhari) como mejoradores de sustrato sobre los indicadores de rendimiento agronómico en la producción de brócoli bajo condiciones de fitotoldo?

- ✓ ¿Cuál es el comportamiento de tres tipos de abono foliar orgánico en el incremento del rendimiento productivo del cultivo de brócoli en el contexto de agricultura protegida de Antapampa?
- ✓ ¿De qué manera influye la aplicación combinada de abonos orgánicos sólidos mejorando los sustratos y foliares en la variación de los costos de producción y los índices de rentabilidad económica del brócoli en la zona de estudio?

VII. II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Realizar un estudio comparativo del rendimiento agronómico y la rentabilidad económica mediante el empleo de sustratos mejorados y abonos foliares en el cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad de Antapampa, Haquira – Apurímac.

2.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el efecto de dos abonos orgánicos sólidos (Sapanqhari y Sinchi) sobre los indicadores de rendimiento alcanzados en la producción de brócoli bajo agricultura protegida.
- ✓ Determinar la eficacia de tres abonos foliares orgánicos (Amino Vigor + Ecovida, Fish-O-Mega 4-1-1 y Biol al 10%) en el incremento de los rendimientos productivos del cultivo.
- ✓ Analizar la rentabilidad económica y la variación de los costos de producción al aplicar las distintas combinaciones de abonos orgánicos sólidos y foliares en condiciones de fitotoldo.

2.2 Justificación

La importancia del brócoli radica en su excepcional valor nutricional y su capacidad para garantizar la seguridad alimentaria. **Según Toledo (2003)**, este cultivo demanda un manejo agronómico y fitosanitario riguroso para asegurar estándares óptimos de calidad e inocuidad. En este contexto, la producción local en el distrito de Haquira es tradicionalmente inexistente debido a factores climáticos extremos (heladas y granizadas) que limitan el desarrollo de hortalizas al aire libre.

Ante este desafío, la investigación se justifica técnicamente al proponer el uso de fitotoldos como tecnología de agricultura protegida, lo que permite crear un microclima controlado

que evita el deterioro del cultivo por acción del clima. Asimismo, la integración de abonos orgánicos sólidos y foliares se presenta como una estrategia de nutrición sostenible que optimiza la estructura del suelo y dinamiza el crecimiento fenológico de la planta sin el uso de químicos sintéticos.

Rodríguez (2020) sostiene que el brócoli como parte de una dieta equilibrada proporciona vitaminas, minerales y antioxidantes importantes en la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares, beneficiando directamente a poblaciones vulnerables como niños y ancianos. La investigación tiene una sólida base económica: el uso de estas tecnologías orgánicas conduce a buenos índices de rentabilidad para los productores locales y reduce la dependencia de vegetales importados de otras regiones como Cusco y Arequipa lo cual incrementa los costos de dichos productos.

VIII. III. HIPÓTESIS

3.1 . Hipótesis general

La aplicación de dos tipos de fertilizante orgánico sólido (Sapanqhari y Sinchi) como mejorador de los sustratos y tres tipos de fertilización foliar orgánica (Aminovigor + Ecovida, Fish-O-Mega 4-1-1 y Biol al 10%) producirá diferencias significativas en los indicadores de rendimiento agronómico, calidad de las cabezas y la rentabilidad económica del cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) bajo condiciones de invernadero en la comunidad de Antapampa, distrito de Haquira – Cotabambas – Apurímac

3.2 . Hipótesis específicas

- Ho. La aplicación de dos tipos de sustratos mejorados y tres tipos de abonos foliares orgánicos no generará diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de la pella (peso fresco y diámetro) ni en la rentabilidad económica del cultivo de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) bajo condiciones de fitotoldo en la comunidad de Antapampa – Haquira – Apurímac
- H1. El empleo de dos tipos de abono orgánico sólido para mejorar el sustrato determinará una variación significativa en el peso y diámetro de la pella, así como en el rendimiento total por hectárea del brócoli bajo agricultura protegida.
- H2. El uso de tres tipos de abono foliar orgánico influirá de manera diferenciada en el desarrollo fenológico y el rendimiento productivo del cultivo, destacando la sinergia nutricional sobre la calidad final de la inflorescencia.
- H3. La interacción entre los abonos orgánicos sólidos mejorando los sustratos y las soluciones foliares representará una variación determinante en los costos de producción y permitirá alcanzar índices de rentabilidad económica superiores al testigo, validando la viabilidad financiera del sistema en la zona de estudio.

IX. IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades del Brócoli (*Brassica oleraceae* L. variedad itálica)

4.1.1. Historia

Bernal, J. (2011). Menciona, que el brócoli proviene de la col salvaje de origen mediterráneo, aparentemente esta col fue domesticada hace miles de años y de ella nace el brócoli, la coliflor, la col y la col de brúcelas, entre otras especies. Los italianos trajeron el brócoli a los Estados Unidos en 1806, pero fue en la década de 1920 cuando se volvió popular. El brócoli es también conocido por términos como brúcoli o brécol.

Casseres, E. (1980). Indica, que el Brócoli tiene un ancestro en una planta silvestre que quizá llegó al mediterráneo o del Asia menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y costa de Dinamarca.

Maroto, J. (1995). Menciona, que el Brócoli es originario de Europa, Siberia y en Italia es donde más se cultiva esta planta.

Mortensen, E. y Bullard, E. (1986). (Mortensen & Bullard, 1986) Indican, que el brócoli era relativamente desconocido en América, actualmente es una importante hortaliza entre los productos congelados, tiene un gran contenido de vitamina C, así como las otras vitaminas y minerales. Es particularmente valioso para las áreas tropicales, donde la dieta es probablemente baja en verduras.

Valadez, A. (1993). (Valadez, 1993) Menciona, que el brócoli es una planta alógama, con un número cromosómico de $2n = 18$ ($n=9$). Las flores presentan fenómenos de incompatibilidad por reacciones químicas y esterilidad masculina, aprovechándose estas condiciones para la producción de híbridos

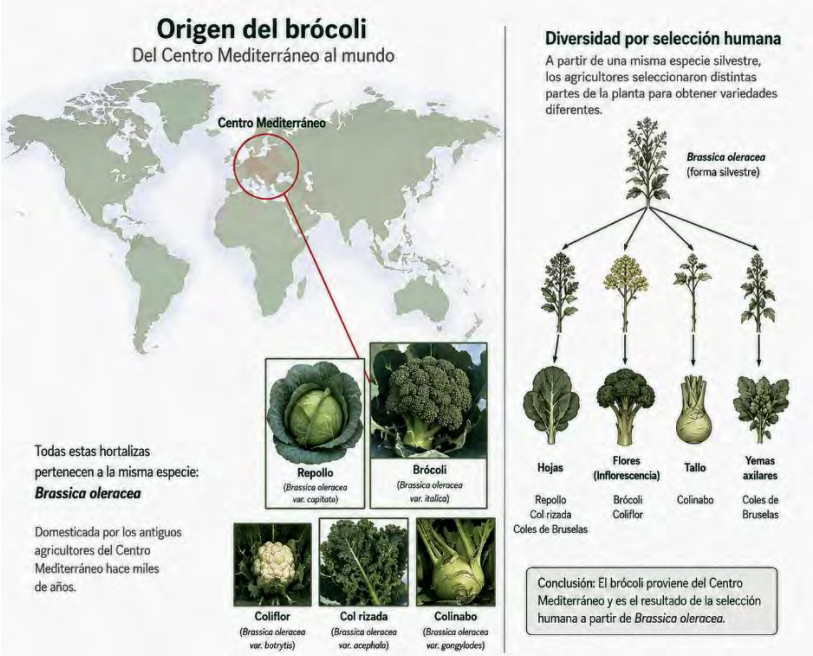
4.1.2. Origen del Brócoli

(Dixon, 2007), Indica que El brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Itálica*) se habría originado a partir de la especie *Brassica cretica* entre los años 600 a 400 a.c. cuando se seleccionaron las formas ancestrales de las variedades modernas, y evolucionaron en el este mediterráneo de Europa (principalmente Italia), el cual es considerado su centro de origen. Jaramillo et al, citado por Soncco (2019) menciona que la diseminación de este

cultivo se atribuye al comercio y la navegación del mediterráneo, como también a la expansión y consolidación de las culturas mediterráneas (griegos, romanos, etc.).

IMAGEN N° 1

Centro de Origen del Brócoli (*Brassica Oleraceae* Var. *Itálica*)



Fuente: Adaptada de Origen de productos Hortícolas – Eco fisiología, (Bouzo, 2012)

4.1.3. Posición Taxonómica

(Conquist, 1966) Presenta la siguiente clasificación taxonómica en plantas terrestres.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orde	Beassicales
Familia	Brassicaeae
Género	Brassica.
Especie	Brassica oleraceae L.
Variedad	Brassica oleraceae L.var Itálica plench 1974
Nombre común	Brócoli

4.1.4. Descripción botánica

Bolea, J. (1982). Indica, que Brassica es el nombre latino de las coles; termino que deriva, a su vez del latín caulis que significa tallo y que corresponde al nombre general en español para el grupo de hortalizas que componen esta especie. De las seis variedades botánicas de **Brassica oleraceae**, cuatro presentan mayor importancia como cultivo: **Brassica oleraceae** var. Botrytis, **Brassica oleraceae** var. Capitata, **Brassica oleraceae** var. Gemmifera y **Brassica oleraceae** var. Itálica

Bernal, J. (2011). Menciona, posee una forma similar a la coliflor, pero con pedúnculos florales menos prietos o compactos, conformando un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus hojas permanecen erguidas, con peciolo desnudos, limbos cuyos bordes se ondulan, así como nervaduras marcadas, blancas. El cogollo del brócoli puede llegar a desarrollar 20 centímetros de diámetro, rondando los 2 kg distinguiéndose colores diferentes según variedades: moradas, rojizas, blancas o amarillentas, siendo la más común la verde oscura en el tallo y verde azulado en el extremo de la flor. El brócoli es una planta anual, la planta es recta, tiene de 60-90 cm de altura y termina en una masa de flores de color verde que puede alcanzar un diámetro hasta de 35 cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz. El fruto es de color verde cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y que contiene las semillas las que tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro

4.1.5. Morfología del Brócoli

Krarup, C. (1992). Indica, que el brócoli es una planta erecta, herbácea, alógama y anual por lo que no necesita un periodo de vernalización o de baja temperatura para emitir el vástago floral

1. Raíz

Krarup, C. (1992). Menciona, que el brócoli presenta un sistema radicular pivotante (axonomorfa), leñoso y poco profundizador, alcanzando hasta 80 cm de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 40 a 60 cm de profundidad

Maroto, J. (1995). Indica, que esta hortaliza de raíz pivotante puede llegar a penetrar hasta 1,20 m de profundidad. Es una planta erecta con 60 a 90 cm de altura

2. Tallo

Krarup, C. (1992). Menciona, que el desarrolla un tallo principal relativamente grueso, de diámetro entre 2 a 6 cm. Y de largo de 20 a 50 cm de longitud, constituyéndose en un tallo acaule.

Rueda (2001). Sostiene que acaule es un tallo muy corto con nudos y entrenudos casi juntos, formando una roseta de hojas.

El tallo termina en una inflorescencia principal, excepto por algunas inflorescencias secundarias en los nudos superiores, no presenta ramificaciones

3. Hojas

Krarup, R. (1992). Menciona, que la hoja tiene espículas largas, limbo hendido, en la base de las hojas puede dejar a lo largo del nervio central que es muy pronunciado, pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos tienen hojas de 40 a 50 cm de largo.

Krarup, C. (1992). Indica, que las hojas son de tamaño grande, pudiendo alcanzar hasta más de 50 cm. de longitud y 30 cm. de ancho, las mismas varían en número de 15 a 30, según el cultivar. Presentan un pecíolo más desarrollado que la coliflor y repollo, alcanzado hasta un tercio de la longitud total de la hoja, estando el resto constituido por una lámina que generalmente es lobulada. La superficie foliar está recubierta por ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua

(Villamizar & Ospina, 1995). Menciona, los brócolis de pella tienen algunas diferencias morfológicas con las coliflores, como son las hojas más estrechas y erguidas con peciolos generalmente desnudos o con formas estipuladas, limbos frecuentemente más ondulados; así como las nervaduras más marcadas y blancas.

Maroto, J. (1995). Indica, el brócoli es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y erguidas, con peciolos en general desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blanca

4. Inflorescencia

Rueda, D. (2001). Indica, que un corimbo es una inflorescencia en la cual las flores se unen al pedúnculo en forma alternada, pero todas llegan a un mismo nivel de altura.

Krarup, C. (1992). Menciona, que los corimbos son de color variable según el cultivar, yendo desde verde claro a color púrpura y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta el momento en que se acelera la elongación de los pedúnculos y se produce la maduración de las flores

Sobrin, E. y Sobrin, V.E. (1992). Indica, El brócoli tiene algunas diferencias morfológicas con las coliflores, como son las pallas claras ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada. A diferencia de varios tipos de coliflor, el brócoli se conforma de flores inmaduras, dispuestas en un corimbo principal o primario en el extremo superior del tallo o en ramificaciones de las yemas auxiliares.

5. Flor

Krarup, C. (1992). Menciona, Las flores son perfectas, actinomorfas, con cuatro pétalos libres, amarillos, dispuestos en forma de cruz (Crucíferas). A pesar de tener flores perfectas, debido a problemas de autoincompatibilidad, el brócoli presenta polinización cruzada, la misma que es realizada por insectos, principalmente abejas y moscas. Después de la polinización, la germinación del polen y fertilización de los óvulos, se inicia el desarrollo del fruto propiamente dicho

6. Fruto y semilla

Krarup, C. (1992). Indica, que el fruto comprende una silicua, la cual contiene, generalmente, más de diez mil semillas en su interior las cuales al momento de su madurez (dehiscencia) son liberadas al medio ambiente. Las semillas son redondas, de color pardo oscuro a rojizo y de tamaño pequeño, cerca de 2 mm de diámetro. El número de semillas por gramo fluctúa entre 250 a 350, dependiendo del cultivar y factores de producción.

Casseres, E. (1971). Indica, que las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo.

Maroto, J. (1995) menciona, que el fruto es una silicua de color verde oscuro que mide 3 a 4 cm, y contiene semillas de 2 a 3 mm de diámetro

7. Cultivares

Sakata. (2016). Menciona, un cultivar es un grupo de plantas seleccionadas artificialmente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia para el obtentor que se mantengan tras la reproducción

Stoppani M. y Francescageli N. (2000). Indica, que el brócoli, es una de las mayores fuentes de innovación tecnológica ha sido la generación de nuevos cultivares e híbridos, mejorados en sus rendimientos cuantitativos, en sus cualidades comerciales y en la conservación del producto final

A continuación, se señalan algunos de los principales cultivares según su periodo de siembra a cosecha:

- **Cultivares precoces (menos de 90 días):** Chancellor, Dandy, Early, Emperor, Green Comet, Green Duke, Premium Crop, Sprinter y Zeus.
- **Cultivares intermedios (entre 90 y 110 días):** Citation, Clipper, Green Belt, Green Valiant, Idol, Legend, Ninja, Pirata y Avenger
- **Cultivares tardíos (más de 110 días):** Arcadia, Climax, Legacy, Marathon, RS19015, Samurai, Shogun y Viking (Bolea, 1982)

8.- Cultivar Híbrido de brócoli

En la actualidad, la producción de brócoli en el Perú ha migrado del uso de variedades de polinización abierta (como 'Calabrese') hacia el empleo de híbridos, debido a que estos últimos ofrecen mayor precocidad, uniformidad en peso y forma, y mejores rendimientos por unidad de superficie.

Sakata (2023), clasifica, las principales variedades híbridas cultivadas son:

Grand Prix

Principales características agronómicas:

- Tipo: Brócoli Híbrido F1.
- Marca/Origen: Nongwoo Bio (Corea del Sur).
- Cabezas: Forma de domo uniforme, con grano fino a medio y excelente color verde.
- Resistencia: Buena tolerancia a condiciones climáticas variables, asegurando alta calidad tanto para consumo fresco como para la industria.

El brócoli Grand Prix F1 de Nongwoo Bio es una variedad de semilla híbrida de alto rendimiento, ampliamente valorada por formar cabezas muy compactas, de grano fino y color verde oscuro. Es destacada por su excelente tolerancia a las altas temperaturas y su gran uniformidad, lo que la hace ideal tanto para el mercado en fresco como para la industria

4.1. 6. Manejo Agronómico del Cultivo

1. Sistemas de Propagación y Siembra:

Siembra Directa:

Valadez. (1993). Indica, la propagación del brócoli es de tipo sexual (por medio de semilla), puede sembrarse en forma directa. Se recomienda utilizar la sembradora de precisión que consume un promedio de 2 a 3,5 lb/Ha de semilla con una profundidad de siembra de 2 cm.

Porco, F. y Terrazas, J. (2009). Menciona que, en caso de siembra directa, para asegurar la emergencia, se colocarán por golpe más de dos semillas; suponga que colocará tres (razón por la cual no consideramos el % de germinación) para un posterior raleo de plántulas.

Siembra Indirecta (Almácigos):

Sánchez, C. (2004). Indica, que en un gramo de semilla se encuentran 250 semillas de brócoli y el periodo de tiempo transcurrido entre fases es de 10 días desde la siembra hasta la germinación, 20 a 22 días desde la germinación hasta el trasplante y 75 días desde el trasplante hasta la cosecha.

Jaramillo, J.et al. (2016). Menciona, se puede realizar en camas almacigueras como en bandejas plásticas. (En donde va a ser el lugar donde inicia la vida productiva y reproductiva de una planta) diseñada para contener el abono orgánico sólido y depositar las semillas, de tal forma que se puedan brindar condiciones óptimas de humedad que, ligadas a adecuadas condiciones de luz y temperatura, permitan una mejor emergencia de la semilla, para brindar durante los primeros estados de desarrollo de la planta. Los semilleros deben de estar protegidos, se deben ubicar bajo una cobertura plástica o invernadero para controlar los cambios de temperatura, humedad relativa, agua, lluvia, ataque de insectos, enfermedades y la entrada de animales, la zona debe estar iluminada y libre de sombras protegida de vientos fuertes que pueden tumbar o torcer las plántulas. La alternativa que reemplaza a los semilleros tradicionales es la utilización de bandejas plásticas para producción de plántulas en confinamiento, por cada semilla sembrada se obtiene una nueva plántula existe una amplia gama de recipientes para producción de plántulas, la más utilizada son las fabricadas en polipropileno se recomienda bandejas de 53 a 128 conos con volumen de celda de 37 a 28 cm³ porque permiten un mayor desarrollo de la raíz y el follaje

2. Establecimiento en Campo Definitivo:

Preparación del Terreno:

Hidalgo, C. (2000). Indica, que la plántula de brócoli para ser trasplantada debe tener el mejor medio posible. Esto implica que de los terrenos que van a ser sembrado por primera vez, se debe eliminar la capa vegetativa anterior en base a trabajo de arada y rastra, para romper terrones y chambas. En terrenos que se repiten la siembra para brócoli, es importante eliminar la presencia de troncos y tallos del cultivo anterior, dando un pase de rastra rotativa para desmenuzar completamente los residuos que quedaron de la siembra anterior, el arado de cincel es importante en esta fase, ya que así se evita que se forme una capa impermeable bajo la capa arable, producto del uso de maquinaria que tiende a compactar el subsuelo

Trasplante y Recalce:

Krurup, C. (1992). Menciona, que esta labor se realizará entre 45 y 55 días después de la siembra en la pilonera, cuando las plantas tengan de 4 a 5 hojas verdaderas

humedad relativa, agua, lluvia, ataque de insectos, enfermedades y la entrada de animales, la zona debe estar iluminada y libre de sombras protegida de vientos fuertes que pueden tumbar o torcer las plántulas. La alternativa que reemplaza a los semilleros tradicionales es la utilización de bandejas plásticas para producción de plántulas en confinamiento, por cada semilla sembrada se obtiene una nueva plántula existe una amplia gama de recipientes para producción de plántulas, la más utilizada son las fabricadas en polipropileno se recomienda bandejas de 53 a 128 conos con volumen de celda de 37 a 28 cm³ porque permiten un mayor desarrollo de la raíz y el follaje

Densidad de Siembra y Arreglos Espaciales:

(E. Jaramillo N. Cipriano A. Diaz. D., 2006), Mencionan, La densidad de siembra en el cultivo de brócoli se define como la cantidad de plantas establecidas por unidad de superficie (usualmente medida en plantas por hectárea), siendo un factor decisivo que influye directamente en el rendimiento total y en la calidad (tamaño y peso) de la pella. La densidad de siembra es un factor determinante en el rendimiento y la calidad del brócoli, pues influye directamente en el peso y diámetro de la inflorescencia. La elección de la población óptima depende de los propósitos comerciales y las condiciones ambientales del sitio de cultivo.

1. Rangos de Población para Híbridos

- Densidad Estándar: Para híbridos de alto rendimiento y crecimiento vigoroso, deben estar presentes de 50,000 a 55,000 plantas. Densidades en campo técnico:
- En sistemas de producción tecnificados y experimentos en valles específicos, se han validado poblaciones de 31,250 plantas por hectárea, logrando un equilibrio entre el vigor de la planta y el tamaño de la cabeza.
- Rango agroindustrial: Las densidades en la región y en el mercado pueden variar de 30,000 a 80,000 plantas/ha

2. Distanciamientos y Arreglos de Siembra

Para alcanzar las poblaciones mencionadas, se utilizan varios marcos de plantación y sistemas de distribución en el campo:

- Sistema de surco simple (Arreglo convencional):
0.70 m entre surcos y 0.25 m entre plantas: Permite establecer entre 50,000 y 55,000 plantas/ha.
0.70 m entre surcos y 0.40 m entre plantas: Una población total de 35,714 plantas/ha.
- Sistema de Doble Hilera (Alta Densidad): Consiste en trazar surcos o camas distanciadas a 1.0 m con dos hileras de plantas sobre el lomo, separadas a 0.35 m, lo que permite una población de 57,143 plantas/ha.

3. Labores Culturales de Sosténimiento:

Riego:

Krurup, C. y Álvarez, X. (1997). Indica, que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de capacidad de campo.

Valadez, A. (1993). Menciona que, cuantas más favorables sean las condiciones de crecimiento, tales como temperatura, luz, abonado, etc., mayor será el efecto del riego. Es importante mencionar que su etapa crítica es cuando está pequeña, aproximadamente a 30 a 45 días

Aporque:

Jaramillo, J. et al. (2016). Menciona: se realiza a los 15 y 20 días después del trasplante (al momento en que se realiza la primera fertilización química); el segundo, si es necesario, se realiza de 40 a 50 días después del trasplante. El desyerbe, la fertilización y el aporque son prácticas complementarias, el aporque se efectúa después de la fertilización, su función es acercar suelo a la base de la planta con el objetivo de cubrir el fertilizante y darle más apoyo a esta.

Sánchez, C. (2004). Indica, que el término aporque significa acercar una porción del Abono orgánico sólido la base de la planta. Escarda significa romper la costra que se

forma en el ABONO ORGÁNICO SÓLIDO (causada por la solución de nutrientes y partículas de polvo que se van depositando). Esta costra causa una reducción de la entrada de aire al ABONO ORGANICO SOLIDO, por lo que la escarda mejora la aireación de este

4. Nutrición y Fertilización:

Flores, R. et al. (2010). Menciona, para un buen plan de fertilización para el cultivo se debe basar en los resultados de los análisis de suelo, los cuales le darán a materia orgánica, los requerimientos y la extracción de nutrientes de la planta lo cual ayudara a tener una mejor selección del tipo de fertilizante que va a emplear, su dosificación y el momento oportuno de la aplicación.

Tamayo, A. (2006). Indica, en cuanto a niveles de fertilización para el brócoli, en pruebas que se realizaron y de acuerdo con los resultados de un análisis de suelos se observó respuesta a la aplicación al momento de la siembra de materia orgánica (5 toneladas/ha) y de un fertilizante químico con relación 1:3:1(N.P.K), a razón de 5gr /planta, aplicados a los 20 días después del trasplante. La fertilización debe hacerse en corona alrededor de la planta después de la fertilización se debe hacer el aporque.

Flores, R. et al. (2010). Menciona, el brócoli es una planta exigente en nitrógeno, potasio, azufre y sensible a las deficiencias de boro y molibdeno. Medianamente tolerante a la salinidad. Las mayores absorciones de nitrógeno, fosforo y magnesio se producen durante el periodo de máximo crecimiento de las inflorescencias, al final del periodo vegetativo de potasio y calcio

4.1.7 Sanidad del Cultivo de Brócoli

1. Principales Plagas:

(BAYER, 2017), menciona, las plagas más importantes que afectan al brócoli son las siguientes:

- Polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*): Es considerada la plaga clave a nivel mundial. Sus larvas perforan las hojas y el cogollo principal, dejando orificios y excrementos que reducen drásticamente el valor comercial de la pella.

- Áfidos o Pulgones (*Brevicoryne brassicae* y *Myzus persicae*): Estos son insectos chupadores que forman colonias en los brotes y hojas, causando amarillamiento, rizado y pérdida de turgencia. Además, son vectores de varias enfermedades virales.
- Gusano trozador o Gris (*Agrotis* sp.): Ataca principalmente durante la etapa posterior al trasplante, cortando el tallo de las plántulas jóvenes por la noche.
- Mariposa de la col (*Leptophobia aripa*): Sus orugas devoran el follaje y, si no se controlan a tiempo, podrían poner en peligro la vida de la planta.
- También se reportan el barrenador del brote (*Hellula phidilealis*), el falso medidor (*Trichoplusia ni*) y en áreas costeras, la propilosis, que ataca durante la formación de la cabeza.

2. Enfermedades Bióticas (Hongos y Bacterias):

Las enfermedades causadas por microorganismos patógenos (hongos y bacterias) generalmente se clasifican por el área de ataque:

- Alternaria (*Alternaria brassicae*): Produce manchas circulares con anillos concéntricos de color café a negro en hojas viejas y en la pella. Su avance puede dejar que la inflorescencia no se pueda vender.
- Mildiú vellosa (*Peronospora brassicae/parasitica*): Se caracteriza por manchas amarillas angulares en el haz de la hoja y una pelusilla grisácea en el envés. Es común en condiciones de alta humedad y temperaturas frescas.
- Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*): Este hongo del suelo provoca agallas o tumores en las raíces, impidiendo la absorción de agua y nutrientes, lo que causa el marchitamiento de la planta.
- Damping-off o Secadera: Complejo de hongos (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*) que causa la pudrición de semillas y la caída de plántulas en el almácigo debido al estrangulamiento del cuello.
- Pudrición Negra (*Xanthomonas campestris*): Enfermedad bacteriana que presenta lesiones amarillentas en forma de "V" en los bordes de las hojas.

- Pudrición blanda (*Erwinia carotovora* / *Pectobacterium carotovorum*): Produce una descomposición acuosa de los tejidos con un olor fétido característico, generalmente penetrando a través de heridas

3. Desórdenes Fisiológicos (Abióticos):

Son alteraciones en los procesos fisiológicos causadas por factores ambientales o nutricionales adversos:

- Tallo hueco: Espacio vacío en el interior del tallo asociado a deficiencias de boro, exceso de fertilización nitrogenada y altas temperaturas.
- Planta ciega: Anomalía donde la planta carece de yema terminal y no produce pella, debido a frío extremo, daño por insectos o manipulación brusca en el trasplante.
- Abotonamiento (*Buttoning*): Desarrollo prematuro de cabezas muy pequeñas y sin valor comercial en plantas jóvenes sometidas a estrés hídrico, nutricional o térmico.
- Hojas bracteriformes: Aparición de pequeñas hojas que crecen a través de la inflorescencia, motivada por temperaturas elevadas durante la inducción floral

4.1.8 Cosecha y Postcosecha

Cosme, R. (2015). Menciona, que la cosecha se realiza cuando el domo está bien formado y compacto, entre 90 y 115 días después del trasplante, dependiendo de la variedad; se corta dejando 4 – 5 cm de tallo

Krarp, C. y Álvarez, X. (1997). Indica, que la cosecha se efectúa manualmente con cuchillo o machete, cortando las cabezas o inflorescencias de acuerdo con las exigencias del mercado final. La mayoría de los cultivares requieren varias cosechas o pasadas cada 3 o 4 días para cosechar todas las inflorescencias. El brócoli es un producto muy voluminoso y de fácil maltrato por lo que se debe tener cuidado al colocarlo en recipientes y su conducción a lugares protegidos debe ser rápida para evitar calentamiento y deshidratación del producto.

Ospina, M. (1995). Indica, que unos 52 días después del trasplante están listas las inflorescencias para ser cosechadas (cabezas bien compactadas), esto debe hacerse

antes que la cabeza principal empiece a abrir las flores, después de esta cosecha aparecen los brotes laterales que también son de buena calidad alimenticia

3. Manejo Postcosecha y Calidad:

Krarup, C. (1992). Indica, que este manejo significa proteger al máximo al producto recién cosechado a condiciones ambientales adversas, enfriarlo rápidamente a 0 °C mantenerlo en un ambiente con 95% o más de humedad relativa, Debido a que la inflorescencia del brócoli es una estructura altamente perecible, una vez que es cosechada, por estar constituida por flores en activa diferenciación y crecimiento presenta un metabolismo acelerado el mismo que se refleja en altas tasas respiratorias, sensible a déficits hídricos, que llevan rápidamente a deshidrataciones superiores del 5 % del peso fresco, por lo cual se hace necesario un exigente y rápido manejo durante la postcosecha

4.1.9. Composición nutritiva del brócoli

Nuez, F. (1999). (Nuez, 1999) Menciona, que estas plantas presentan un bajo contenido en calorías, aunque este puede variar dependiendo del cultivar.

IMAGEN N° 2.

Composición nutritiva del brócoli

Contenido	Valor
Agua	92%
Hidratos de carbono	3% (1, 4% fibra)
Proteínas	2, 2%
Lípidos	0, 2%
Potasio	300 mg/100 g
Sodio	20 mg/100 g
Fósforo	60 mg/100 g
Calcio	20 mg/100 g
Vitamina C	67 mg/100 g
Vitamina A 5	microgramos/100 g
Vitamina B1	0, 1 mg/100 g
Vitamina B2	0, 1 mg/100 g

Fuente: (Vecchio, citado por Cotrina, 2013)

4.1.10. Requerimientos Edafoclimáticos y Adaptación

1. Clima y Adaptación Altitudinal

(Toledo H. J., 2003) Indica, que el brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos, sin embargo, en México (región de El Bajío) se puede explotar durante todo el año.

Infoagro. (2018). Menciona, para el desarrollo de la planta necesita climas fríos y húmedos

- **Origen y Ecología:** El brócoli es originario de una región subhúmeda temperada, lo que lo define como un cultivo de estación fría o de invierno.
- **Comportamiento en valles interandinos:** Presenta una amplia adaptación climática, prosperando en climas moderados y frescos, lo que permite su producción durante todo el año en estas zonas.
- **Adaptación a la altura:** Se sugiere su producción en pisos altitudinales sobre los 3,500 m.s.n.m. debido a su notable resistencia a las heladas, factor clave para tu zona de estudio en Haquira.

2. Régimen Térmico – Temperatura:

Wettstein, R. (1994). Indica, que el rango de temperatura para la germinación es de 5 a 28° C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25° C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente, siendo una óptima de 17 grados centígrados. A temperaturas de 0° C y mayores de 30 °C, puede detener su desarrollo.

Infoagro. (2018). Indica, la temperatura optima promedio está entre 2 y 16° C, con mínimas promedio de 5° C, temperaturas mayores a 20° C, causa de uniformidad en la formación de las inflorescencias, ocasionando una menor compactación de estas, factor determinante de la calidad de producto. Por otro lado, temperaturas cercanas a 0° C detienen el crecimiento de la planta

- **Temperaturas de Germinación:** El rango de emergencia oscila entre 5 y 28 °C, aunque la temperatura óptima del suelo para una germinación rápida (3 a 4 días) es de 26 a 30 °C.
- **Fase de Crecimiento Vegetativo:** Requiere temperaturas ambientales entre 15 y 24 °C para un desarrollo normal de hojas y tallos.
- **Inducción Floral:** Es una etapa crítica que requiere temperaturas frescas, específicamente entre 10 y 15 °C durante varias horas del día para iniciar la formación de la pella.
- **Límites Críticos y Daño:**
 - o El desarrollo se detiene a los 0 °C.
 - o Temperaturas superiores a 24 - 26 °C afectan seriamente la calidad, causando pérdida de compactación de la cabeza, apertura prematura de floretes y aceleración de la senescencia.
 - o Soporta heladas ligeras (hasta -2 °C), pero si estas ocurren cuando la inflorescencia está presente, se produce pardeamiento y pudrición.

3. Humedad (Atmosférica y del Suelo)

Infoagro. (2018). Indica, que Para el desarrollo vegetativo requiere una humedad relativa del 80% con una mínima de 60%. El brócoli se puede cultivar de manera adecuada en zonas comprendidas entre los 2200 y 2800 m

- **Humedad Relativa (HR):** Requiere niveles del 80% (óptimo) para evitar la apertura prematura de los capítulos florales y mantener la turgencia.
- **Humedad del Suelo:** Para un rendimiento óptimo, la humedad debe mantenerse entre el 60% y 80% de la capacidad de campo. Niveles menores al 50% pueden reducir la producción entre un 25% y 30%.

4. Requerimientos Edáficos (Suelo)

Barahona, M. (1998). Menciona, que el desarrollo del brócoli se produce en todo tipo de suelos, prosperando de mejor manera en los franco-arenosos, profundos, con drenaje

y con un buen contenido de materia orgánica (6%). Sobre el pH es ligeramente tolerante (6 – 6.8) y medianamente tolerante a la salinidad (4 mmhos de C.E. o 2560 ppm).

- Textura: Prefiere suelos de textura media, específicamente franco-arenosos a franco-arcillosos, que sean profundos y bien drenados.
- Materia Orgánica: Es un cultivo altamente demandante; se recomienda un contenido mínimo del 6% de materia orgánica para un desarrollo radicular óptimo.
- Reacción Química (pH): El rango ideal se sitúa entre 6.0 y 6.8.

En suelos con pH inferior a 5.5 (ácidos), se limita la disponibilidad de boro y molibdeno y aumenta el riesgo de "Hernia de las coles".

- Salinidad: Se clasifica como medianamente tolerante a la salinidad (4 mmhos de C.E.).

5. Requerimientos Hídricos (Agua)

Krarup, C. (1992). Indica, que el brócoli es una planta mesófito y, por lo mismo, requiere una disponibilidad de agua de buena calidad (sin elementos tóxicos, bajo contenido salino, etc.), de manera de evitar situaciones de estrés hídrico

- Etapas Críticas: La mayor demanda de agua ocurre inmediatamente después del trasplante y durante la fase de formación de la pella.
- Gasto Hídrico: Se estima un requerimiento de entre 3,500 y 4,000 m³/ha por ciclo productivo bajo riego por gravedad.

6. Luminosidad y Fotoperiodo

Krarup, C. (1992). Menciona, que el brócoli es una especie de fotoperiodo neutro, es decir la inducción y la diferenciación floral no son afectadas por la luz. Condiciones extremas de luminosidad pueden limitar el crecimiento y algunas características de las plantas, sin embargo, en la mayoría de las situaciones agrícolas, la luz no es un limitante para su cultivo

- Fotoperiodo Neutro: La inducción floral y la formación de la cabeza son independientes de la duración del día.

- Intensidad Lumínica: La luz favorece la tasa fotosintética y la síntesis de clorofila. Sin embargo, condiciones extremas de luminosidad combinadas con calor pueden limitar el crecimiento

4.2 Fitotoldos y Sistemas de Producción Protegida

4.2.1. Definición y Concepto

(Estrada, 2012), Menciona Un Fitotoldo es una construcción cuya cubierta o techo es de un material que deja pasar a luz solar, facilitando la acumulación de calor durante el día y desprendiéndolo muy lentamente durante la noche, cuando las temperaturas descienden drásticamente, De esta manera se evitan las pérdidas de los cultivos ocasionados por las bajas temperaturas.

El fitotoldo permite controlar el ambiente interno, modificando el clima y creando las condiciones para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año, de esta manera las temperaturas dentro del fitotoldo serán mayores a las de afuera.

El trabajo en campo ha demostrado que, si bien el techo de los invernaderos puede ser de diferentes materiales, el que permite mayor concentración de calor es el Agrofilm, esto se debe a que reduce la evapotranspiración perdida del agua por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas. de esta manera se evita la pérdida de las cosechas especialmente de las hortalizas por acción de las heladas y de las granizadas tan fuertes que se presenta en el ámbito de estudio

- Estructura de protección: Se define como el uso de coberturas transparentes (plásticas o de vidrio) para controlar factores ambientales adversos.
- Generación de Microclima: Creación de condiciones ambientales específicas en un espacio reducido para favorecer el desarrollo del cultivo.

4.2.2. Importancia en Zonas Altoandinas

- Adaptación a la Altitud: Necesidad de proteger cultivos sobre los 3,500 m.s.n.m. frente a condiciones climáticas extremas.

- Seguridad y Rentabilidad: El cultivo bajo protección es más seguro y rentable que a campo abierto, reduciendo el riesgo de pérdida total por factores climáticos.

4.2.3. Control de Factores Abióticos

- Protección contra Heladas y Granizo: El fitotoldo actúa como barrera física contra la congelación del agua celular y el impacto mecánico del granizo.
- Control Térmico y de Humedad: Regulación de las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, manteniendo la humedad relativa necesaria (óptimo 80%) para evitar la deshidratación.
- Manejo de la Radiación: Protección de las pellas de brócoli contra la radiación solar directa que puede causar quemaduras en los tejidos o apertura prematura de flores.

4.2.4. Ventajas Agronómicas del Sistema

- Calidad de Plántulas: Producción de material de siembra con mayor vigor y uniformidad.
- Barrera Fitosanitaria: Reducción del ataque de insectos plaga (como trozadores o pájaros) al actuar como una protección física.
- Eficiencia de Insumos: Optimización en la aplicación de los abonos orgánicos sólidos y foliares (objetivo de tu tesis) al evitar el lavado por lluvias intensas.

4.2.5. Diseño y Ubicación (Criterios Técnicos)

- Orientación: Ubicación de oriente a occidente para maximizar la captación de energía solar.
- Ventilación: Importancia de aberturas o laterales móviles para evitar el exceso de calor (> 24-26 °C) que deteriora la compactación de la pella

4.3 Descripción de los Insumos Orgánicos de la Investigación

4.3.1. Fundamentos de la Fertilización Orgánica

Domínguez, V. (1989). Refiere, se entiende como fertilizantes orgánicos los derivados de productos vegetales o animales, que contienen cantidades mínimas de algunos de los elementos principales. Naturalmente todos los productos orgánicos contienen cantidades variables de elementos nutritivos que, desde el momento en que se

utilicen en la explotación suponen una aportación de dichos elementos que ha de tenerse en cuenta en la fertilización. También se considera los fertilizantes organominerales que resultan de la mezcla de fertilizantes orgánicos y minerales en proporciones diversas

4.3.2. Abonos Orgánicos Sólidos

(FONCODES, 2014), menciona Los abonos orgánicos sólidos se definen como fertilizantes derivados de productos de origen vegetal o animal que contienen cantidades variables de elementos nutritivos y materia orgánica. A diferencia de los fertilizantes químicos de síntesis industrial, estos insumos se caracterizan por su lenta solubilidad y disponibilidad de nutrientes, lo que favorece una liberación gradual de los mismos en el suelo.

Basado en las fuentes técnicas, las principales características y tipos de abonos orgánicos sólidos son los siguientes:

1. Características Generales

- Origen: Proviene de la descomposición o procesamiento de estiércol (como el de camélidos, vacas, gallinas), restos vegetales y residuos orgánicos.
- Función: No solo suministran nutrientes esenciales (como nitrógeno, fósforo y potasio), sino que también cumplen un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Beneficios físicos: Aumentan la aireación, mejoran la estructura de suelos arcillosos compactados (haciéndolos más friables) y elevan la capacidad de retención de humedad.

2. Tipos de Abonos Orgánicos Sólidos destacados en las fuentes

- Humus de lombriz: Es el desecho de la lombriz (*Eisenia foetida*) tras digerir residuos orgánicos. Se presenta como un producto granulado, oscuro, inodoro y rico en enzimas, microorganismos y sustancias hormonales.
- Compost: Se produce por la descomposición de residuos orgánicos con una estructura fina. Las altas temperaturas en el proceso eliminarán las malas hierbas y los microorganismos dañinos.

- Guano de isla: Fertilizante natural y completo originado por las excretas de aves marinas. Es biodegradable y mejora significativamente la actividad microbiológica del suelo.
- Sapanqhari: Clasificado como un abono orgánico zeolizado, es un fertilizante sólido mineralizado de color marrón claro. Se elabora a partir de estiércol de camélidos sudamericanos compostado con microorganismos eficaces (EM) y enriquecido con minerales como zeolitas y diatomeas.
- Sinchi: Definido como un mejorador de suelos agrícolas sólido, basado en estiércol de camélidos y desechos de alimentos. Está enriquecido con aminoácidos de pescado y algas, lo que incrementa la calidad nutricional y biológica del terreno

a.- Sapanqhari (Abono Zeolizado de los Andes):

Definición y Tecnología de Producción:

(Bio Abonos del Sur Sac, 2010), indica El producto Sapanqhari se define como un abono orgánico sólido mineralizado, de color marrón claro y carente de olor, diseñado específicamente para la recuperación y mejora de la fertilidad de los suelos agrícolas. Su fabricación rescata métodos tradicionales de la agricultura incaica integrándolos con biotecnología moderna, utilizando como insumo base estiércol de camélidos sudamericanos y ovejas provenientes de zonas altoandinas (sobre los 3,500 m.s.n.m.).

Este material se compone y oxida utilizando Microorganismos Efectivos (E.M.) como bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*), levaduras y enzimas.

Componentes y Caracterización Fisicoquímica. - Un aspecto único de este fertilizante es su enriquecimiento con minerales naturales de la zona andina, como zeolitas, fósforo hidratado, diatomeas (una fuente de potasio natural) y carbonato de magnesio. Desde un punto de vista químico, Sapanqhari se destaca por los siguientes contenidos:

- Elementos estructurales y secundarios: Un alto contenido de Silicio (15%), Magnesio (3%) y Azufre (2%).
- Macronutrientes: Nitrógeno (2.5%), Fósforo (4%) y Potasio (1.5%).

- Fracción biológica y bioactiva: Contiene un 8% de ácidos húmicos y fúlvicos, así como una carga microbiológica de cfu/cc de Azotobacter y un 20% de aminoácidos libres.
- Impacto y beneficios agronómicos Desde un punto de vista funcional, Sapanqhari sirve como un regenerador completo del ecosistema del suelo: Propiedades químicas: Optimiza el pH, aumenta la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) para desbloquear nutrientes, neutraliza la presencia de metales pesados para prevenir la formación de sales tóxicas.
- Propiedades físicas: La retención de agua será mejor ya que el suelo se mantendrá húmedo a través de la humedad constante en el perfil del suelo, lo cual es bueno para el desarrollo de las raíces. Salud y vigor: Mejora el sistema radicular con una mejor eficiencia de absorción y fortalece el sistema inmunológico y la resistencia al ataque de insectos, resistencia a hongos y nematodos. Criterios de aplicación en brócoli. Para el cultivo de hortalizas, incluido el brócoli, el protocolo técnico sugiere una estrategia de fertilización en dos etapas críticas: Preparación del terreno: 10 sacos por hectárea (500 kg), agregándolos al suelo antes de la siembra para establecer una buena base nutricional y mejorar la vida microbiana del campo.
- Trabajo de aporque: Una dosis complementaria de 10 sacos por hectárea en un flujo continuo para sostener la demanda nutricional durante la fase de crecimiento vigoroso y formación de la cabeza

b.- Sinchi (Mejorador de Suelos Agrícolas):

Definición y Composición Biotecnológica:

(Bio Abonos del Sur Sac, 2010), menciona El producto Sinchi es un muy buen fertilizante orgánico y mejorador del suelo, construido mediante procesos de compostaje tecnificado con E.M. y elaborado con estiércol de camélidos sudamericanos y residuos alimenticios para proporcionar la matriz orgánica con micorrizas del género Glomus. Estos hongos beneficiosos están en simbiosis con la planta para tomar agua y llevar nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio al sistema radicular.

Dinámica Nutricional y Activación Biológica. La melaza de caña es esencial en su formulación como sustrato energético para la microbiota en beneficio del suelo. Esta activación biológica es un mecanismo que transforma macro y micronutrientes en micro y micronutrientes en el complejo coloidal, reduciendo el riesgo de lixiviación y asegurando una asimilación más eficiente por las raíces. Sinchi es un bioestimulante para la germinación y el crecimiento vegetativo que es biológicamente bioactivo y proporciona aminoácidos de pescado y extractos de algas marinas, así como aminoácidos de pescado y extracto de algas marinas que son nutrientes 100% biodisponibles. Cuando se aplica en la fertilidad y recuperación del suelo es muy bueno.

- **Propiedades Fisicoquímicas:** Corrige el pH del suelo y revierte los procesos de degradación, mejorando la estructura y la capacidad de intercambio catiónico.
- **Desarrollo Radicular:** Activa la formación de raíces, haciendo que la planta sea más consciente del perfil del suelo y capaz de resistir situaciones de estrés.
- **Sostenibilidad y Rentabilidad:** Al recuperar la fertilidad natural de los campos, se potencia el rendimiento comercial del cultivo, optimizando la inversión del agricultor.
- **Criterios de Aplicación y Dosificación** Para el sistema de producción de hortalizas (como el brócoli), el protocolo técnico recomienda la incorporación del abono durante la preparación del terreno, empleando una dosis de 2 sacos (100 kg) por cada 100 de superficie. En el caso de cultivos instalados, se sugiere su uso durante la labor de aporque con una dosis referencial de 250 kg por hectárea (aproximadamente 10 sacos) para asegurar la continuidad en el suministro de materia orgánica y nutrientes

4.3.3. Abonos Orgánicos Líquidos y Bioestimulantes Foliares

(Cunha, 2021), Menciona que la fertilización foliar es una mezcla líquida que contiene nutrientes para el consumo de las plantas. Es una buena práctica complementar el fertilizante líquido con el abono aplicado al suelo, lo que promueve un mejor desarrollo

del brócoli. Ofrece funciones de nutrición, protección e introducción de microorganismos benéficos en el suelo

a.- El Biol como Biofermento (Concentración al 10%):

(FONCODES, 2014), menciona El biol se define como un abono foliar de origen orgánico y estado líquido, obtenido a través de un proceso de fermentación anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de estiércol fresco y diversos residuos vegetales. Este insumo es valorado en la agricultura sostenible por su alto contenido de fitohormonas, sustancias reguladoras que aceleran el metabolismo vegetal y promueven un desarrollo vigoroso de hojas y tallos.

Atributos y Limitaciones Técnicas El uso del biol en el cultivo de hortalizas presenta ventajas significativas, entre las que destacan:

- **Sostenibilidad Ambiental:** Es un producto no contaminante que contribuye a la preservación del suelo y las fuentes de agua.
- **Capacidad de Resiliencia:** Actúa como un agente revitalizador en plantas que han sufrido estrés abiótico por factores climáticos extremos (heladas, granizadas o sequías) o ataques de agentes bióticos (plagas y enfermedades).
- **Eficiencia de Costos:** Su producción es económica, ya que utiliza insumos locales disponibles en la unidad productiva.

No obstante, su implementación requiere planificación, debido a que su proceso de maduración es lento, oscilando entre los 3 y 4 meses dependiendo de la temperatura ambiental. Asimismo, el producto final es sensible a la radiación solar y debe ser utilizado en un periodo no mayor a 6 meses tras su cosecha para evitar la degradación de sus propiedades nutricionales.

Composición y Elaboración La preparación del biol no responde a una fórmula rígida, aunque el estiércol fresco constituye el insumo base (representando entre el 25% y 50% del volumen total). Para potenciar su valor nutritivo en sistemas de 60 litros, se integran fuentes de energía como melaza o azúcar, activadores biológicos como leche y levadura,

y fuentes minerales como ceniza de leña. La adición de leguminosas (alfalfa o trébol) aporta nitrógeno orgánico adicional a la mezcla.

Aplicación y Dosis en el Cultivo de Brócoli Para el caso específico del brócoli y otras hortalizas, la investigación técnica sugiere una concentración al 10%, lo que equivale a diluir 1.5 litros de biol en 13.5 litros de agua para una mochila de 15 litros. Se recomienda un intervalo de aplicación de 10 días para optimizar la asimilación de nutrientes vía foliar y fortalecer el sistema inmunitario de la planta

b.- Amino Vigor y Ecovida (Complejos de Aminoácidos):

(Biofertilizantes Perú, 2019), en su página web menciona, Los productos Amino Vigor y Ecovida se clasifican como bioestimulantes orgánicos líquidos de alta asimilación, formulados principalmente a base de aminoácidos libres y péptidos de cadena corta. Estos insumos actúan como unidades estructurales básicas que la planta utiliza para la síntesis de proteínas, evitando el gasto energético que supondría producirlos internamente a partir del nitrógeno absorbido del suelo.

Mecanismo de Acción y Rol Fisiológico La aplicación foliar de estos complejos de aminoácidos cumple funciones críticas en el metabolismo del brócoli:

- **Precusores Hormonales:** Los aminoácidos presentes en estos productos actúan como precursoros de fitohormonas naturales, como las auxinas y citoquininas, las cuales regulan la división celular y el crecimiento de los tejidos.
- **Activación Metabólica:** Funcionan como activadores enzimáticos que potencian procesos fisiológicos vitales, incluyendo la fotosíntesis, la síntesis de carbohidratos y el metabolismo del nitrógeno.
- **Efecto Quelatante:** Poseen la capacidad de formar quelatos con micronutrientes, facilitando su transporte y disponibilidad dentro de la planta.

Beneficios en la Producción de Brócoli Según investigaciones en hortalizas, el uso de estos bioestimulantes foliares genera impactos directos en el rendimiento y la calidad comercial:

1. Resiliencia ante el Estrés: Son herramientas fundamentales para la recuperación de cultivos afectados por estrés abiótico (heladas, sequías o granizadas) y estrés biótico (ataque de plagas y enfermedades), permitiendo una restauración rápida del vigor vegetal.
2. Calidad de la Inflorescencia: Su aplicación mejora significativamente los procesos de inducción floral y formación de la pella, otorgando mayor peso, firmeza y compacidad a la cabeza del brócoli.
3. Vida de Anaquel: Contribuyen a prolongar la duración postcosecha de la hortaliza, manteniendo la turgencia y el color verde característico por más tiempo

c.- Emulsión de Pescado y Algas Marinas: Fish-O-Mega 4-1-1

(BD ORGANIC SCIENCE S.A.C., 2019), en su página web menciona, Naturaleza y Tecnología de Proceso El Fish-O-Mega® 4-1-1 se define como un fertilizante orgánico líquido de alta asimilación, formulado a partir de una mezcla balanceada de solubles de pescado y extractos de quelpo marino (*Ascophyllum nodosum*). Su obtención mediante procesos de extracción en frío permite preservar la integridad de los aminoácidos, ácidos orgánicos y nutrientes, garantizando que el complejo N-P-K sea entregado en formas químicas altamente compatibles con el metabolismo celular de la planta

Composición Nutricional y Bioactiva Este insumo destaca por su aporte de Nitrógeno Total (4.00%), del cual una fracción mayoritaria (3.48%) corresponde a nitrógeno orgánico soluble de rápida absorción, La presencia de aminoácidos de origen animal y fitohormonas derivadas de algas marinas actúa de manera sinérgica para potenciar la síntesis de proteínas y la tasa fotosintética, lo que se traduce en una formación de canopia más eficiente y vigorosa

Beneficios Agronómicos y Fisiológicos La aplicación de este complejo nutricional genera impactos positivos multidimensionales en el cultivo de brócoli:

- **Arquitectura Radicular:** Fortalece el sistema radicular mediante el estímulo de raíces laterales, lo que optimiza la exploración del suelo y la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes aplicados

- **Resiliencia Climática:** Al igual que otros extractos de algas como el *Ascophyllum nodosum*, este producto actúa como un supresor de estrés ambiental, mejorando la resistencia de los tejidos frente a heladas, granizadas y sequías, factores críticos en zonas de alta montaña
- **Salud del Suelo:** Su aplicación edáfica incrementa la biodiversidad de microorganismos benéficos, favoreciendo procesos de mineralización y mejorando la fertilidad biológica del terreno
- **Productividad y Calidad:** Contribuye a un crecimiento robusto del sistema vegetativo, reduce la caída de órganos reproductivos y mejora la firmeza y vida de anaquel de la pella cosechada

Criterios de Uso y Dosificación Técnicamente, el producto requiere una dilución previa de 1 a 10 con agua antes de su mezcla con otros fertilizantes para asegurar su homogeneidad Las dosis recomendadas oscilan entre 50 y 300 litros por hectárea por ciclo de cultivo, pudiendo aplicarse de manera individual o como complemento foliar en programas de nutrición integrada

4.4. Análisis Económico y Costos de Producción en el Brócoli

4.4.1. Conceptos Generales de la Evaluación Económica

(Casanova, 2021), indica, Para entender la conceptualización se analiza por separado los términos, por un lado, Hansen y Mowen (2007) señalan que costo “es el efectivo o equivalente de efectivo que se sacrifica para obtener bienes y servicios que se espera que aporten un beneficio actual o futuro para la organización” (p.236); por otro lado, Fernández, Avella y Fernández (2006) sostiene que el proceso productivo “es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos” (p.149). Por esto, el proceso productivo debe ser cuantificado a través de los costos de producción. Basados en la conceptualización de los términos, se diría que costos de producción son el conjunto de efectivo, materia prima, esfuerzos y procesos de actividades, que se invirtió para la obtención de un producto o servicio.

Los costos de producción son una de las variables de mayor impacto sobre cualquier empresa, pero esta misma es la única que la organización puede mantener en control, bajo el criterio que el precio no puede ser controlado de manera directa, puesto que el mercado impone techos referenciales a los precios, factor que vincula directamente al volumen de venta. Por esta razón, se tiene que canalizar la investigación para delimitar un sistema de costos que permita como empresa mantener el control de los costos de producción y de esta manera planificar los objetivos empresariales.

Joya (2016), define como un sistema de información empleado para predeterminar, registrar, acumular, controlar, analizar, direccionar, interpretar e informar todo lo relacionado con los costos de producción, venta, administración y financiamiento.

(Bernal, E. Jorge A. & Díaz, D. Cipriano A., 2008). Menciona, Se entiende por costo, la inversión requerida para producir un bien o prestar un servicio.

El costo tiene la connotación de contribuir a un objetivo productivo; en esto se diferencia del concepto de gastos. Los costos de producción agrícola son un instrumento para tomar decisiones; como tal, deben proveer la mayor información posible, con el fin de disminuir el riesgo; por esta razón, es básico construir costos de producción lo más cercanos a la realidad. Los detallamos según estos conceptos.

Estructura de los Costos de Producción

(Fonseca, 2013), menciona La determinación del costo total implica la suma de las erogaciones recuperables mediante la comercialización de la hortaliza.

- **Costos Directos (Operacionales):** Representan el flujo de caja destinado a las actividades críticas del ciclo fenológico. Incluyen la preparación del terreno (mecanizada y manual), la adquisición de semilla híbrida —considerada un rubro de alta inversión por su precocidad y rendimiento— y la instalación de almácigos. La nutrición y fertilización constituye un eje central, integrando abonos orgánicos (estiércol o humus) y fertilizantes químicos que aseguran la extracción de nitrógeno y potasio necesaria para el desarrollo de la pella. Finalmente, las labores culturales

(riego, aporque, deshierbe) y el manejo fitosanitario (pesticidas para el control de *Plutella xylostella*) completan el presupuesto operativo junto con la cosecha manual.

- Costos Indirectos: Agrupan los gastos de administración, supervisión técnica (honorarios de especialistas) y servicios como el arrendamiento de tierras. Se recomienda habitualmente incluir un margen del 10% para imprevistos sobre el costo directo para mitigar riesgos operativos.

4.4.2. Indicadores de Rendimiento y Rentabilidad

La evaluación económica se fundamenta en la relación entre productividad biológica y eficiencia financiera.

- Rendimiento Comercial: Se mide como el peso de las inflorescencias que cumplen con los estándares de diámetro (14-20 cm), color y compactación exigidos por el mercado.
- Valor Bruto e Utilidad Neta: El ingreso total es el resultado de la producción comercializada al precio de venta en chacra. La utilidad neta es el beneficio real tras deducir los costos totales.
- Relación Beneficio/Costo (B/C): Es el indicador que determina la eficiencia de la inversión; por ejemplo, estudios de costos basados en actividades (ABC) sugieren que un margen de rentabilidad del 30% al 40% es el umbral para asegurar la sostenibilidad de la explotación agropecuaria.

4.4.3. Análisis de la Intensidad de Factores

- Dependencia de Mano de Obra: El brócoli es un cultivo de mano de obra intensiva, donde el componente humano es crucial para actividades que no admiten mecanización total, como el trasplante, el control manual de malezas y la cosecha selectiva, representando aproximadamente el 14% al 26% de la estructura de costos según el nivel de tecnificación.
- Incidencia de la Fertilización: Los insumos nutricionales representan uno de los rubros más voluminosos, pudiendo alcanzar cerca del 30% del gasto total, lo que

justifica la implementación de programas de fertilización basados en análisis previos de suelo.

- Mitigación de Riesgos (Fitotoldos y Heladas): Aunque la planta tolera heladas ligeras, el daño en la inflorescencia por temperaturas extremas puede anular la inversión en insumos. En zonas de riesgo climático, el uso de **estructuras protegidas** o fitotoldos se justifica económicamente al salvaguardar la calidad comercial de la pella y asegurar la rentabilidad final

X. V: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación

La investigación es de carácter aplicado y cuantitativo, con un nivel experimental-explicativo. Su objetivo es establecer una relación de causalidad entre la manipulación de variables independientes (dos abonos orgánicos sólidos como mejorador de sustrato y cuatro niveles de fertilización foliar incluyendo el testigo) y el rendimiento agronómico del brócoli bajo condiciones controladas. Se clasifica como un estudio de campo, realizado íntegramente en un fitotoldo a 3800 m.s.n.m. en la comunidad de Antapampa, donde los datos numéricos recolectados fueron validados mediante un análisis estadístico de varianza (ANOVA) para el contraste de las hipótesis.

La presente investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo, bajo un diseño experimental de campo, su propósito fundamental es establecer una relación de causalidad entre la manipulación de variables independientes — consistentes en dos tipos de abonos orgánicos como mejorador de sustratos y cuatro niveles de fertilización foliar— y el rendimiento agronómico del cultivo de brócoli bajo condiciones de fitotoldo

5.2. Ámbito de la Investigación

5.2.1. Ubicación Espacial

El estudio se realizó en el fitotoldo de las instalaciones del IESTP Haquira, situado en la comunidad de Antapampa. La parcela experimental se localiza a 2 kilómetros del centro de la ciudad, al margen de la vía carrozable que conecta los distritos de Haquira con Chalhuanhuacho, en la provincia de Cotabambas

5.2.2. Ubicación Política

Región	: Apurímac
Provincia	: Cotabambas.
Distrito	: Haquira
Comunidad	: Madre Cayau.
Anexo	: Antapampa

5.2.3. Ubicación Geográfica

Altitud	: 3797 m.s.n.m.
Latitud sur	: 72.08° y 72. 37°
Longitud Oeste	: 14. 13° y 14. 44° O

5.2.4. Ubicación Hidrográfica

Cuenca	: Apurímac.
Subcuenca	: Calicanto.
Microcuenca	: Trapiche

5.2.5. Límites

- **Norte:** Distrito de Mara (Provincia de Cotabambas, Apurímac)
- **Este:** Distrito de Colquemarca (Provincia de Chumbivilcas, Cusco) Distrito de Quiñota (Provincia de Chumbivilcas, Cusco)
- **Sur:** Distrito de LLusco (Provincia Chumbivilcas, Cusco)
- **Oeste:** Distrito de Oropesa (Provincia de Antabamba, Apurímac) Distrito de Challhuahuacho Provincia de Cotabambas, Apurímac

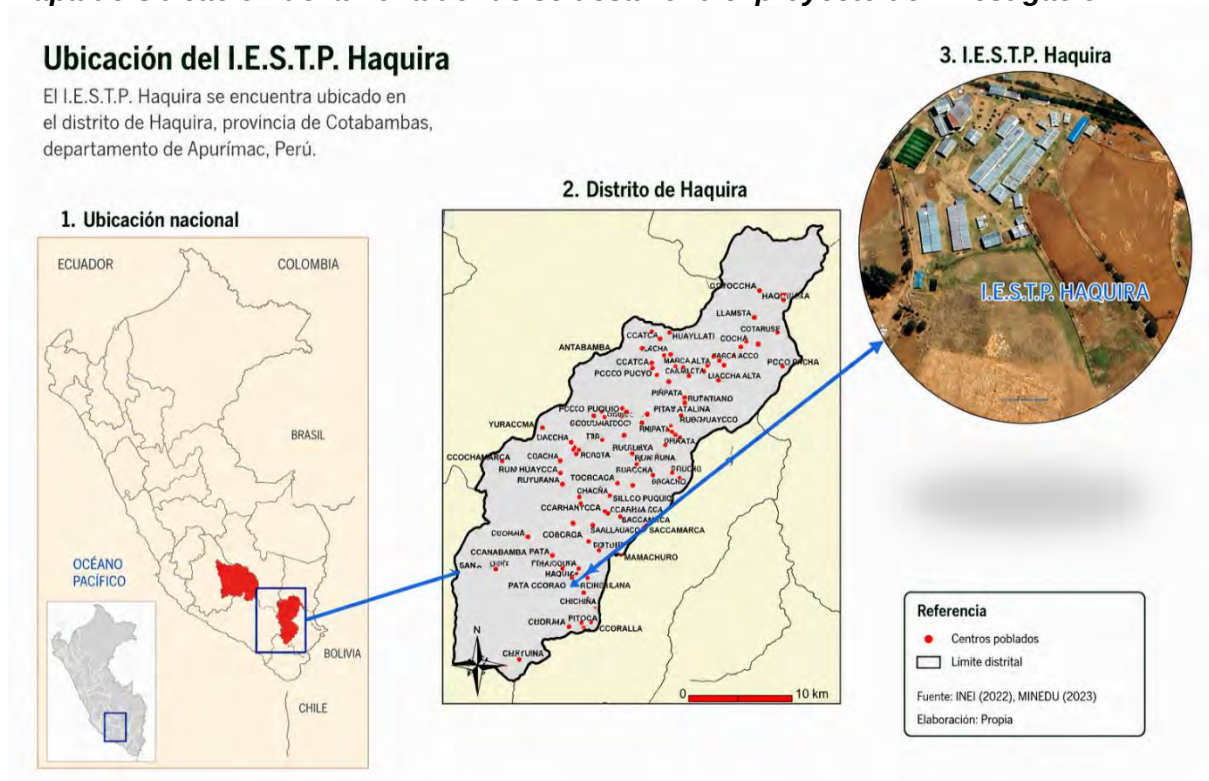
5.3. Ubicación Temporal

El proyecto de investigación se desarrolló en un periodo integral que abarcó desde abril de 2021 hasta abril de 2023. La fase de ejecución experimental en campo, que incluyó desde la preparación del terreno y la siembra hasta el ciclo final de aplicaciones fitosanitarias y nutricionales, se concentró específicamente entre julio de 2021 y enero de 2022

5.4. Mapa de Ubicación de la Parcela Experimental

IMAGEN N° 3.

Mapa de Ubicación de la Zona donde se desarrolló el proyecto de investigación



Nota: Imagen satelital extraído del Google y Google Earth Pro.

5.5. Ubicación Ecológica

5.5.1. Zona de vida y clima.

(Gorea, 2014), menciona a: **Zona de vida.** - de acuerdo con la clasificación de las zonas de vida de Leslie Holdridge, y tomando como referencia la información meteorológica de una serie histórica de 10 años de observación, se tienen valores de biotemperatura de 10.5 °C y una precipitación total anual de 802.14 mm, los que determinan que el IESTP Haquira ubicado en el anexo Antapampa del distrito de Haquira – Cotabambas se encuentra ubicado en:

Paramo pluvial – SUBANDINO SUBTROPICAL (pp-SaS).

5.5.2. Clima:

(SENAMHI, 2012), menciona que, en el distrito de Haquira, los veranos son cortos, cómodos y nublados y los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -2 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 24 °C.

5.5.3. Historial del terreno:

El terreno donde se desarrolló el presente trabajo de investigación tiene los siguientes antecedentes:

- Campaña agrícola 2016 – 2017 : cultivo de hortalizas.
- Campaña agrícola 2017 – 2018 : cultivo de alfalfa
- Campaña agrícola 2021 – 2022 : Presente estudio Brócoli.

5.6. Materiales y Herramientas

5.6.1. Materiales

Material biológico. El material genético empleado en la investigación consistió en semillas de brócoli híbrido (*Brassica oleraceae L. var. itálica*), específicamente la variedad Grand Prix. Esta variedad se seleccionó por su versatilidad y rendimiento consistente, siendo una planta vigorosa que produce cabezas de grano fino y gran peso. Su madurez fisiológica se alcanza en un periodo de 85 a 90 días, lo que la convierte en una opción líder tanto para el mercado en fresco como para el congelado, Uso de semilla de brócoli híbrido *Brassica oleraceae L. var. itálica, variedad Grand Prix*.

Material nutritivo mejorador de sustrato.

Abono orgánico sólido (Sustratos). Insumos Sapanqhari y Sinchi.

- Sapanqhari procesado por BIOABONOS DEL SUR

N. (%) = 3

P2O5. (%) = 2.5

K2O. (%) = 2

- Sinchi procesado por BIOABONOS DEL SUR

N. (%) = 2.03

P2O5. (%) = 1.34

$$\text{K}_2\text{O. (\%)} = 0.52$$

- Soluciones nutritivas (Abonos foliares). Aminovigor Premium, Ecovida Lactobacillus, Fish-O-Mega 4-1-1 y Biól al 10%.
 - o Aminovigor premium
 - o Ecovida Lactobacillus
 - o Fish-O-Mega 4-1-1
 - o Biól al 10%

Materiales de campo.

- Terreno de cultivo
- Cajas almacigueras
- Libreta de campo
- Etiquetas
- Paja
- Yeso

5.6.2. Herramientas

Herramientas de campo. Implementos manuales como pico, pala, rastrillo, lampa, tijeras de podar, mochilas fumigadoras y cúter.

Herramientas de gabinete. Balanza gramera, regla milimétrica, computadora, impresora y cámara fotográfica.

5.7. Métodos y Diseño Experimental

Metodológicamente, se clasifica como una investigación de campo, ejecutada íntegramente en la infraestructura de un fitotoldo ubicado a 3800 m.s.n.m. en la comunidad de Antapampa. La validez científica de los resultados se sustenta en la recolección de datos numéricos y su posterior validación mediante el Análisis de Varianza (ANOVA), herramienta estadística empleada para el contraste riguroso de las hipótesis planteadas

5.7.1. Diseño Experimental (DBCA 2A x 4B)

Para el análisis estadístico de los datos, se adoptó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de 2A x 4B. Este diseño permitió controlar la variabilidad de las condiciones ambientales dentro del fitotoldo mediante bloques y evaluar simultáneamente la interacción de los siguientes factores:

- **Factor A** (sustrato mejorado): Consta de dos niveles: sustrato mejorado con abono orgánico sólido Sinchi (**A₁**) y sustrato mejorado con abono orgánico Sapanqhari (**A₂**).
- **Factor B** (Soluciones nutritivas foliares): Consta de cuatro niveles: Testigo sin aplicación: (**T₀**), Fish-O-Mega 4-1-1 (**T₁**), Amino Vigor + Ecovida (**T₂**) y Biol al 10% (**T₃**).

De la combinación de los niveles de ambos factores se generaron un total de 8 tratamientos experimentales (A₁T₀, A₁T₁, A₁T₂, A₁T₃, A₂T₀, A₂T₁, A₂T₂, A₂T₃). El experimento se estableció con 2 repeticiones (bloques) por cada tratamiento, lo que resultó en un total de 16 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente en el campo tal como se menciona en la tabla.

TABLA N° 1.

Combinación de los niveles de ambos factores con 8 tratamientos experimentales.

		Abonos foliares (B)			
		Testigo	Fish-O-Mega 4-1-1	Amino Vigor + Ecovida	Biol al 10%
Sustrato mejorado (A)	Sinchi	A ₁ T ₀	A ₁ T ₁	A ₁ T ₂	A ₁ T ₃
	Sapanqhari	A ₂ T ₀	A ₂ T ₁	A ₂ T ₂	A ₂ T ₃

Fuente: elaboración propia

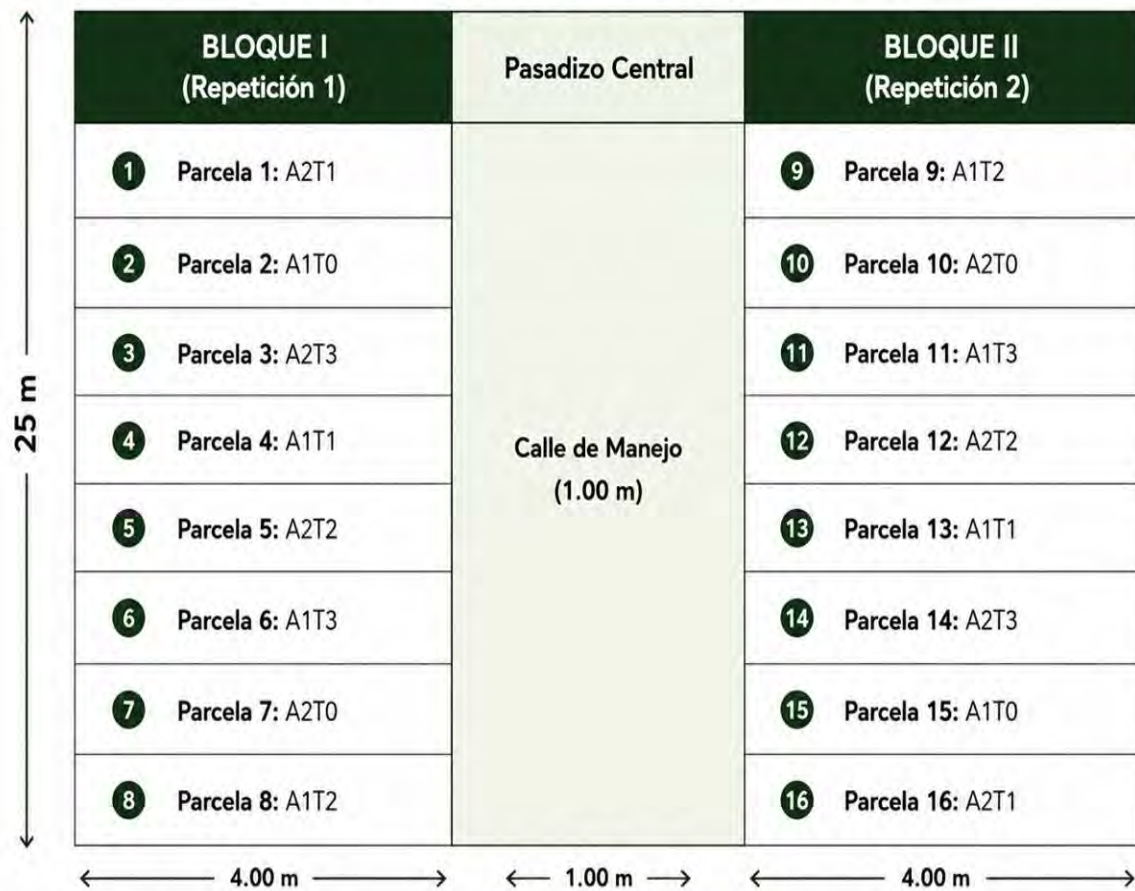
5.7.2. Croquis de Distribución del Campo Experimental

El campo se divide en dos bloques (repeticiones) para controlar la variabilidad del fitotoldo. Cada bloque contiene los 8 tratamientos distribuidos aleatoriamente.

IMAGEN N° 4.

Distribución de tratamientos en el fitotoldo

Distribución en el Fitotoldo (25 m x 9 m)



Fuente: elaboración propia

El experimento se condujo en un fitotoldo con un área total de 225 m², ubicado en las instalaciones del IESTP Haquira. El área total se subdividió en dos bloques principales de 96 m² cada uno, destinados a la evaluación de los dos tipos de abono orgánico sólidos (Factor A: sustrato mejorado con Sinchi y Sapanqhari).

Para el cumplimiento del arreglo factorial, se establecieron un total de 8 tratamientos (combinación de sustratos mejorados con 2 tipos de abono orgánico sólidos y 4 soluciones nutritivas abonos foliares). Considerando 2 repeticiones por cada tratamiento, el diseño constó de 16 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente en el campo.

Cada unidad experimental (parcela-tratamiento) consistió en un área de 12 m², con dimensiones de 4.00 m de largo por 3.00 m de ancho. Dentro de cada parcela se habilitaron 4 surcos con un distanciamiento de 0.70 m entre ellos. En cada surco se realizaron hoyos

para la siembra directa con una separación de 0.40 m entre plantas y una profundidad de 30 cm, asegurando una densidad de 32 plantas por parcela para la evaluación de las variables de rendimiento y comportamiento agronómico

5.7.3. Tratamientos y Variables

Tratamientos. Combinación de 2 sustratos mejorados (Factor **A**) y 4 soluciones foliares (Factor **B**), incluyendo testigos. Los tratamientos resultantes del arreglo factorial 2A x 4B, el que se detalla en la tabla siguiente:

TABLA N° 2.

Tabla de Combinación de Tratamientos

Código	Factor A (sustrato mejorado con abono orgánico sólido)	Factor B (Abono Foliar)
A1T0	Sinchi	Testigo (Agua)
A1T1	Sinchi	Fish-O-Mega 4-1-1
A1T2	Sinchi	Amino Vigor + Ecovida
A1T3	Sinchi	Biol al 10%
A2T0	Sapanqhari	Testigo (Agua)
A2T1	Sapanqhari	Fish-O-Mega 4-1-1
A2T2	Sapanqhari	Amino Vigor + Ecovida
A2T3	Sapanqhari	Biol al 10%

Fuente: Elaboración propia

Variables e indicadores.

- Rendimiento: Peso fresco de la pella en g/planta y t/ha.
- Comportamiento agronómico: Diámetro de la pella (cm) y altura de planta.
- Evaluación económica: Costos de producción, beneficio neto y rentabilidad.

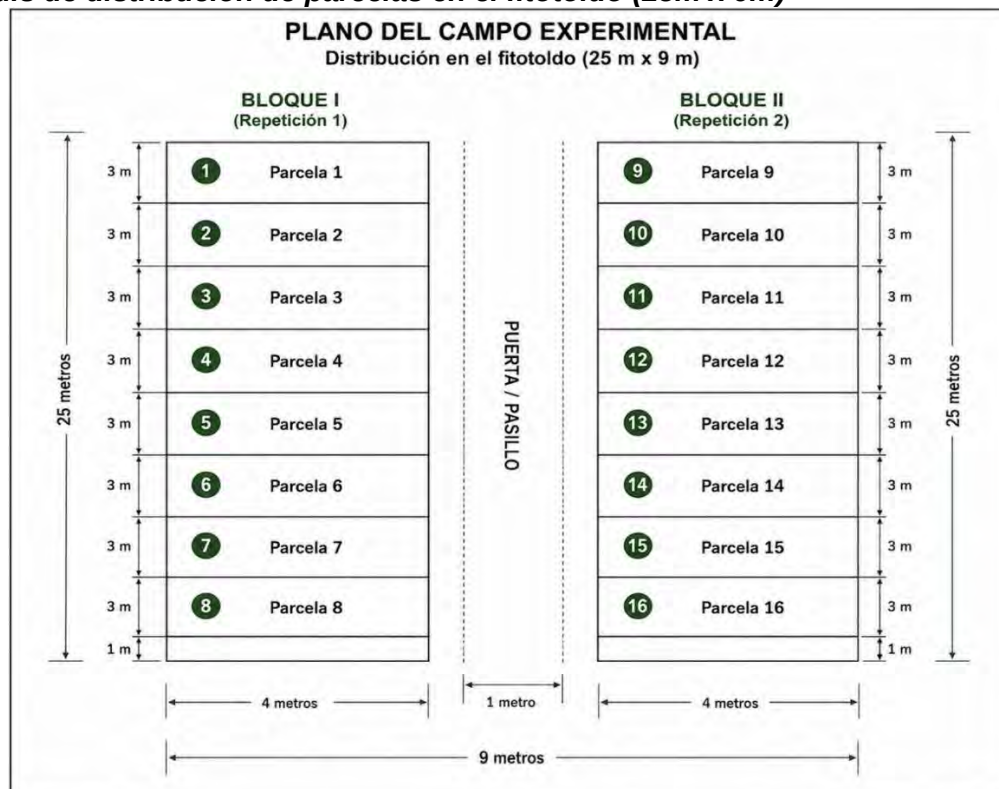
5.8. Diseño y Dimensiones del Campo Experimental

El campo experimental se estableció bajo una estructura de fitotoldo con un área total de 100 m² (25 m de largo por 4 m de ancho). Para el manejo estadístico y el control de la variabilidad, el terreno se dividió en las siguientes unidades:

- Bloques: Se definieron dos bloques (repeticiones) de 50 m² cada uno (12.5 m x 4 m), con un área útil de 38.6 m² por bloque.
- Unidades experimentales (parcelas): Cada unidad consistió en una parcela de 12 m², con dimensiones de 4.00 m de largo por 3.00 m de ancho. Con el fin de cumplir con el diseño factorial de 8 tratamientos y 2 repeticiones, el experimento constó de un total de 16 parcelas distribuidas aleatoriamente.
- Surcos: Cada parcela albergó 4 surcos de 4.00 m de largo, con un distanciamiento de 0.70 m entre surcos. El área neta por surco experimental fue de 2.80 m².
- Densidad de siembra: Se estableció un distanciamiento de 0.40 m entre plantas, lo que define un área de crecimiento de 0.32 m² por planta.
- Población de plantas: Cada parcela contó con 32 plantas, sumando un total de 256 plantas en todo el campo experimental. Para el levantamiento de datos, se determinó una muestra de 14 plantas a evaluar por parcela para asegurar la representatividad de los indicadores de rendimiento y comportamiento agronómico.

IMAGEN N° 5.

Croquis de distribución de parcelas en el fitotoldo (25m x 9m)



Fuente: elaboración propia

5.8.1. Especificaciones Técnicas del Diseño

Con base en las dimensiones y parámetros establecidos para la conducción del experimento en el fitotoldo del IESTP Haquira, se detallan las siguientes especificaciones:

- Infraestructura: El experimento se realizó bajo un fitotoldo de 100 m² de área total (25 m de largo x 4 m de ancho) por bloque.
- Unidades Experimentales: El diseño consta de 16 parcelas (8 tratamientos × 2 repeticiones o bloques).
- Dimensiones de la Parcela: Cada unidad experimental tiene un área de 12 m², con dimensiones de 4.00 m de largo por 3.00 m de ancho.
- Distribución del Cultivo:
 - o Surcos: 4 surcos por parcela de 4.00 m de largo.
 - o Distanciamiento entre surcos: 0.70 m.
 - o Distanciamiento entre plantas: 0.40 m.
 - o Área neta por planta: 0.32 m².
- Población de Plantas:
 - o Plantas por parcela: 32 unidades.
 - o Plantas totales en el experimento: 256 unidades.
 - o Muestra para evaluación: Se seleccionaron 14 plantas representativas por parcela para la toma de datos de rendimiento y comportamiento agronómico.
- Preparación de Suelo:
 - o Hoyado: Orificios de 30 cm de profundidad con un radio de 10 cm.
 - o Mezcla de ABONO ORGANICO SOLIDO: Proporción 1:1 (abono orgánico y tierra negra), aplicada de forma localizada en cada hoyo de siembra

5.8.2. Distribución General del Fitotoldo (225 m²)

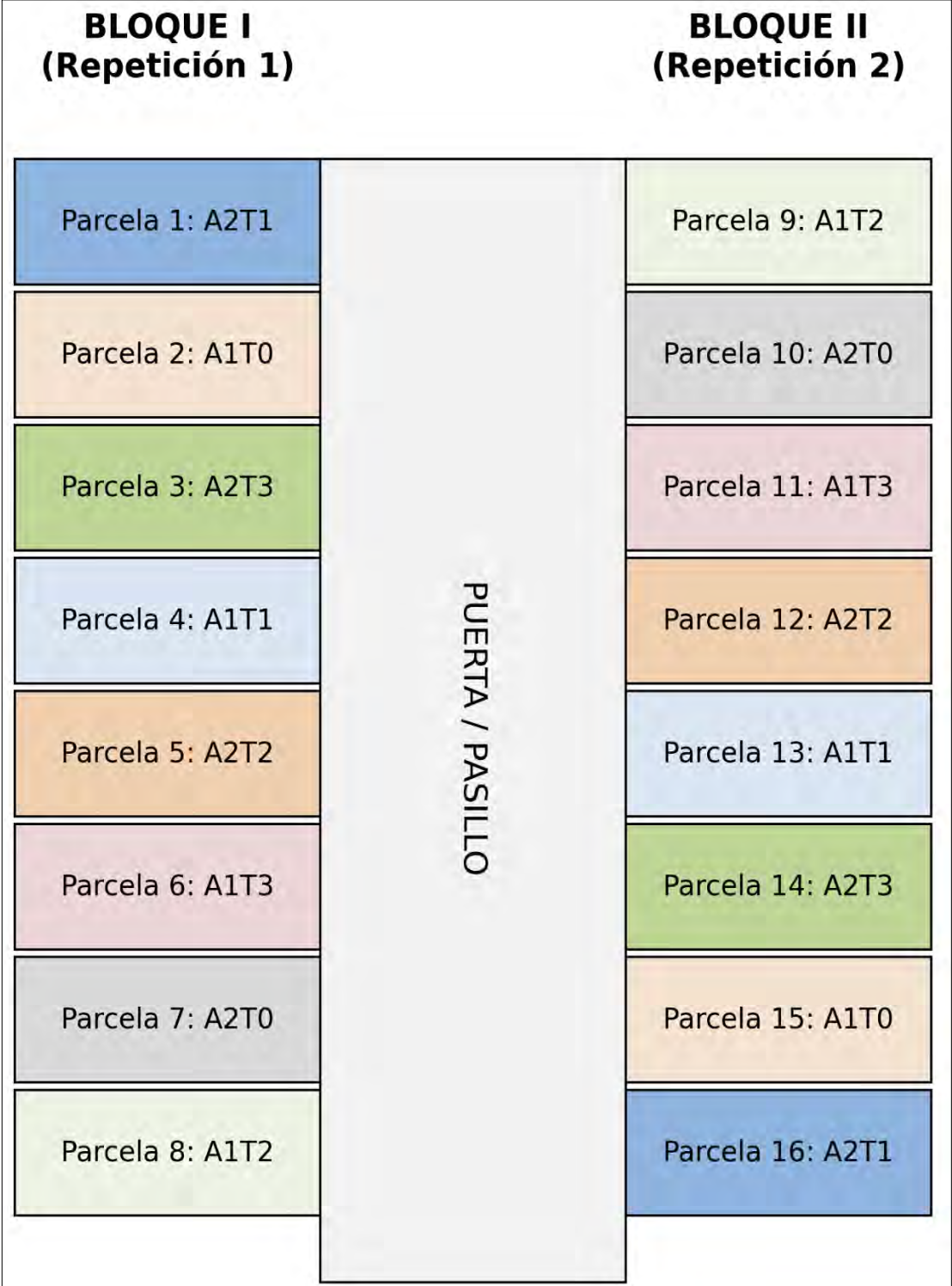
División del área total para albergar los dos bloques de 100 m² y la calle central de manejo.

El área se dividió en dos sectores principales (Bloques) de 100 m² cada uno, separados

por una calle central de manejo de 1.00 m de ancho que recorre los 25 m de longitud del fitotoldo (25 m² destinados a tránsito y bordes).

IMAGEN N° 6.

Distribución General del Fitotoldo (225 m²)



Fuente: elaboración propia

Cada bloque de 96 m² alberga 8 parcelas de 12 m² (4.00 m x 3.00 m) dispuestas en serie, dejando los márgenes necesarios para el cerramiento del fitotoldo

5.8.3. Croquis Detallado de la Parcela de Trabajo (12 m²)

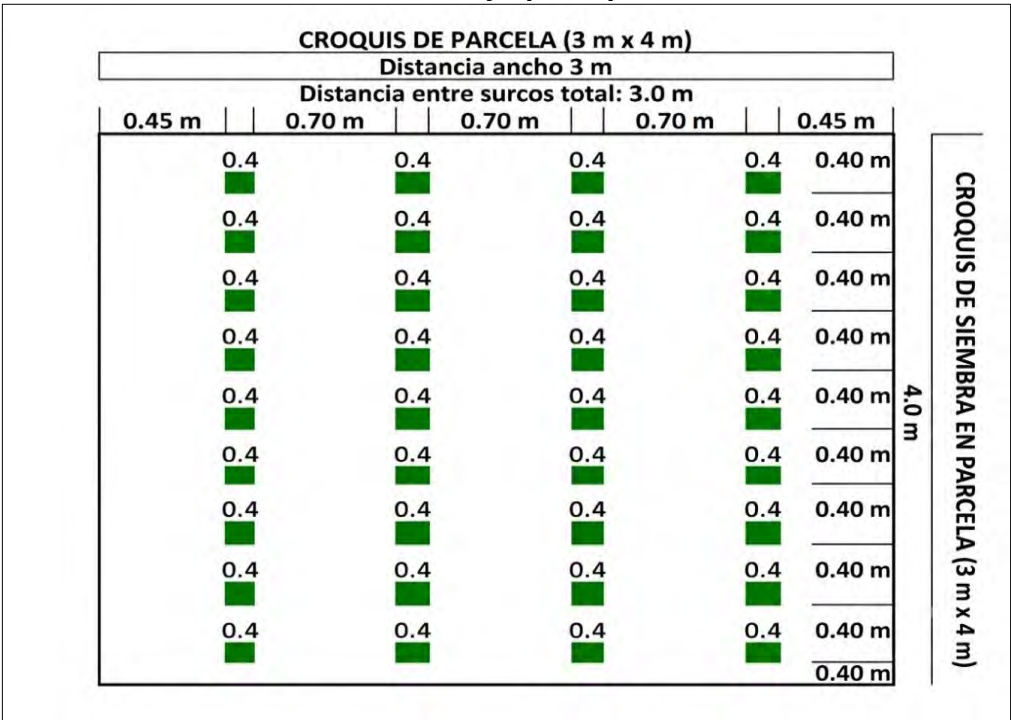
Cada una de las 16 unidades experimentales presenta la siguiente configuración técnica, corrigiendo la densidad poblacional para abarcar los 4.00 metros de largo con precisión métrica:

- Dimensiones: 4.00 m de largo x 3.00 m de ancho.
- Distribución de Surcos (Ancho 3.00 m): Se instalaron 4 surcos paralelos. El distanciamiento entre surcos es de 0.70 m, dejando bordes laterales de 0.45 m a cada extremo para evitar el "efecto de borde" (m).
- Distribución de Plantas (Largo 4.00 m): Se establecieron 9 puntos de siembra (golpes) por surco. La siembra inicia con un borde de 0.40 m, seguido de 8 espacios de 0.40 m entre plantas, y finaliza con un borde de 0.40 m (m).

Población Unificada: Cada parcela cuenta con un total de 36 plantas (), sumando una población total experimental de 576 plantas.

IMAGEN N° 7.

Croquis Detallado de la Parcela de Trabajo (12 m²)



Fuente: elaboración propia

5.9. Cálculo de Dosis y Aplicación de Abonos

5.9.1. Cálculo y Frecuencia de Aplicación de Abonos Foliares

La aplicación de abono orgánico para mejorar el sustrato se realiza de forma localizada en los hoyos de siembra (30 cm de profundidad y 10 cm de radio) en una proporción de 1:1 con tierra negra.

- **ABONO ORGÁNICO SÓLIDO Sapanqhari (A2):**
 - o Dosis por planta: 0.30 kg.
 - o Dosis por parcela (36 plantas): kg.
 - o Dosis por bloque (8 parcelas): kg.
 - o Proyección por hectárea: equivale a 7,500 kg/ha.
- **ABONO ORGÁNICO SÓLIDO Sinchi (A1):**
 - o Dosis por planta: 0.30 kg.
 - o Dosis por parcela (36 plantas): kg.
 - o Dosis por bloque (8 parcelas): kg.
 - o Proyección por hectárea: equivale a 7,500 kg/ha.

5.9.2. Cálculos para Abonos Orgánicos Líquidos (Foliares)

La fertilización foliar se realiza mediante 9 aplicaciones en total, con un intervalo de 15 días, iniciando a los 33 días después de la siembra. Los cálculos se basan en una mochila de 5 litros.

- **Tratamiento T1: Fish-O-Mega 4-1-1**
 - o Dosis por litro de agua: 5 ml.
 - o Dosis por mochila (5 L): 25 ml.
 - o Total, para el ciclo (9 aplicaciones/parcela): ml.
- **Tratamiento T2: Amino Vigor + Ecovida**
 - o **Amino Vigor:**
 - Dosis por litro de agua: 5 ml.
 - Dosis por mochila (5 L): 25 ml.
 - Total, ciclo (9 aplicaciones/parcela): 225 ml.

- o Ecovida:
 - Dosis por litro de agua: 2.5 ml.
 - Dosis por mochila (5 L): 12.5 ml.
 - Total, ciclo (9 aplicaciones/parcela): 112.5 ml.
- Tratamiento T3: Biol al 10%
 - o Dosis por litro de agua: 100 ml.
 - o Dosis por mochila (5 L): 500 ml.
 - o Total, para el ciclo (9 aplicaciones/parcela): ml (4.5 Litros).
 - o *Nota: Aunque en algunos resúmenes de resultados se mencionan 300 ml, la tabla técnica de dosificación específica 500 ml por mochila de 5 litros.*
- Tratamiento T0 (Testigo):
 - o Dosis: 0 ml (solo agua).

5.10. Conducción de la Investigación

5.10.1. Preparación y Desinfección del Terreno

La etapa inicial consistió en el acondicionamiento integral de los 225 m² de superficie bajo fitotoldo. Los días 25 y 26 de julio de 2021 se realizó el roturado del cultivo previo (*Alfalfa – Medicago sativa*), procediendo con el desmenuzado y la nivelación de la capa arable hasta una profundidad de 30 cm, asegurando así una porosidad óptima para el crecimiento radicular. Posteriormente, se efectuó el trazado de los dos bloques de repetición y la delimitación de las 16 parcelas experimentales de 12 m² cada una. La preparación culminó con la conformación de surcos en lomo alto distanciados a 0.70 m. Para asegurar la sanidad del suelo, el 10 de agosto se aplicó cal agrícola con el fin de neutralizar patógenos fúngicos y regular el pH superficial

- Acondicionamiento del suelo: Se realizó el roturado del cultivo precedente (*Alfalfa – Medicago sativa*), seguido de labores de desmenuzado y nivelación de la capa arable hasta alcanzar una profundidad uniforme de 30 cm. Este mullido profundo es esencial para garantizar una aireación adecuada y facilitar la expansión del sistema radicular del brócoli.

- Trazado y delimitación: Con el apoyo de herramientas manuales (pico, pala y rastrillo), se procedió al marcado de los dos bloques principales (repeticiones) y a la delimitación de las 16 unidades experimentales de 12 m² (4.00 m x 3.00 m) cada una. Esta actividad permitió organizar el espacio de acuerdo con el diseño de bloques completamente al azar establecido.
- Conformación de surcos: Se finalizó con la formación de surcos en lomo alto, habilitando 4 surcos paralelos por parcela con un distanciamiento de 0.70 m entre ellos. Esta configuración técnica optimiza el drenaje y facilita las labores posteriores de hoyado localizado y la instalación del sistema de riego

IMAGEN N° 8.

Preparación de terreno, eliminando restos de cultivo anterior en ambos bloques



Fuente: elaboración propia

5.10.2. Desinfección del terreno

La desinfección del terreno donde se desarrolló el presente trabajo de investigación se realizó aplicando Cal agrícola espolvoreada sobre la superficie con el objetivo de

desinfectar y disminuir la presencia de hongos fitopatógenos del mismo modo se enmienda para corregir el pH del suelo.

Esta actividad se desarrolló el 10 de agosto del 2021

IMAGEN N° 9.

Desinfección de las parcelas para instalación de los tratamientos



Fuente: elaboración propia

5.10.3. Hoyado y Aplicación del Sustrato Base

El 11 de agosto de 2021 se ejecutó la apertura manual de hoyos sobre los lomos de los surcos, empleando un radio de 10 cm y una profundidad de 30 cm, manteniendo un distanciamiento de 0.40 m entre plantas. Inmediatamente después, se incorporó el sustrato orgánico correspondiente a cada tratamiento (Sinchi o Sapanqhari) mezclado con tierra

negra en una proporción de 1:1. Este material localizado funcionó como el entorno nutricional base para el desarrollo del brócoli desde la siembra hasta la etapa de cosecha

IMAGEN N° 10.

Elaboración de hoyos y aplicación de sustrato mejorado con abono orgánico para tratamientos



Fuente: elaboración propia

5.10.4. Aplicación de abono orgánico sólido base mejorador de sustrato

Una vez realizado la apertura de hoyos, se procede a realizar la aplicación del abono orgánico sólido preparado en una proporción de 1:1 utilizando sinchi o sapanqhari y

tierra negra el cual se distribuyó en las parcelas de ensayo tanto para sinchi como para sapanqhari y este abono orgánico solido sirvió de área de desarrollo de la planta de brócoli desde la instalación de la semilla hasta la cosecha.

Esta actividad se realizó el 11 de agosto del 2021

IMAGEN N° 11.

Aplicación de sustrato mejorado con abono orgánico según tratamiento (Sinchi - Sapanqhari)



Fuente: elaboración propia

5.10.5. Siembra Directa de Brócoli

Tras asegurar la humedad del terreno mediante un riego previo, el 12 de agosto de 2021 se realizó la **siembra directa** depositando de **2 a 3 semillas** de brócoli híbrido ("Grand Prix") por cada punto de siembra, a una profundidad de entre 0.5 y 1 cm. Para favorecer una germinación uniforme y proteger la humedad, los golpes de siembra se cubrieron con una **capa de paja**, la cual fue retirada una vez que las plántulas emergieron y mostraron un desarrollo inicial adecuado

IMAGEN N° 12.

Colocación de la semilla en el sustrato preparado; siembra directa



Fuente: elaboración propia

IMAGEN N° 13.

Aplicación e Incorporación de cobertura para garantizar la germinación de la semilla (paja)



Fuente: elaboración propia

IMAGEN N° 14.

Etapas de germinación de la planta y retiro de cobertura para ingreso de luz directa



Fuente: elaboración propia

5.10.6. Instalación del Sistema de Riego Localizado

Para el suministro hídrico, se implementó un sistema de riego tecnificado por microaspersión con emisores elevados de tipo "bailarín". Esta configuración se diseñó para simular una lluvia fina sobre las 16 parcelas, garantizando una distribución homogénea del agua y evitando el estrés hídrico en las etapas críticas de germinación e inducción floral.

5.10.7. Labores Culturales

Se realizó las diferentes labores culturales como como es:

El deshierbe, actividad que se realizó en dos oportunidades, la primera antes del aporque en la cual se realiza el retiro y arranque manual de especies diferentes al cultivo principal en este caso al brócoli. La segunda se realiza después del aporque donde se observó la mínima presencia de especies silvestres como: Nabo: *Brassica rapa*, Kikuyo: *Cenchrus clandestinus* (anteriormente clasificado como *Pennisetum clandestinum*), sillkawi, sillkau, amor seco o chipaca: *Bidens pilosa*.

El aporque, se realiza un solo aporque con la finalidad de incorporar tierra hacia los tallos y de esta manera brindar mayor estabilidad a las plantas.

Evaluación y manejo de plagas y enfermedades, se realiza la constante evaluación de plagas presencia de plagas en el cultivo de brócoli, no encontrando ningún tipo de insecto durante su desarrollo, del mismo modo no se evidenció el ataque de enfermedades en el cultivo de brócoli

IMAGEN N° 15.

Labores culturales- aporque de las plantas



Fuente: elaboración propia

El manejo del cultivo incluyó dos jornadas de deshierbe manual; la primera se ejecutó antes de la labor de aporque para eliminar la competencia de especies silvestres, y la segunda se realizó de forma complementaria durante la fase de crecimiento. Asimismo, se realizó un único aporque para aportar tierra al cuello de la raíz y brindar mayor estabilidad estructural a las plantas. Durante todo el ciclo, se mantuvo un monitoreo fitosanitario riguroso, el cual determinó una ausencia significativa de plagas y enfermedades bajo las condiciones controladas del fitotoldo

La fertilización suplementaria se gestionó a través de 9 aplicaciones simultáneas con una mochila de 5 litros, iniciando formalmente a los 33 días después de la siembra. El cronograma de aplicaciones se extendió del 15 de septiembre de 2021 al 15 de enero de

2022, manteniendo una frecuencia quincenal (cada 15 días) para optimizar la asimilación de los nutrientes por parte del follaje en los tratamientos con Amino Vigor, Ecovida, Fish-O-Mega y Biol

IMAGEN N° 16.

Aplicación de abonos foliares según tratamiento y calendario establecido en la investigación



Fuente: elaboración propia

5.11. Evaluación de Variables

El proceso de recolección de datos se orientó a cuantificar el impacto de los sustratos orgánicos y la fertilización foliar sobre la productividad y el desarrollo morfológico

del brócoli. Las evaluaciones se dividieron en indicadores de rendimiento y variables de comportamiento agronómico

IMAGEN N° 17.

Comportamiento agronómico de brócoli y evaluación de variables



Fuente: elaboración propia

5.11.1. Rendimiento (Peso Fresco de la Pella)

El rendimiento productivo se determinó mediante la cuantificación de la biomasa de la inflorescencia principal o pella en estado de madurez comercial. Una vez realizada la cosecha manual, se procedió a pesar cada unidad empleando una balanza gramera de precisión para obtener el dato en gramos por planta (g/planta).

Este indicador permitió proyectar la productividad agrícola total expresada en toneladas por hectárea (t/ha) para cada uno de los ocho tratamientos experimentales, facilitando la

comparación entre el efecto de los sustratos Sinchi y Sapanqhari combinados con los niveles de fertilización foliar.

5.11.2. Comportamiento Agronómico (Diámetro y Altura)

Esta categoría agrupa las variables fenotípicas que describen el vigor y la calidad comercial de la planta de brócoli bajo las condiciones del fitotoldo

IMAGEN N° 18.

Evaluación del peso fresco de la pella en gramos



Fuente: elaboración propia

5.11.3. Diámetro de la pella

Tras la cosecha, se realizó la medición de la parte superior de la inflorescencia principal utilizando una cinta métrica o regla milimétrica. El dato se tomó de forma

transversal (medición ecuatorial) para determinar el tamaño alcanzado por el domo floral en cada tratamiento, siendo un factor determinante para los estándares de calidad del mercado.

IMAGEN N° 19.

Evaluación de la medida del diámetro ecuatorial de la pella en centímetros



Fuente: elaboración propia

5.11.4. Altura de planta

El desarrollo longitudinal del cultivo se evaluó midiendo la distancia vertical desde la superficie del suelo agrícola hasta el ápice del extremo de la hoja más alta. Para asegurar un registro detallado del crecimiento, esta actividad se ejecutó en cuatro momentos distintos distribuidos a lo largo de las etapas fenológicas de la planta, utilizando para ello una cinta métrica

Aspectos técnicos clave para la presentación:

1. Instrumentación: Se resalta el uso de herramientas específicas (balanza y regla milimétrica) que ya figuran en la sección de materiales.
2. Unidades de Medida: Se unifican los términos a g/planta, t/ha y cm para mantener la coherencia con los cuadros de resultados finales.
3. Proyección: Se clarifica que el peso de la pella es la base para el cálculo del rendimiento por hectárea, conectando el diseño experimental con las conclusiones de productividad

5.12. Evaluación Económica (Costos de Producción)

El análisis económico de la presente investigación se fundamenta en la determinación de la viabilidad financiera del cultivo de brócoli bajo sistemas de agricultura protegida en altitudes superiores a los 3800 m.s.n.m. Para ello, se operacionalizaron indicadores de inversión y retorno que permitieron contrastar la eficiencia de cada tratamiento en términos monetarios.

5.12.1. Estructura de los costos de producción

Se cuantificaron de forma pormenorizada todos los gastos incurridos durante el ciclo fenológico, clasificados de la siguiente manera:

- Costos Directos: Comprenden el flujo de caja destinado a las actividades operativas, incluyendo la preparación del terreno (roturado y desinfección), la adquisición de semilla híbrida "Grand Prix", la dosificación de sustratos orgánicos

(Sinchi o Sapanqhari) y soluciones foliares, así como la mano de obra intensiva para labores culturales y cosecha.

- Costos Indirectos: Agrupan los gastos de administración y supervisión técnica, incorporando además un margen del 5% sobre el costo directo destinado a imprevistos para mitigar riesgos operativos durante la ejecución del proyecto.

5.12.2. Indicadores de rentabilidad y beneficio

La evaluación técnica se realizó mediante la comparación de índices económicos proyectados a nivel de hectárea, permitiendo identificar la combinación nutricional con mayor eficiencia financiera:

1. Beneficio Bruto: Calculado a partir del rendimiento total comercializable () multiplicado por el precio de mercado vigente en la zona de estudio.
2. Beneficio Neto: Representa la utilidad real tras deducir los costos totales de producción del beneficio bruto.
3. Índice de Rentabilidad (Relación B/C): Indicador que determina la eficiencia de la inversión. Un índice de 1.99 (como el alcanzado por el tratamiento A1T2) señala que por cada sol invertido se recupera el capital y se genera una ganancia neta del 99%

XI. VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resumen de datos de la investigación

En este capítulo se presenta el resumen general en datos de la investigación realizada en la comunidad de Antapampa del distrito de Haquira- Cotabambas- Apurímac. La misma que se utiliza como base de datos para realizar el análisis estadístico a las variables.

CUADRO N° 1.

Resumen de promedios y datos obtenidos en la evaluación

	Código	Abono Sólido (Factor A)	Abono Foliar (Factor B)	Peso Fresco Pella (g/planta)	Rendimiento Total (t/ha)	Diámetro de Pella (cm)	Altura de Planta (cm)	Beneficio Neto (S/.)	Índice Rentabilidad (B/C)
BLOQUE I	A1T0	Sinchi	Testigo (A)	389.64	11.69	47.29	72.4	S/ 10,613.50	1.25
	A1T1		Fish-O-Mega 4-1-1	625.36	18.76	41.64	81.5	S/ 39,153.68	1.86
	A1T2		Amino Vigor + Ecovida	710.71	21.32	47.39	76.0	S/ 51,406.06	2.15
	A1T3		Biol al 10%	475.36	14.26	41.39	79.4	S/ 21,893.27	1.52
BLOQUE II	A2T0	Sapandhari	Testigo (Agua)	366.07	10.98	39.18	73.7	S/ 7,431.36	1.18
	A2T1		Fish-O-Mega 4-1-1	590.36	17.71	53.39	73.9	S/ 34,428.68	1.76
	A2T2		Amino Vigor + Ecovida	671.43	20.14	66.25	72.2	S/ 46,102.49	2.04
	A2T3		Biol al 10%	443.57	13.31	47.29	76.9	S/ 17,602.19	1.42

Fuente: elaboración propia

6.2 Rendimiento Agronómico (Peso Fresco de la Pella en Gramos)

Esta sección responde responder a los objetivos de evaluar el efecto de los abonos sólidos (Factor A) y foliares (Factor B) en la productividad.

TABLA N° 3.

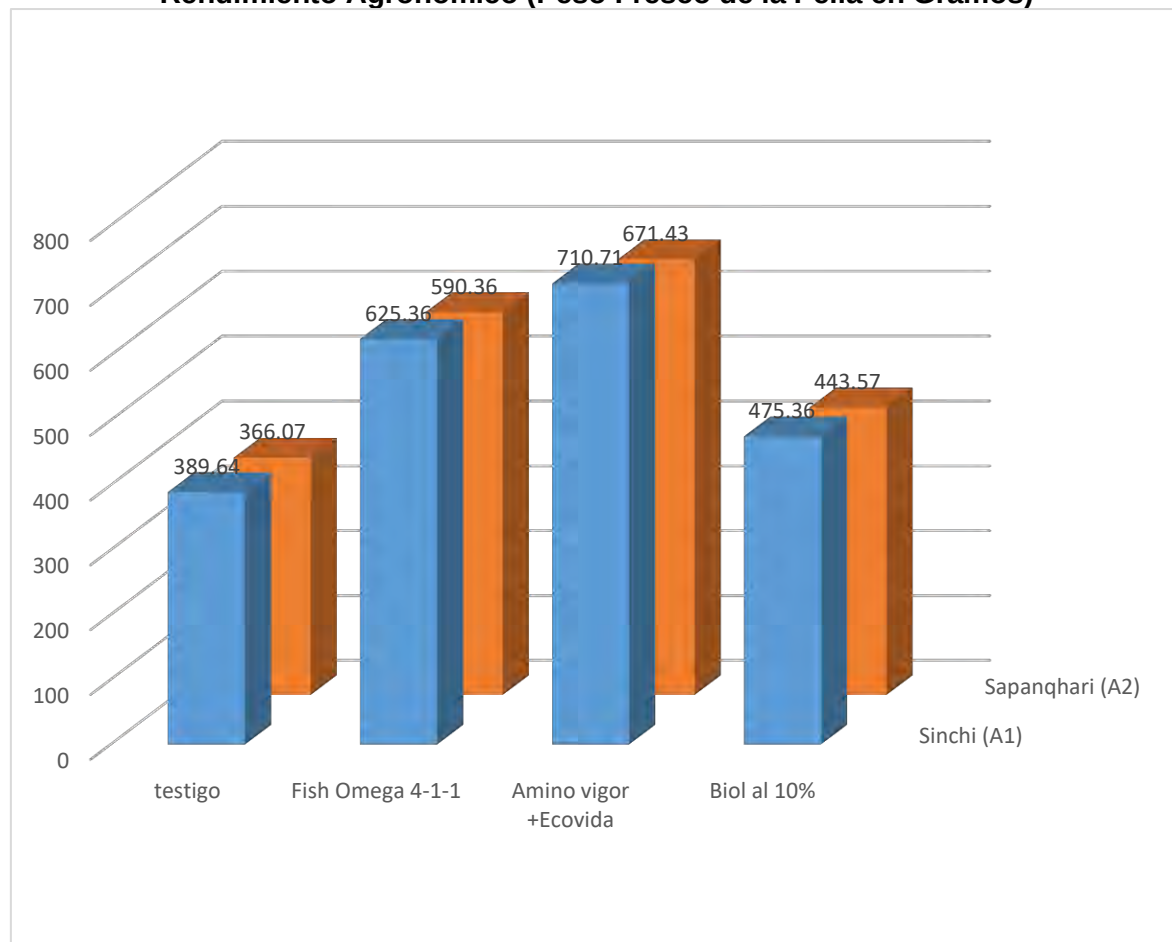
Rendimiento Agronómico Promedio (Peso Fresco de la Pella en Gramos)

Abono Sólido (A)	Testigo (T0)	Fish-O-Mega (T1)	Amino Vigor (T2)	Biol 10% (T3)	Totales A (Yg..)
Sinchi (A1)	389.64	625.36	710.71	475.36	2201.07
Sapanqhari (A2)	366.07	590.36	671.43	443.57	2071.43
Total, Columna (X.j.)	755.71	1215.72	1382.14	918.93	4272.5

Fuente: elaboración propia

GRAFICO N° 1.

Rendimiento Agronómico (Peso Fresco de la Pella en Gramos)



Fuente: elaboración propia

6.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA) para el Peso de Pella:

TABLA N° 4.

ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo para peso de la pella

Fuente de Variación	Suma Cuadrados (SC)	Grados Libertad (gl)	Media Cuadrática (MC)	F Calculada	F Teórico ($\alpha=0.05$) /5%
	58,825.45	1	58825.45	15.68	3.89
SCTrac A	3,363,497.77	3	1121165.92	298.80	2.65
SCTrac B	1,854.91	3	618.30	0.16	2.65
SCF AB					
SCError	810,475.00	216	3752.20		
SCTotal	4,234,653.13	223			
SC	63,889,896.88				

Fuente: elaboración propia

Comparando con los valores críticos de la tabla F ($\alpha=0.05$):

1. Interacción (AxB): (aprox. 2.65). No es significativa. Los abonos se comportan igual en ambos sustratos.
2. Abonos (Factor B): Altamente significativo. El tipo de abono líquido influye drásticamente en el peso.
3. Sustratos (Factor A): (aprox. 3.89). Significativo. Existe diferencia entre el sustrato Sinchi y Sapanqhari.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula para los factores principales, indicando que tanto el sustrato como el abono foliar afectan el peso de la pella de forma independiente

6.2.2. Comparación de Medias (Prueba de Tukey):

TABLA N° 5.

Medias por tratamiento dividiendo el total (Xi) entre 28

Tratamiento (Sustrato + Abono)	Media (g/planta)
A1T2 (Sinchi + Amino Vigor)	710.71
A2T2 (Sapanqhari + Amino Vigor)	671.43
A1T1 (Sinchi + Fish Omega)	625.36
A2T1 (Sapanqhari + Fish Omega)	590.36
A1T3 (Sinchi + Biol)	475.36
A2T3 (Sapanqhari + Biol)	443.57
A1T0 (Sinchi + Testigo)	389.64
A2T0 (Sapanqhari + Testigo)	366.07

Fuente: elaboración propia

Análisis del rendimiento superior del tratamiento Amino Vigor + Ecovida (T2), el cual alcanzó el mayor peso promedio.

TABLA N° 6.

Resumen de Resultados (Significancia Tukey)

Tratamiento	Media	Grupo Homogéneo
Sinchi + Amino Vigor	710.71	A
Sapanqhari + Amino Vigor	671.43	AB
Sinchi + Fish Omega	625.36	BC
Sapanqhari + Fish Omega	590.36	C
Sinchi + Biol	475.36	D
Sapanqhari + Biol	443.57	D
Sinchi + Testigo	389.64	E
Sapanqhari + Testigo	366.07	E

Fuente; elaboración propia

Nota: Medias seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre sí (P>0.05).

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable peso fresco de la pella, se determinó que existen diferencias estadísticas significativas entre los niveles de fertilización foliar aplicados. El tratamiento conformado por el sustrato Sinchi combinado con el abono foliar Amino Vigor (A1T2) registró el promedio más alto con 710.71 g, superando significativamente a todos los demás grupos, a excepción del tratamiento con sustrato Sapanqhari y el mismo abono foliar (A2T2), con el cual comparte el grupo de significancia 'a'.

Asimismo, se observó que la aplicación de Amino Vigor y Fish Omega generó pesos de pella significativamente superiores a la aplicación de Biol y al Testigo, independientemente del sustrato utilizado. Esto coincide con los resultados del ANOVA, donde el factor abono foliar (Factor B) mostró un efecto altamente significativo. Por el contrario, los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos testigo (T0) en ambos sustratos, los cuales conformaron el último grupo homogéneo ('e'), evidenciando que la ausencia de fertilización foliar limita drásticamente el desarrollo de la pella.

6.3. Comportamiento Agronómico (Diámetro y Altura)

Evaluación de las variables fenotípicas que describen el vigor y la calidad comercial.

6.3.1. Diámetro Ecuatorial de la Pella (cm):

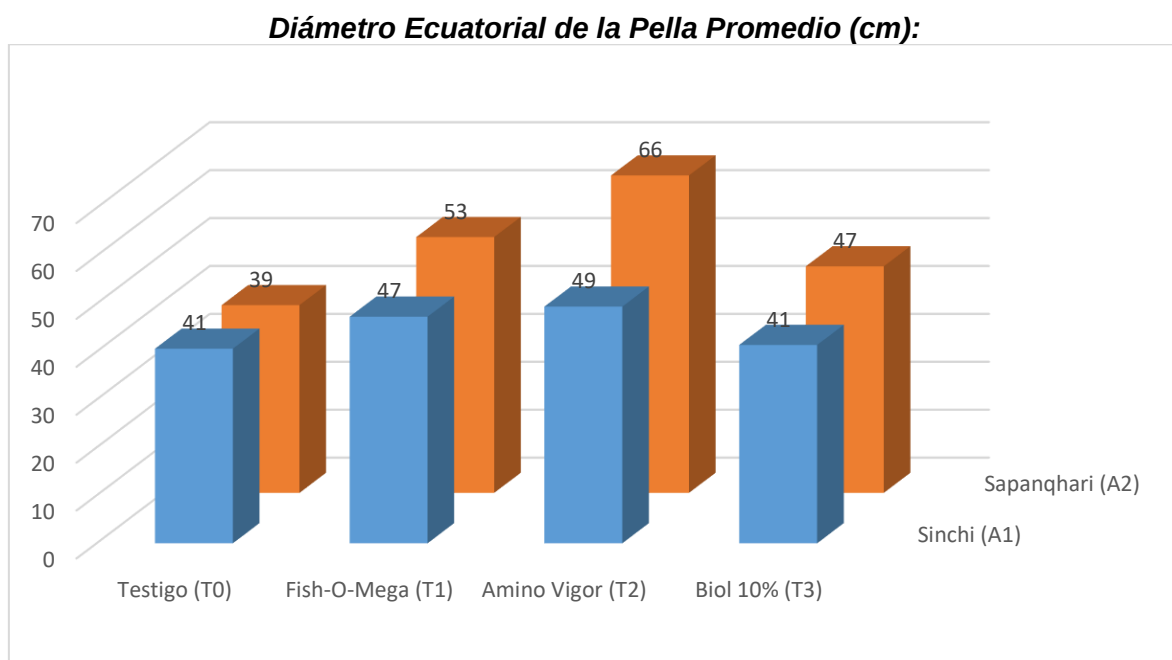
TABLA N° 7

Diámetro Ecuatorial de la Pella Promedio (cm):

Abono Sólido (A)	Testigo (T0)	Fish-O-Mega (T1)	Amino Vigor (T2)	Biol 10% (T3)	Totales A (Yg·)
Sinchi (A1)	41	47	49	41	179
Sapanqhari (A2)	39	53	66	47	206
Totales B (Yj·)	80	101	116	89	385

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 2.



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 8.

ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo para diámetro ecuatorial de la pella

Fuente de Variación	Suma Cuadrados (SC)	Grados Libertad (gl)	Media Cuadrática (MC)	F Calculada	F Teórico ($\alpha=0.05$)
SCTrac A	2,633.14	1	2633.14	234.78	3.89
SCTrac B	10,137.16	3	3379.05	301.28	2.65
SCF AB	2,382.04	3	794.01	70.80	2.65
SCError	2,422.55	216	11.22		
SCTotal	17,574.89	223			
SC	518,210.16				

Fuente: elaboración propia

Al comparar los valores de calculados contra los valores de la tabla (N° 6), se obtienen las siguientes conclusiones técnicas:

- Interacción (A x B): El valor F_{AB} (70.80) es muy superior al valor crítico (2.65), por lo que la interacción es altamente significativa. Esto indica que el efecto de los abonos foliares sobre el diámetro de la pella depende directamente del tipo de sustrato

utilizado. En términos prácticos, un abono puede ser excelente en el sustrato Sinchi, pero no tener el mismo desempeño en Sapanqhari.

- Factor B (Abono Foliar): Presenta un efecto altamente significativo ($F=301.29$), lo que confirma que la nutrición foliar es el factor que más influye en el crecimiento diametral del cultivo.
- Factor A (Abono sólido): También resulta altamente significativo ($F=234.78$) demostrando que la base sólida (Sinchí vs Sapanqhari) genera condiciones diferenciadas para el desarrollo de la planta

TABLA N° 9.

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la interacción Sustrato x Abono Foliar en el Diámetro de la Pella (cm).

Tratamiento (Sustrato + Abono)	Media (cm)	Grupos Homogéneos
Sapanqhari + Amino Vigor (A2T2)	66.25	a
Sapanqhari + Fish Omega (A2T1)	53.39	b
Sinchí + Amino Vigor (A1T2)	49.39	c
Sapanqhari + Biol (A2T3)	47.39	c
Sinchí + Fish Omega (A1T1)	47.29	c
Sinchí + Biol (A1T3)	41.39	d
Sinchí + Testigo (A1T0)	40.61	d
Sapanqhari + Testigo (A2T0)	39.18	d

Fuente: elaboración propia

Nota: Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí ($P>0.05$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro ecuatorial de la pella reveló diferencias estadísticas significativas en la respuesta de los sustratos ante los abonos foliares, confirmando la interacción altamente significativa detectada en el ANOVA.

El tratamiento conformado por el sustrato Sapanqhari combinado con el abono foliar Amino Vigor (A2T2) obtuvo el mayor diámetro promedio con 66.25 cm, logrando una

superioridad estadística marcada (Grupo 'a') sobre el resto de los tratamientos. Esta combinación superó por 12.86 cm al segundo mejor tratamiento, lo que demuestra una sinergia excepcional entre los componentes de este binomio para el desarrollo diametral.

En contraste, se identificó un bloque de rendimientos intermedios (Grupo 'c') donde el sustrato Sinchi con Amino Vigor y Fish Omega no presentaron diferencias significativas entre sí, ni con la aplicación de Biol en sustrato Sapanqhari. Finalmente, los diámetros más bajos se registraron en los tratamientos testigo (T₀) y en la combinación de Sinchi con Biol, conformando el grupo 'd'. Estos resultados permiten concluir que, para maximizar el diámetro de la pella, la elección del abono foliar Amino Vigor es determinante, especialmente cuando se emplea el sustrato Sapanqhari"

6.3.2. Altura de la planta (Cm)

TABLA N° 10.

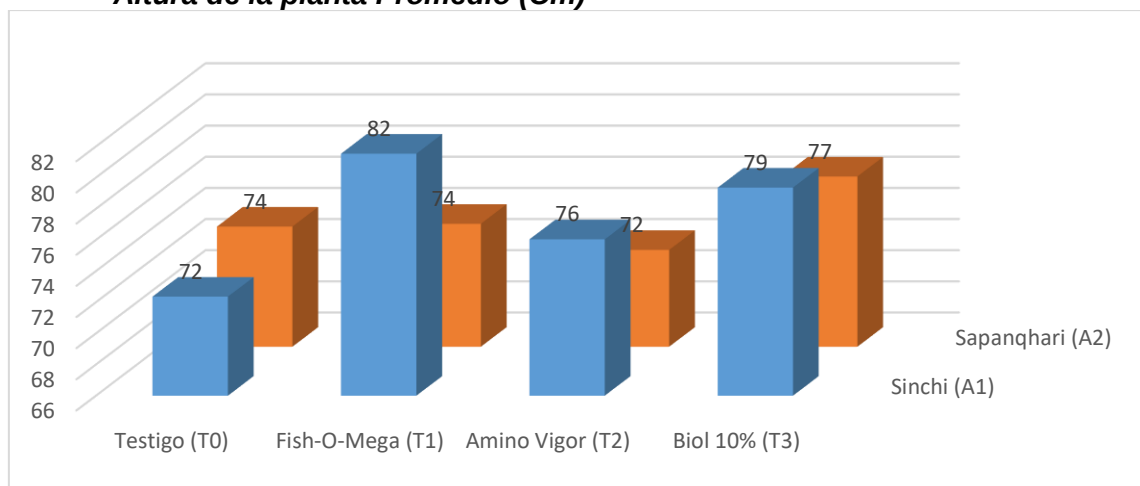
Altura de la planta Promedio (Cm)

Abono Sólido (A)	Testigo (T0)	Fish-O-Mega (T1)	Amino Vigor (T2)	Biol 10% (T3)	Totales A (Yg..)
Sinchi (A1)	72	82	76	79	309
Sapanqhari (A2)	74	74	72	77	297
Totales B (Y.j.)	146	155	148	156	606

Fuente: elaboración propia

GRAFICO N° 3.

Altura de la planta Promedio (Cm)



Fuente: elaboración propia

TABLA N° 11.

ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo para altura de la planta

Fuente de Variación	Suma Cuadrados (SC)	Grados Libertad (gl)	Media Cuadrática (MC)	F Calculada	F Teórico ($\alpha=0.05$)
SCTrac A	550.00	1	550.00	16.18	3.89
SCTrac B	1,097.16	3	365.72	10.76	2.65
SCF AB	580.58	3	193.53	5.69	2.65
SCError	7,341.75	216	33.99		
SCTotal	9,569.50	223			
SC	1,285,477.50				

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el análisis de varianza realizado para la variable Altura de la planta a los 90 días (Tabla 8), se obtuvieron las siguientes conclusiones estadísticas:

1. Interacción de Factores (Sustrato x Abono Foliar): Se determinó que la interacción entre el sustrato y el abono foliar tiene un efecto altamente significativo ($F_{calc}=5.69$), superando ampliamente el valor crítico de la tabla ($F_{teor}=2.65$) para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Según la literatura, cuando la interacción resulta significativa, esto indica que los factores no actúan de forma independiente; es decir, la respuesta de la planta a los diferentes abonos foliares varía dependiendo del sustrato en el que se encuentren. Debido a esta dependencia mutua, la interpretación de los resultados debe centrarse prioritariamente en el análisis de la interacción.
2. Factores Principales (Sustrato y Abono Foliar): Ambos factores, evaluados de forma individual, resultaron ser altamente significativos ($P<0.05$). El factor Sustrato (A) obtuvo un valor $F_{calc}=16.18$, mientras que el factor Abono Foliar (B) registró un $F_{calc}=10.76$, ambos superiores a sus respectivos valores tabulares. Esto permite inferir, con una seguridad del 95%, que tanto el tipo de base sólida utilizada como la nutrición foliar aplicada influyen de manera determinante en el crecimiento longitudinal del cultivo.
3. Decisión sobre la Hipótesis Nula (H_0): Dado que los valores de F calculados para todas las fuentes de variación superan a los valores teóricos, se procede al rechazo de la

hipótesis nula (H_0) y a la aceptación de la hipótesis alternativa (H_1). Esto confirma que al menos una de las combinaciones de tratamientos induce un desarrollo de altura significativamente distinto a los demás.

4. Coeficiente de Variación (CV): El análisis muestra una variabilidad controlada dentro del experimento, lo que sugiere que el diseño empleado y el número de repeticiones fueron adecuados para detectar las diferencias entre tratamientos

TABLA N° 12.

Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la interacción Sustrato x Abono Foliar en la Altura de la Planta a los 90 días (cm).

Tratamiento (Sustrato + Abono)	Media (cm)	Grupos Homogéneos
Sinchi + Fish Omega (A_1T_1)	81.54	a
Sinchi + Amino Vigor (A_1T_3)	79.36	ab
Sapanqhari + Amino Vigor (A_2T_3)	76.93	abc
Sinchi + Biol (A_1T_3)	76.04	bc
Sapanqhari + Fish Omega (A_2T_1)	73.89	cd
Sapanqhari + Testigo (A_2T_0)	73.71	cd
Sinchi + Testigo (A_1T_0)	72.36	d
Sapanqhari + Biol (A_2T_2)	72.21	d

Fuente: elaboración propia

Nota: Medias seguidas por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P>0.05$).

Tras la aplicación de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$), se determinó que el tratamiento Sinchi + Fish Omega (A_1T_1) alcanzó la mayor altura promedio con 81.54 cm, liderando el grupo de significancia 'a'. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre este tratamiento y la combinación Sinchi + Amino Vigor (A_1T_3), lo que sugiere que ambos abonos nitrogenados complejos se comportan de manera similar en un sustrato sólido tipo Sinchi.

Por otro lado, se identificó que el sustrato Sinchi potencia significativamente el crecimiento longitudinal en comparación con el sustrato Sapanqhari cuando se utilizan abonos foliares como Fish Omega (diferencia de 7.65 cm). Los niveles de crecimiento más

bajos fueron registrados en los tratamientos testigo (T_0) y en la combinación de Sapanqhari con Biol (A_2T_2), los cuales conformaron el grupo inferior 'd'. Estos resultados confirman que la interacción entre el tipo de sustrato y la nutrición foliar es determinante para maximizar la altura de la planta, siendo el binomio Sinchi con Fish Omega o Amino Vigor la opción más eficaz"

6.4. Análisis Económico y Rentabilidad

Determinación de la viabilidad financiera de las combinaciones de abonos.

6.4.1. Análisis del Rendimiento Total (t/ha)

El rendimiento es el indicador agronómico principal para determinar la eficacia de los abonos aplicados.

- Tratamiento Superior: El tratamiento A_1T_2 (Sinchi + Amino Vigor) alcanzó el rendimiento más elevado con 21.32 t/ha, seguido de cerca por A_2T_2 (Sapanqhari + Amino Vigor) con 20.14 t/ha.
- Tratamiento Inferior: Los rendimientos más bajos se registraron en los testigos (T_0) de ambos sustratos, siendo el nivel mínimo 10.98 t/ha en el sustrato Sapanqhari.
- Efecto del Abono Foliar: Se observa una tendencia clara donde la aplicación de Amino Vigor + Ecovida (T_2) potencia el rendimiento por encima de los 20 t/ha en ambos sustratos, duplicando prácticamente la producción respecto a los testigos. El abono Fish-O-Mega (T_1) también mostró resultados sólidos (promedio de ~18 t/ha).

6.4.2. Análisis del Beneficio Neto (Ganancia Neta)

Este indicador refleja la utilidad real obtenida tras descontar todos los costos de producción del ingreso total.

- Máxima Rentabilidad Económica: El tratamiento A_1T_2 generó el mayor beneficio neto con S/ 51,406.06, lo que representa una diferencia abismal frente al testigo A_2T_0 (S/ 7,431.36).

- **Comparación de Sustratos:** Al comparar las ganancias, el sustrato **Sinchi (A₁)** superó consistentemente al sustrato Sapanqhari (A₂) en todas las combinaciones de abono foliar, sugiriendo que las propiedades del Sinchi permiten una mejor respuesta económica de los fertilizantes aplicados.

6.4.3. Análisis del Índice de Rentabilidad (B/C)

El índice de rentabilidad o relación Beneficio/Costo (B/C) es crucial para la toma de decisiones, ya que indica cuántos soles de ganancia se obtienen por cada sol invertido.

Interpretación de Resultados:

- **A₁T₂ (2.15):** Es el tratamiento más eficiente financieramente. Por cada S/ 1.00 invertido, se recupera la inversión y se obtiene una ganancia adicional de **S/ 1.15**.
- **A₂T₂ (2.04):** También presenta una rentabilidad alta, superando el umbral de 2.0.
- **Testigos (1.25 y 1.18):** Aunque son rentables (valores > 1.0), su margen de ganancia es muy reducido, lo que los hace opciones poco competitivas para el productor.

En Resumen; Desde una perspectiva técnica y financiera, se recomienda la utilización del sustrato Sinchi en combinación con el abono foliar Amino Vigor + Ecovida (A₁T₂). Este tratamiento no solo maximiza la productividad del cultivo (21.32 t/ha), sino que garantiza el mayor retorno económico para el agricultor con un índice de rentabilidad de 2.15, superando significativamente a las prácticas tradicionales sin fertilización foliar"

TABLA N° 13.

Cuadro Comparativo de rendimiento entre la combinación de abonos orgánicos + bioestimulantes orgánicos con el testigo

Indicador	Mejor Tratamiento	Valor	Tratamiento Testigo (Peor)	Valor
Rendimiento	Sinchi + Amino Vigor	21.32 t/ha	Sapanqhari + Agua	10.98 t/ha
Beneficio Neto	Sinchi + Amino Vigor	S/ 51,406	Sapanqhari + Agua	S/ 7,431
Rentabilidad (B/C)	Sinchi + Amino Vigor	2.15	Sapanqhari + Agua	1.18

Fuente: elaboración propia

6.5 Discusión General de Resultados

1. Sinergia Nutricional: Efecto de los Abonos Orgánicos y Bioestimulantes

Los resultados demuestran una marcada sinergia nutricional cuando se combina el sustrato sólido enriquecido con fertilización foliar de alta eficiencia. El tratamiento A₁T₂ (Sinchi + Amino Vigor + Ecovida) no solo alcanzó el peso fresco de pella más elevado (710.71 g), sino que superó ampliamente al testigo (389.64 g) y a la aplicación de Biol (475.36 g). Esta superioridad sugiere que la composición de aminoácidos y bioestimulantes foliares potencia la asimilación de nutrientes presentes en el sustrato Sinchi, optimizando el desarrollo de biomasa de manera más efectiva que los fertilizantes orgánicos simples como el Biol. Como señalan las fuentes, cuando la interacción entre factores es significativa, los componentes no actúan de forma aislada; en este caso, las propiedades físicas del Sinchi proporcionaron la base necesaria para que el Amino Vigor expresara su máximo potencial genético en el cultivo.

2. Eficiencia Productiva bajo Condiciones de Fitotoldo

La producción exitosa de brócoli a una altitud de 3800 m.s.n.m. valida la importancia estratégica del fitotoldo como sistema de protección climática. Este entorno controlado permitió mitigar los efectos adversos de las heladas y mantener una humedad relativa del 80%, condiciones críticas que en campo abierto habrían limitado drásticamente el crecimiento longitudinal y diametral de la pella. El manejo bajo cubierta facilitó una optimización de procesos operativos y una reducción de riesgos climáticos, permitiendo alcanzar rendimientos de hasta 21.32 t/ha, un valor excepcional para zonas altoandinas que demuestra la viabilidad de adaptar tecnologías de invernadero para cultivos de alta demanda nutricional.

3. Validación de Hipótesis y Rentabilidad Económica

Basándose en el rigor del Análisis de Varianza (ANOVA), se confirma la aceptación de las hipótesis específicas H1, H2 y H3. Los valores de calculados superaron sistemáticamente a los valores teóricos ($P < 0.05$), confirmando que el uso de abonos orgánicos generó variaciones determinantes y no aleatorias en los parámetros evaluados.

- H1 (Peso): Se acepta, dado que la combinación Sinchi + Amino Vigor + Ecovida duplicó prácticamente el peso del testigo.
- H2 (Diámetro): Se acepta, destacando la interacción altamente significativa que permitió alcanzar diámetros de hasta 66.25 cm.
- H3 (Rentabilidad): Se acepta plenamente, ya que el análisis económico identificó un índice de rentabilidad de 2.15 para el mejor tratamiento. Esto significa que, por cada sol invertido, el productor recupera su capital y obtiene S/ 1.15 de beneficio neto, validando que la inversión en fertilización foliar nitrogenada y sustratos mejorados es técnicamente justificada y económicamente superior a las prácticas tradicionales.

Por lo manifestado, la integración de un manejo ambiental protegido (fitotoldo) con una nutrición balanceada (Sinchi + Bioestimulantes) constituye un paquete tecnológico robusto que garantiza no solo la seguridad alimentaria en ecosistemas de altura, sino también la sostenibilidad financiera del agricultor

XII. VII CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. CONCLUSIONES

- ✓ **Efecto General de la Fertilización:** El análisis de varianza determinó que el tipo de sustrato, el abono foliar y su interacción tienen un efecto altamente significativo ($P < 0.05$) sobre el desarrollo agronómico del cultivo. Esto confirma que la nutrición foliar aplicada no actúa de forma aislada, sino que su eficiencia está condicionada por las propiedades físicas y químicas de la base sólida empleada en la siembra.
- ✓ **Peso Fresco de la Pella:** El tratamiento conformado por el sustrato Sinchi en combinación con el abono foliar Amino Vigor + Ecovida (A_1T_2) obtuvo el mayor rendimiento individual con un promedio de 710.71 g/planta. Este resultado es estadísticamente superior a los tratamientos testigo y a las aplicaciones de Biol, demostrando que los complejos de aminoácidos potencian la acumulación de biomasa en la pella de manera más efectiva que los fertilizantes orgánicos tradicionales.
- ✓ **Diámetro Ecuatorial de la Pella:** Se identificó una interacción sinérgica excepcional en el tratamiento del sustrato mejorado con Sapanqhari + Amino Vigor + Ecovida (A_2T_2), el cual alcanzó el diámetro máximo de 66.25 cm. Esta combinación superó significativamente a todas las demás, lo que indica que, para objetivos de expansión diametral, el sustrato con Sapanqhari provee las condiciones óptimas para la máxima expresión del fertilizante Amino Vigor.
- ✓ **Desarrollo Longitudinal (Altura):** En cuanto al crecimiento de la planta a los 90 días, el tratamiento de sustrato mejorado con Sinchi + Fish-O-Mega (A_1T_1) registró la mayor altura promedio con 81.54 cm. Los resultados sugieren que el sustrato mejorado Sinchi facilita una mejor asimilación de los abonos nitrogenados derivados de pescado, promoviendo un desarrollo vegetativo superior en comparación con el sustrato Sapanqhari.
- ✓ **Rendimiento por Hectárea:** El máximo rendimiento proyectado fue de 21.32 t/h, obtenido mediante el uso del sustrato Sinchi y Amino Vigor + Ecovida (A_1T_2). Este valor representa prácticamente el doble de la productividad alcanzada por los tratamientos

testigo (t/ha), validando la necesidad técnica de implementar programas de fertilización foliar intensiva para maximizar la producción comercial.

- ✓ **Viabilidad Económica y Rentabilidad:** Desde una perspectiva financiera, el tratamiento A_1T_2 (Sinchi y Amino Vigor + Ecovida) resultó ser la opción más rentable con un índice de rentabilidad (B/C) de 2.15 y un beneficio neto de S/ 51,406.06. Esto significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia neta de S/ 1.15, superando ampliamente el margen de los testigos, lo que lo convierte en el paquete tecnológico más recomendado para el productor.

Por lo que se concluye que el binomio Sustrato Sinchi + Abono Foliar Amino Vigor + Ecovida (A_1T_2) es la combinación técnica y económicamente óptima, ya que garantiza los mayores niveles de rendimiento, ganancia neta y rentabilidad en las condiciones evaluadas

7.2. SUGERENCIAS

1. **Priorizar la interacción de factores en el manejo del cultivo:** Se sugiere a los productores y técnicos no evaluar el sustrato y el abono foliar como elementos aislados. Los resultados estadísticos demostraron que existe una interacción altamente significativa, lo que significa que el éxito de la fertilización foliar depende directamente de la base sólida empleada. Para maximizar el desarrollo del brócoli, se recomienda ver el sustrato y el abono como un "equipo de trabajo" indivisible.
2. **Adoptar el paquete tecnológico de mayor rentabilidad:** Con base en el análisis económico, se recomienda encarecidamente la implementación del tratamiento A_1T_2 (Sustrato Sinchi + Amino Vigor + Ecovida). Este binomio no solo garantiza el mayor rendimiento (21.32 t/ha), sino que ofrece un índice de rentabilidad de 2.15. Esto asegura al agricultor que, por cada sol invertido, recuperará su capital y obtendrá una ganancia neta de S/ 1.15, convirtiéndose en la opción más segura y productiva para la zona.
3. **Fomentar prácticas de agricultura sostenible:** Se sugiere promover el uso de abonos orgánicos sólidos enriquecidos y bioestimulantes foliares como una alternativa real frente a los fertilizantes químicos convencionales. Esta investigación

demuestra que es posible alcanzar altos niveles de productividad respetando la salud del suelo y el medio ambiente, alineándose con las tendencias actuales de agricultura resiliente y sostenible.

4. **Evaluar la estabilidad de los resultados en diferentes escenarios:** Como el comportamiento de las plantas puede variar según el clima y la ubicación, se recomienda repetir este experimento en diferentes épocas de siembra o en distintas localidades altoandinas. Esto permitirá confirmar si la superioridad del tratamiento Sinchi + Amino Vigor se mantiene constante bajo condiciones ambientales cambiantes (estudios de estabilidad genotipo-ambiente).
5. **Ampliar el análisis hacia la calidad nutricional:** Para futuras investigaciones, se sugiere incluir un **análisis bromatológico completo** (contenido de proteínas, vitaminas y minerales) de la pella cosechada. Esto permitirá determinar si, además de un mayor peso y diámetro, el uso de abonos orgánicos complejos mejora la calidad alimenticia del brócoli, aportando un valor agregado para la nutrición de las familias consumidoras.
6. **Garantizar el rigor estadístico en futuros ensayos:** Se recomienda a los estudiantes e investigadores siempre verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza antes de realizar un ANOVA. Asimismo, se sugiere reportar el Coeficiente de Variación (CV) en cada variable como un indicador de la precisión y el control del error experimental en el campo

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRICULTURA, B. (19 de julio de 2023). *Principales plagas y enfermedades en el cultivo de brócoli*. Obtenido de artículo sobre principales plagas y enfermedades en el cultivo de bócoli: <https://blogagricultura.com/plagas-enfermedades-brocoli/>
- BAYER. (15 de diciembre de 2017). *Guía Visual De Los Principales Insectos Plaga Del Brócoli*. Obtenido de BAYER Vegetables: www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/noticias/blog-guia-visual-de-los-principales-insectos-plaga-
- BD ORGANIC SCIENCE S.A.C. (2019). *FICHA TECNICA*. Obtenido de FICHA TECNICA: <https://organicscience.pe/producto/fish-o-mega-4-1-1/>
- Bernal, E. Jorge A. & Díaz, D. Cipriano A. (2008). *Costos de producción*. Antioquia Colombia: CORPOICA.
- Bernal, J. (12 de junio de 2011). *Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batztzquintzé, aldea xonca, del municipio de nebaj, departamento de quiché - Guatemala*. Obtenido de Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batztzquintzé, aldea xonca, del municipio de nebaj, departamento de quiché: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3779.pdf
- Bio Abonos del Sur Sac. (2010). *Ficha técnica del abono orgánico Sapanqhari*. Cusco.
- Bio fertilizantes Perú. (enero de 2019). *Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos*. Obtenido de Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Bio fertilizantes Perú. (23 de mayo de 2019). *Ficha técnica actualizada - Aminovigor Premiun Bioestimulante*. Obtenido de Ficha técnica actualizada - Aminovigor Premiun Bioestimulante: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Biofertilizantes Perú. (enero de 2019). *Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos*. Obtenido de Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Bouzo, C. A. (2012). *Claasificación de productos hortícolas Ecofisiología*. USA: https://es.slideshare.net/papaquito/clasificacin-dehortalizas1?from_action=save.

- Casanova, V. C. (01 de Enero de 2021). *gestión y costos de producción: Balances y perspectivas*. Obtenido de Revista de ciencias sociales: <https://www.redalyc.org/journal/280/28065533025/28065533025.pdf>
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas (3º ed.)*. San José de Costa Rica: IICA.
- Conquist, A. T. (1966). *Sistemas de taxonomía vegetal para plantas terrestres*. Nueva York.
- Cunha, M. (2021). *Cómo plantar brócoli orgánico, manual de cultivo en cetero y macetas*.
- Dixon, G. R. (2007). . *Vegetable brassicas and related crucifers*. *Crop Production Science in*. United Kingdom. Biddles Ltd. King's Lynn. : <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851993959.0000>.
- E. Jaramillo N. Cipriano A. Díaz. D., J. (2006). *Cultivo de la crucíferas*. Colombia: CORPOICA.
- Estrada, P. J. (2012). *Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos*. Bolivia: Rosse Mery Condori Miranda.
- FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biof, compost y humus*. Lima: PACCPERU.
- Fonseca, G. A. (2013). *Análisis de costos de producción del cultivo de brócoli orgánico (Brassica Oleraceae) en el municipio de Sibaté Cundinamarca*. Soacha Cundinamarca.
- Franzke, A. L.-S. (2011). *Cabbage family affairs: the evolutionary history of Brassicaceae*. *Trends in plant science*, 16(2), 108-116. USA.
- Gorea. (2014). *Estudio de zonas de vida del proceso de meso zonificación ecológica y económica de la región apurímac*. Aapurimac.
- HerbaZest. (07 de diciembre de 2023). *Información confiable sobre hierbas medicinales*. Obtenido de <https://www.herbazest.com/es/hierbas/brocoli>
- Jaramillo, J. &. (2006). *Generalidades del cultivo de las crucíferas: Importancia socioeconómica. Cultivo de crucíferas*.
- Krarup, C. (1992). *Seminario sobre producción de brócoli*. Quito Ecuador: Proexant-Agridec/Chemomics.

- Maroto, J. (1995). *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundi prensa.
- Mortensen, E., & Bullard, E. (1986). *Horticultura Tropical y Subtropical 3ra edición*. Mexico: editorial Pax.
- Nuez, F. e. (1999). *Coleccion dxe semillas de coliflor y brócoli*. Madrid: Mundi express.
- Rodriguez, P. X. (01 de diciembre de 2020). *Valor nutricional de hojas y tallos de brócoli, apio y betarraga disponibles en un mercado mayorista de Santiago de Chile*. Obtenido de Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud. Diciembre 2022; 20(3):97-107: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=valor+nutricional+de+brocoli&btnG=
- Saavedra, D. R. (2020). *Brócoli Brassica Oleraceae L.Var. itálica Plenck, Romanesco Brassica Oleraceae var. botrytis*. Argentina: INTA.
- Sakata. (01 de julio de 2023). *Brócoli Semilla para Cultivo de Brócoli Sakata Súper Corona variedades*. Obtenido de Brócoli Semilla para Cultivo de Brócoli Sakata Súper Corona: <https://www.sakata.com.mx/semillas/brocoli/>
- Sakata. (2023). *Manual técnico del cultivo de brócoli*. Obtenido de Manual técnico del cultivo de brócoli: file:///C:/Users/user/Desktop/TESIS%20BROCOLI/sakata-manual-brocolis.pdf
- Sobrino, E. I., & Sobrino E. Vesperinas, .. (1992). *Tratado de horticultura herbaceaa; 2 Hortalizas de legumbre, tallo, bulbo y tuberosas*. Barcelona España: Editorial Aedos.
- Stoppani, M., & Francescageli, N. (2000). *Horticultura. El Brócoli y su potencial hortaliza top del tercer milenio. Estación Experimental Agraria potencial hortaliza top del tercer milenio. Estación Experimental Agraria*. buenos Aires Argentina: www.inta.gov.ar/sanpedro/09_sala_de_lectura/difusion/09_sala_de_lectura_difusion.htm.
- Toledo, H. J. (2003). *Cultivo de Brócoli*. Lima Perú: INIA.
- Toledo, H. J. (2003). *Cultivo del Brócoli*. Lima - Perú: Manuel RI.
- UAEM. (2022). *Universidada Autónoma del Centro de México*. Obtenido de El cultivo del brocoli: <https://core.ac.uk/download/pdf/154797151.pdf>

- Valadez, A. (1993). *Producción de hortalizas pp 45 - 55*. Mexico: editorial Limusa .
- Villamizar, F., & Ospina, J. (1995). *Frutas y Hortalizas, manejo tecnológico postcosecha*. Santafé Bogotá : SENA.
- AGRICULTURA, B. (19 de julio de 2023). *Principales plagas y enfermedades en el cultivo de brócoli*. Obtenido de artículo sobre principales plagas y enfermedades en el cultivo de bócoli: <https://blogagricultura.com/plagas-enfermedades-brocoli/>
- BAYER. (15 de diciembre de 2017). *Guía Visual De Los Principales Insectos Plaga Del Brócoli*. Obtenido de BAYER Vegetables: www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/noticias/blog-guia-visual-de-los-principales-insectos-plaga-
- BD ORGANIC SCIENCE S.A.C. (2019). *FICHA TECNICA*. Obtenido de FICHA TECNICA: <https://organicscience.pe/producto/fish-o-mega-4-1-1/>
- Bernal, E. Jorge A. & Díaz, D. Cipriano A. (2008). *Costos de producción*. Antioquia Colombia: CORPOICA.
- Bernal, J. (12 de junio de 2011). *Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batztzquintzé, aldea xonca, del municipio de nebaj, departamento de quiché - Guatemala*. Obtenido de Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batztzquintzé, aldea xonca, del municipio de nebaj, departamento de quiché: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3779.pdf
- Bio Abonos del Sur Sac. (2010). *Ficha técnica del abono orgánico Sapanqhari*. Cusco.
- Bio fertilizantes Perú. (enero de 2019). *Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos*. Obtenido de Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Bio fertilizantes Perú. (23 de mayo de 2019). *Ficha técnica actualizada - Aminovigor Premiun Bioestimulante*. Obtenido de Ficha técnica actualizada - Aminovigor Premiun Bioestimulante: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Biofertilizantes Perú. (enero de 2019). *Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos*. Obtenido de

- Ecocampo representaciones sac Ficha técnica actualizada Ecovida lactodefense microorganismos benéficos: <https://biofertilizantesperu.com/site/productos/>
- Bouzo, C. A. (2012). *Clasificación de productos hortícolas Ecofisiología*. USA: https://es.slideshare.net/papaquito/clasificacin-dehortalizas1?from_action=save.
- Casanova, V. C. (01 de Enero de 2021). *gestión y costos de producción: Balances y perspectivas*. Obtenido de Revista de ciencias sociales: <https://www.redalyc.org/journal/280/28065533025/28065533025.pdf>
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas (3ª ed.)*. San José de Costa Rica: IICA.
- Conquist, A. T. (1966). *Sistemas de taxonomía vegetal para plantas terrestres*. Nueva York.
- Cunha, M. (2021). *Cómo plantar brócoli orgánico, manual de cultivo en cetero y macetas*.
- Dixon, G. R. (2007). . *Vegetable brassicas and related crucifers*. *Crop Production Science in United Kingdom*. Biddles Ltd. King's Lynn. : <https://www.cabdigitalibrary.org/doi/10.1079/9780851993959.0000>.
- E. Jaramillo N. Cipriano A. Diaz. D., J. (2006). *Cultivo de la crucíferas*. Colombia: CORPOICA.
- Estrada, P. J. (2012). *Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos*. Bolivia: Rosse Mery Condori Miranda.
- FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima: PACCPERU.
- Fonseca, G. A. (2013). *Análisis de costos de producción del cultivo de brócoli orgánico (Brassica Oleraceae) en el municipio de Sibaté Cundinamarca*. Soacha Cundinamarca.
- Franzke, A. L.-S. (2011). *Cabbage family affairs: the evolutionary history of Brassicaceae*. *Trends in plant science*, 16(2), 108-116. USA.
- Gorea. (2014). *Estudio de zonas de vida del proceso de meso zonificación ecológica y económica de la región apurímac*. Aapurimac.
- HerbaZest. (07 de diciembre de 2023). *Información confiable sobre hierbas medicinales*. Obtenido de <https://www.herbazest.com/es/hierbas/brocoli>

- Jaramillo, J. &. (2006). *Generalidades del cultivo de las crucíferas: Importancia socioeconómica. Cultivo de crucíferas.*
- Krarup, C. (1992). *Seminario sobre producción de brócoli.* Quito Ecuador: Proexant-Agridec/Chemomics.
- Maroto, J. (1995). *Horticultura herbácea especial.* Madrid: Mundi prensa.
- Mortensen, E., & Bullard, E. (1986). *Horticultura Tropical y Subtropical 3ra edición.* Mexico: editorial Pax.
- Nuez, F. e. (1999). *Coleccion dxe semillas de coliflor y brócoli.* Madrid: Mundi express.
- Rodriguez, P. X. (01 de diciembre de 2020). *Valor nutricional de hojas y tallos de brócoli, apio y betarraga disponibles en un mercado mayorista de Santiago de Chile.* Obtenido de Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud. Diciembre 2022; 20(3):97-107: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=valor+nutricional+de+brocoli&btnG=
- Saavedra, D. R. (2020). *Brócoli Brassica Oleraceae L.Var. itálica Plenck, Romanesco Brassica Oleraceae var. botrytis.* Argentina: INTA.
- Sakata. (01 de julio de 2023). *Brócoli Semilla para Cultivo de Brócoli Sakata Súper Corona variedades.* Obtenido de Brócoli Semilla para Cultivo de Brócoli Sakata Súper Corona: <https://www.sakata.com.mx/semillas/brocoli/>
- Sakata. (2023). *Manual técnico del cultivo de brócoli.* Obtenido de Manual técnico del cultivo de brócoli: <file:///C:/Users/user/Desktop/TESIS%20BROCOLI/sakata-manual-brocolis.pdf>
- Sobrino, E. I., & Sobrino E. Vesperinas, .. (1992). *Tratado de horticultura herbaceaa; 2 Hortalizas de legumbre, tallo, bulbo y tuberosas.* Barcelona España: Editorial Aedos.
- Stoppani, M., & Francescageli, N. (2000). *Horticultura. El Brócoli y su potencial hortaliza top del tercer milenio. Estación Experimental Agraria potencial hortaliza top del tercer milenio. Estación Experimental Agraria.* buenos Aires Argentina: www.inta.gov.ar/sanpedro/09_sala_de_lectura/difusion/09_sala_de_lectura_difusion.htm.
- Toledo, H. J. (2003). *Cultivo de Brócoli.* Lima Perú: INIA.

Toledo, H. J. (2003). *Cultivo del Brócoli*. Lima - Perú: Manuel RI.

UAEM. (2022). *Universidada Autónoma del Centro de México*. Obtenido de El cultivo del brocoli: <https://core.ac.uk/download/pdf/154797151.pdf>

Valadez, A. (1993). *Producción de hortalizas pp 45 - 55*. mexico: editorial Limusa .

Villamizar, F., & Ospina, J. (1995). *Frutas y Hortalizas, manejo tecnológico postcosecha*. Santafé Bogotá : SENA.

Allen, R., & Busse, E. (2016). *The social side of ethnic entrepreneur breakout: evidence from Latino immigrant business owners*. *Ethnic and Racial Studies*, 39(4), 653-670.

Erika Busse. (2008). *Transnational Law and Local Struggles: Mining Communities and the World Bank*. *Law & Society Review*, 42(1), 235-237.

Galarza, F., & Kogan, L. (2015). *Cuando la piel habla: Estrategias de blanqueamiento en el sistema universitario peruano*. Universidad del Pacífico. <http://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/966>

XIV. ANEXOS

Anexo de fichas técnicas

ficha técnica del FISH-OMEGA 4-1-1

HOJA DE SEGURIDAD

FISH-O-MEGA®

	Salud	
	Inflamabilidad	
	Reactividad	
	Protección Personal	



ASISTENCIA DE EMERGENCIA

Para asistencia de emergencia contactar a:

GLOBAL ORGANICS, LLC

16121 West Eddie Albert Way

Goodyear, AZ 85338

Teléfono: (623) 932-1522 o (800) 471-1522

Para información sobre ventas de productos, contactar a:

DB ORGANIC SCIENCE S.A.C.

St. 1, Gr 18, Mz. E Lt 10

Villa El Salvador Lima-Perú

Móvil: (+51) 964 770 303 o (+51) 952 189 544

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre del Producto: **Fish-O-Mega® 4-1-1**

Sinónimo: Ninguno

IDENTIFICACIÓN DE INGREDIENTES PELIGROSOS

Cumple con OSHA 29 CFR XV11-1910, 1200 Sección (1) "secretos de fabricación". Contiene componentes no peligrosos bajo la definición de OSHA.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Punto de ebullición, en °F:	>100° 1 AMT
Gravedad específica (H ₂ O=1):	1.027
Peso promedio por galón:	9.4 lbs
Solubilidad en agua:	40%
Apariencia y olor:	N/A
	Líquido negro;
	olor muy penetrante
pH promedio:	5.4

DATOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Punto de combustión:	Ninguno
Temperatura de auto combustión:	Ninguno
Procedimientos especiales para incendios:	Ninguno
Medio para extinguidores:	No aplicable
Peligros usuales de incendio y explosión:	Ninguno

PELIGROS FÍSICOS (DATOS DE REACTIVIDAD)

Estabilidad:	Estable
Condiciones a evitar:	Ninguna conocida
Incompatibilidad (materiales a evitar):	Ninguno
Productos de descomposición peligrosos:	Ninguno
Polimerización peligrosa:	No ocurrirá

INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN Y MEDIDAS DE CONTROL ESPECIAL

Ventilación y escape de aire local:	Normal
Mecánico:	No aplicable
Protección respiratoria:	Ninguna requerida
Guantes protectores:	Recomendados
Protección de la vista:	Recomendados
Otro equipo y ropa protectora:	Puede manchar la ropa
Prácticas de higiene en el trabajo:	Higiene Industrial normal

PELIGROS A LA SALUD

Agudos:	Ninguno conocido
Crónicos:	Ninguno conocido
Señales y Síntomas de contacto:	Puede secar la piel sensible después de contacto prolongado. Manchará la piel.
Condiciones médicas generalmente agravadas por el contacto:	Ninguna
Químicos catalogados como cancerígeno o potencialmente cancerígeno:	Ninguno
Programa de Toxicología Nacional:	No
I.A.R.C. Monografías:	No
OSHA:	No

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Rutas de entrada:	
Aspiración:	Ninguno
Ojos:	Enjuáguese rigurosamente con agua por 15 minutos, visite un médico si lo considera necesario.
Piel:	Ninguno
Ingestión:	Inducir el vómito. Si siente dolor, consulte un médico.

PRECAUCIONES Y PROCEDIMIENTOS ESPECIALES EN CASOS DE FUGAS O DERRAMES

Precaución para el manejo y almacén:	Mantenga el recipiente bien cerrado. Se estratifica a los 32 grados F.
Otras precauciones:	No aplicable
Pasos en caso de derrame:	No hay requisitos especiales conocidos.
Métodos especiales de remoción:	Disposición del material de conformidad a todas las reglamentos y leyes locales, del estado y federales o nacionales. No se conoce requisito especial.

ECOVIDA Lactodefense

MICROORGANISMOS BENEFICOS

DATOS DE LA EMPRESA	: ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.
NOMBRE DEL PRODUCTO	: ECOVIDA Lactodefense
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS:	
NATURALEZA FISICA	: Líquido.
INGREDIENTE ACTIVO	: Consorcio de Bacterias Acido Lácticas (Lactobacillus sp) ácido Láctico, macro y micro elementos.
MODO DE ACCION	: Desinfectante, germicida, biocida, bioestimulante de plantas.
DENSIDAD	: 1.02 kg/litro.
DURACION DEL PRODUCTO	: 1 año
TOXICIDAD	: Ninguna.
CONSERV. AL ALMAC.	: Conservar en ambientes frescos y ventilados
CONSERV. AL TRANSP.	: Temperatura ambiente.
CERTIFICACIÓN ORGÁNICA	: Control Unión.
	CU 81327 bajo las normas NOP, EU, RTPO

INFORMACIÓN GENERAL:

ECOVIDA Lactodefense es un consorcio de bacterias ácido lácticas, principalmente bacterias lácticas Lactobacillus sp, no transgénico, de amplio uso en el sector agropecuario.

Rico en ácidos orgánicos, ácido láctico que es agente esterilizador de efecto supresivo de patógenos, promueve fermentación de materia orgánica, solubiliza sales, favoreciendo disponibilidad de los nutrientes del suelo.

Contiene además sustancias nutritivas como vitaminas, macro, micro elementos y factores de crecimiento.

USOS EN LA AGRICULTURA:

- Bioestimulante, favorece la germinación y crecimiento de las plantas.
- Efecto desinfectante de inóculos patógenos.
- Disminuye presencia de plagas y enfermedades, actúa como biocida.
- Regenerador de la fertilidad natural del suelo.
- Regulador natural de pH.
- Usado en limpieza de sistemas de riego.
- Compatible con el uso de otros microorganismos benéficos y enmiendas orgánicas.
- Usado en mangueras y cintas de sistema de riego.
- Se recomienda usarlo en cultivos que requieren un PH ácido como los arándanos y orquídeas, por aplicaciones al sistema de riego.

EN LA GANADERIA:

- Reduce los malos olores provenientes del estiércol y orina, evitando la proliferación de moscas.
- Mejora el sistema inmune y la biota del tracto digestivo.
- Para el tratamiento sanitario de pastizales.
- Evita la proliferación de microorganismos perjudiciales (E. coli).
- Efecto desinfectante natural y desinflamante.

SALUD AMBIENTAL:

- Para tratamiento de Aguas Residuales.
- Degrada compuestos tóxicos.
- Para el manejo de desechos orgánicos.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Análisis microbiológico	UFC/gr
<i>Lactobacillus sp</i>	52 x 10 ⁵

*Fuente: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"

COMPOSICIÓN QUÍMICA GARANTIZADA:

PH	3.69
Materia Orgánica Soluble	22.50 gr/L
Nitrógeno (N total)	1,260.00 mg/L
Fósforo (P total)	51.26 mg/L
Potasio (K total)	6,000.00 mg/L
Calcio (Ca total)	1,270.00 mg/L
Magnesio (Mg total)	540.00 mg/L
Hierro (Fe total)	8.91 mg/L
Cobre (Cu total)	0.06 mg/L
Zinc (Zn total)	0.99 mg/L
Manganeso (Mn total)	0.65 mg/L
Boro (B total)	2.05 mg/L

*Análisis en Laboratorio de Suelos UNALM. Calidad total

RECOMENDACIONES PARA SU USO

- Aplicar por sistema de riego a la dosis de 5 a 10 Litros por Ha.
- Aplicar vía foliar a la dosis 1 Litro por 200 Litros de agua.
- Para acelerar la germinación de semillas y facilitar el enraizamiento de esquejes sumergirlo a dosis 100 ml/20 L de agua.
- Para desatorar sistemas de riego 2 a 3 Litros en 200 Litros de agua en los 10 últimos minutos de riego.

- En post cosecha sumergir frutos en una solución de 1 Litro en 200 Litros de agua.
- Para desinfectar abonos orgánicos, aplicar una solución al 1%, el gasto es 10 Litros por Tonelada.

PRECAUCIONES Y CUIDADOS:

- No necesita condiciones especiales de aplicación y manejo.
- No almacenar en condiciones de temperatura que superen los 35 °C.
- Conservar herméticamente cerrado.
- Agitar el producto antes de usar.

PRESENTACION DEL PRODUCTO:

- Frascos de 1 Litros.
- Galoneras de 4 a 5 Litros.
- Bidones de 12, y 20 Litros.

TOXICIDAD:

No es tóxico para el hombre, animales, plantas, insectos y el medio ambiente.



ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.

FICHA TÉCNICA

ACTUALIZADO
ENERO 2019



Pág. 1 de 4

AMINOVIGOR PREMIUM

BIOESTIMULANTE
100% ORGANICO

DATOS DE LA EMPRESA : ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.
NOMBRE DEL PRODUCTO : AMINOVIGOR PREMIUM
BIOESTIMULANTE

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS:

NATURALEZA FISICA : Suspensión Uniforme.
INGREDIENTE ACTIVO : Complejo de Aminoácidos
GRUPO QUIMICO : Aminoácidos
CONCENTRACION : Aminoácidos, Macro y Micro Nutrientes
MODO DE ACCION : Absorción foliar y radicular.
CERTIFICACIÓN ORGÁNICA : Control Unión.
CU 81327 bajo las normas NOP, EU, RTPO

CARACTERISTICAS:

Aminovigor Premium es obtenido a través de hidrólisis enzimáticas y proceso fermentativo de especies marinas ricos en aminoácidos biológicamente activos, péptidos, ácidos orgánicos, vitaminas, materia orgánica líquida, microorganismos benéficos, enzimas, macro y micro elementos en forma asimilable. Aminovigor Premium es un activador de los procesos fisiológicos de la planta, además en un regulador natural del equilibrio nutricional mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, revitaliza y activa a las plantas después de situaciones de estrés biótico y abiótico.

COMPOSICIÓN QUÍMICA GARANTIZADA:

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL GARANTIZADA:			
AMINOACIDOS LIBRES, ACIDOS ORGANICOS, VITAMINAS, MACRO Y MICRO ELEMENTOS			
PH	4.22	Glicina	1.09 %
Materia Orgánica Soluble	277.72 gr/L	Leucina	0.54 %
Nitrógeno (N total)	21.36 gr/L	Valina	0.64 %
Fósforo (P total)	2.00 gr/L	Isoleucina	0.73 %
Potasio (K total)	10.20 gr/L	Fenilalanina	1.08 %
Calcio (Ca total)	4.80 gr/L	Prolina	0.67 %
Magnesio (Mg total)	0.92 gr/L	Metionina	0.38 %
Azufre (S total)	1.97 gr/L	Triptófano	0.021 %
Hierro (Fe total)	57.00 mg/L	Arginina	0.36 %
Cobre (Cu total)	1.20 mg/L	Tirosina	0.29 %
Zinc (Zn total)	7.00 mg/L	Serina	0.41 %
Manganeso (Mn total)	1.50 mg/L	Alanina	0.36 %
Boro (B total)	3.33 mg/L	Histidina	0.18 %
Ácido Húmico	4.68 %	Ácido Glutámico	1.27 %
Ácido Fúlvico	4.83 %	Ácido Aspártico	3.16 %

*Análisis en Laboratorio de Suelos UNALM. Calidad total

BENEFICIOS EN LA PLANTA

- Incrementa la actividad fisiológica y fotosintética de la planta.
- Mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Asegura una floración concentrada y vigorosa.
- Aumenta la fertilidad, cuajado y amarre de los frutos.
- Promueve el incremento de las defensas naturales de la planta contra las plagas.
- Regula el equilibrio hídrico de las plantas superando condiciones de sequías e inundaciones.
- Potencializador de las coloraciones intensas y dulzor de los frutos.
- Incremento del rendimiento y calidad de las cosechas.

BENEFICIOS EN EL SUELO

- Mejora la disponibilidad de los nutrientes que se encuentran en el suelo.
- Mejora las condiciones Químicas, Físicas y Biológicas del suelo.
- Acondicionador para el desarrollo de las faunas benéficas del suelo.
- Compatible con el uso de agentes biológicos para el control de insecto y enfermedades en el suelo.

RECOMENDACIONES DE APLICACIÓN:

Se recomienda el uso de AMINOVIGOR PREMIUM vía foliar y además vía suelo a través del sistema de riego tecnificado en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos anuales y perennes. En viveros, invernaderos, en riego tecnificado y agricultura convencional.

DOSIS DE USO:

Aplicación Foliar: 0.5 a 1.0 litros por 200 L

Aplicación al suelo: 5.0 a 8.0 litros por ha.

RECOMENDACIONES PARA SU USO EN ALGUNOS CULTIVOS:

CULTIVO	DOSIS/HA.	APLICACIONES
Cítricos, Café y Cacao.	1.5 L	Aplicar terminada la poda, prefloración, plena floración, al cuajado y llenado de frutos.
Palto, Olivo, Mango, Papaya.	1.5 L	Aplicar desde la Prefloración y durante toda la etapa reproductiva del cultivo.
Manzanos, Ciruelero, Vid, Chirimoyos.	1.5 L	Aplicar después del segundo riego, a la formación de yemas, brotación, floración, cuajado y llenado de frutos.
Fresa.	1.0 L	Aplicar desde la siembra, inicios de floración y durante toda la etapa reproductiva y cosecha del cultivo.
Espárragos, Ajos, Alcachofa, Cebolla.	1.0 L	Aplicar después del trasplante, en toda la etapa vegetativa y reproductiva.

Ají, Páprika, Tomate, Pepino.	0.5 – 0.6 L	Aplicar durante el crecimiento de la planta, prefloración, cuajado y llenado de fruto.
Quinua, Kiwicha, Maíz.	0.6 – 1.0 L	Aplicar durante toda la etapa de crecimiento, floración y formación de granos.
Papa, Camote.	1.0 – 1.5 L	Aplicar desde la siembra, sobre la semilla y abono, antes del aporque, crecimiento y floración, hasta completar la tuberización.
Algodón.	1.0 L	Aplicar después del deshije, al crecimiento de la planta, antes y en plena floración, a la formación y llenado de las bellotas.
Habas, Arveja, Sacha Inchi.	1.0 L	Aplicar durante el crecimiento vegetativo, antes de la floración, en plena floración, y llenado de vainas.
Banano.	1.0 – 1.5 L	Aplicar al trasplante de hijuelos, crecimiento, pre floración, hasta completar el llenado de fruto.
Arroz.	1.0 L	Aplicar en almácigo, trasplante, macollo, punto de algodón y llenado de grano.

CARACTERÍSTICAS DE LOS AMINOACIDOS QUE CONTIENE:

- 1. Glicina.** Interviene en la síntesis de las porfirinas, pilares estructurales de la clorofila y los citocromos, siendo el principal aminoácido con acción quelatante, favoreciendo la formación de nuevos brotes.
- 2. Leucina.** Incrementa la producción, ayudando en la fecundación y amarre de fruto, y mejora la calidad del fruto.
- 3. Valina.** Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones adversas.
- 4. Isoleucinas.** Interviene en la síntesis de las porfirinas, siendo el principal aminoácido con acción quelatante. Favoreciendo la formación de nuevos brotes, participa en los sistemas de resistencia de la planta junto con la lisina.
- 5. Fenilalanina.** Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros, ayuda y mejora los problemas de pigmento de las plantas.
- 6. Prolina.** Equilibrio hídrico de la planta. Mantiene la fotosíntesis en condiciones adversas. Se acumula considerablemente bajo tensiones ambientales, pudiéndose incrementar hasta 25 veces de los normales, bajando ARGININA y SERINA. Aumenta el por ciento de germinación del grano de polen, sobre todo bajo temperaturas adversas.
- 7. Metionina.** Precursor de etileno, incrementa calidad y producción. Aplicando al suelo favorece el crecimiento radical.
- 8. Triptófano.** Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros.
- 9. Sérina.** Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones ambientales adversas.
- 10. Alalina.** Potencia la síntesis de clorofila.
- 11. Histidina.** Protege a las plantas por daño de radiación, mantiene los tejidos sanos, se involucra en la biosíntesis del Triptófano.
- 12. Ác. Glutámico.** Precursor de otros aminoácidos, estimula el crecimiento y estimula los procesos fisiológicos en hojas jóvenes. Interviene en los

mecanismos de resistencia a factores adversos. Vía foliar ayuda a la planta sintetizar los aminoácidos que en ese momento requiere.

13. Ác. Aspártico. Interviene en casi todos los procesos metabólicos de la planta.

14. Arginina. Estimula el crecimiento de las raíces, junto con METIONINA, teniendo una acción rejuvenecedora en la planta.

15. Tirosina. Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros, produce energía en el ciclo de krebs

PRECAUCIONES DE USO:

- Aplicar en forma nebulizada en horas de baja intensidad solar.
- No mezclar con productos de pH alcalino.
- No comer ni beber mientras se esté aplicando.
- Almacenar el producto en un lugar seco, fresco, ventilado y bajo sombra.

PRESENTACION DEL PRODUCTO:

Frascos: 500 ml y 1.0 L.

Galoneras: 4.0 L y 5.0 L.

Bidones: 12.0 L y 20.0 L

TOXICIDAD:

No es tóxico para el hombre, animales, artrópodos benéficos, abejas, abejorros y no contamina el agua.

Anexo de Cuadros de costos de producción

[illegible]

	15/08/2019	segundo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	19/08/2019	tercer riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	23/08/2019	cuarto riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	26/08/2019	quinto riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	30/08/2019	sexto riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	15/09/2019	séptimo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	30/09/2019	octavo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	15/10/2019	noveno riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	30/10/2019	decimo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	15/11/2019	onceavo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	30/11/2019	doceavo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	9/12/2019	treceavo riego			hombre /dia	horas	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
4	LABORES CULTURALES									S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17
	2/09/2019	aporque	m o		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	20/09/2019	deshierbe	m o		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
	20/10/2019	deshierbe	m o		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39
5	APLICACIÓN DE ABONO FOLIAR									S/ 7.88	S/ 0.70	S/ 6.13	S/ 0.00	S/ 7.88	S/ 0.70	S/ 6.13	S/ 0.00
										A2T1	A2T3	A2T2	A2T0	A1T1	A1T3	A1T2	A1T0
	1/09/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares	0.00	0.00	0.00	0.00				0				0
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88			S/0.88				S/0.88	
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13				S/1.13			
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10				S/0.10		
	15/09/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares								0				0
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88			S/0.88				S/0.88	
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13				S/1.13			
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10				S/0.10		

6	30/09/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares							0				0	
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88		S/0.88				S/0.88		
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13			S/1.13				
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10			S/0.10			
	15/10/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares	0						0				0	
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88		S/0.88			S/0.88			
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13			S/1.13				
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10			S/0.10			
	30/10/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares	0	0	S/0.00	S/0.00			0				0	
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88		S/0.88			S/0.88			
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13			S/1.13				
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10			S/0.10			
	15/11/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares							0				0	
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88		S/0.88			S/0.88			
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13			S/1.13				
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10			S/0.10			
	30/11/2019	aplicación de abono foliar	atomizador	agua	abonos foliares							0				0	
				aminovigor + ecovida		25 ml + 12.5 ml (1.20 AV + 0.80)	1	S/0.88	S/0.88		S/0.88			S/0.88			
				fish omega		25 ml (1.80)	1	S/1.13	S/1.13	S/1.13			S/1.13				
				biol al 10%		300 ml (0.99)	1	S/0.10	S/0.10		S/0.10			S/0.10			
COSECHA Y COMERCIALIZACION										S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	S/1.17	
8/12/2019	cosecha y venta	kilos		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	
13-012-19	cosecha y venta	kilos		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	
20/12/2019	cosecha y venta	kilos		hombre /dia	unidad	1	S/3.13	S/3.13	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	S/0.39	
COSTO TOTAL										S/ 108.65	S/ 101.47	S/ 106.90	S/ 100.77	S/ 108.65	S/ 101.47	S/ 106.90	S/ 100.77

	A2T1	A2T3	A2T2	A2T0	A1T1	A1T3	A1T2	A1T0
PESO PROMEDIO POR PLANTA/PELLA	590.36	443.57	671.43	366.07	625.36	475.36	710.71	389.64
RENDIMEINTO POR PARCELA TRATAMIENTO (72 PLANTAS) EN 24 M2 EN GRAMOS	42505.71	31937.14	48342.86	26357.14	45025.71	34225.71	51171.43	28054.29
REBDIMEINTO POR PARCELA TRATAMIENTO (72 PLANTAS) EN 24 M2 POR KILOS	42.51	31.94	48.34	26.36	45.03	34.23	51.17	28.05
COSTO DE PRODUCCION POR KILO	S/2.56	S/3.18	S/2.21	S/3.82	S/2.41	S/2.96	S/2.09	S/3.59
PRECIO DE VENTA POR KILOS	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00
VENTA BRUTA	S/ 255.03	S/ 191.62	S/ 290.06	S/ 158.14	S/ 270.15	S/ 205.35	S/ 307.03	S/ 168.33
VENTA NETA	S/ 146.39	S/ 90.15	S/ 183.16	S/ 57.37	S/ 161.51	S/ 103.88	S/ 200.13	S/ 67.55
RENTABILIDAD/24 M2	2.35	1.89	2.71	1.57	2.49	2.02	2.87	1.67
	A2T1	A2T3	A2T2	A2T0	A1T1	A1T3	A1T2	A1T0
COSTO TOTAL PROYECTADA A LA HECTAREA	S/ 45,269.53	S/ 42,279.95	S/ 44,540.36	S/ 41,988.28	S/ 45,269.53	S/ 42,279.95	S/ 44,540.36	S/ 41,988.28
PESO PROMEDIO POR PLANTA/PELLA	590.36	443.57	671.43	366.07	625.36	475.36	710.71	389.64
RENDIMIENTO POR HECTAREA EN GRAMOS	17710714.29	13307142.86	20142857.14	10982142.86	18760714.29	14260714.29	21321428.57	11689285.71
RENDIMIENTO POR HECTAREA EN KILOS	17710.71	13307.14	20142.86	10982.14	18760.71	14260.71	21321.43	11689.29
COSTO DE PRODUCCION POR KILO	S/2.56	S/3.18	S/2.21	S/3.82	S/2.41	S/2.96	S/2.09	S/3.59
PRECIO DE VENTA POR KILOS	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50
VENTA BRUTA	S/ 79,698.21	S/ 59,882.14	S/ 90,642.86	S/ 49,419.64	S/ 84,423.21	S/ 64,173.21	S/ 95,946.43	S/ 52,601.79
VENTA NETA	S/ 34,428.68	S/ 17,602.19	S/ 46,102.49	S/ 7,431.36	S/ 39,153.68	S/ 21,893.27	S/ 51,406.06	S/ 10,613.50
RENTABILIDAD/24 M2	1.76	1.42	2.04	1.18	1.86	1.52	2.15	1.25