

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**INFLUENCIA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE PAPA
VARIEDAD CICA (*Solanum tuberosum* L.) EN K'AYRA - SAN JERÓNIMO -
CUSCO**

PRESENTADA POR:

Br. DANI CHARITO CCANA ALLER

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

ASESOR:

Mgt. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO – PERÚ

2025

INDICE

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIAS	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.2. Planteamiento del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos	5
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	6
2.1. Objetivos.....	6
2.1.1. Objetivo general	6
2.1.2. Objetivos específicos	6
2.2. Justificación	7
III. HIPÓTESIS.....	8
3.1. Hipótesis general	8
3.2. Hipótesis específicas	8
IV. MARCO TEÓRICO	9
4.1. Antecedentes de la investigación	9
4.2. Bases Teóricas	14
4.2.1. Origen y distribución.....	14
4.2.2. Posición taxonómica	14
4.2.3. Descripción morfológica.....	14
4.2.3.1. Raíz.....	14
4.2.3.2. Hojas	15
4.2.3.3. Tallo	16

4.2.3.4.	Inflorescencia.....	16
4.2.3.5.	Fruto.....	17
4.2.3.6.	Flor.....	17
4.2.3.7.	Tubérculos.....	17
4.2.4.	Requerimientos climáticos.....	18
4.2.4.1.	Temperatura.....	18
4.2.4.2.	Suelo.....	19
4.2.4.3.	Humedad.....	19
4.2.4.4.	Luz.....	20
4.2.4.5.	Fenología del cultivo.....	20
4.1.1.	Prácticas de cultivo.....	21
4.1.1.1.	Preparación de suelo.....	21
4.1.1.2.	Siembra.....	22
4.1.1.3.	Riego.....	22
4.1.1.4.	Control de malezas.....	23
4.1.1.5.	Aporque.....	23
4.1.1.6.	Cosecha.....	23
4.1.1.7.	Fertilización.....	24
4.1.1.	Principales plagas.....	25
4.1.2.	Principales enfermedades.....	28
4.1.3.	Microorganismos Eficientes.....	30
4.1.3.1.	Concepto.....	30
4.1.3.2.	Clasificación.....	32
4.1.3.3.	Efectos.....	35
4.1.3.4.	Modos de acción.....	36
4.1.3.5.	Microorganismos eficientes utilizados.....	37
4.3.	Términos básicos.....	39

V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
5.1.1.	Tipo de investigación.....	42
5.1.2.	Ubicación espacial	42
5.1.3.	Ubicación temporal.....	43
5.2.	Materiales	43
5.3.	Metodología	48
5.3.1.	Diseño experimental	48
5.3.2.	Características del campo experimental	48
5.3.3.	Croquis del campo experimental	49
5.3.4.	Tratamientos.....	50
5.4.	Conducción del cultivo.....	52
5.4.1.	Preparación del terreno.....	52
5.4.2.	Preparación de bloques	52
5.4.3.	Trazo, nivelación y replanteo.....	53
5.4.4.	Tratamiento de suelo	53
5.4.5.	Tratamiento de la semilla	54
5.1.1.	Siembra.....	55
5.1.2.	Aporque	56
5.1.3.	Control de malezas	56
5.1.4.	Control de plagas y enfermedades	57
5.1.5.	Cosecha.....	58
5.2.	Evaluaciones	59
5.2.1.	Evaluación para el primer objetivo específico.....	59
5.2.2.	Evaluación para el segundo objetivo específico	62
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	64
6.1.	Análisis de variancia para características agronómicas	64
6.1.1.	Altura de planta	64

6.1.2.	Número de tubérculos por planta	65
6.1.3.	Diámetro ecuatorial de tubérculos.....	67
6.1.4.	Diámetro polar de tubérculos.....	68
6.2.	Análisis de variancia para rendimiento	70
6.2.1.	Peso de tubérculos por hectárea.....	70
6.2.2.	Peso de tubérculos por planta	72
7.1.	Conclusiones	75
8.1.	Sugerencias.....	76
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	77
ANEXOS	82

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

A mi madre

Florentina Aller Bernal por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos y sobrinos

Que con sus consejos me han ayudado a enfrentar los retos que se me han presentado a lo largo de la vida.

A mis compañeros(as)

Con quienes compartí años de amistad sincera, días de alegría, estudio y diversión.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo y más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y a la facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad de concluir una carrera universitaria y estar preparado para los retos que el futuro depara.

A mis docentes de la escuela profesional de Agronomía, que influyeron con sus lecciones y enseñanzas en mi formación profesional y que me han motivado con sus consejos y más que todo por su amistad.

Mi más sincero agradecimiento a mi asesor Ing. Mgt. Luis Justino Lizárraga Valencia, por sus acertadas observaciones, consejos y apoyo durante la realización del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El estudio evaluó la influencia de los Microorganismos Eficientes (Effectbio) en las características agronómicas y el rendimiento del cultivo de papa variedad CICA en K'ayra, Cusco. La investigación se realizó a campo abierto entre setiembre de 2023 y abril de 2024, bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos: tres dosis de Effectbio (400, 500 y 600 ml/ha) y un testigo sin aplicación, con cuatro repeticiones. Se midieron variables como altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetros ecuatorial y polar, y rendimiento por planta y por hectárea.

El análisis estadístico indicó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos al 95 % y 99 % de confianza, lo que demuestra que la aplicación de microorganismos eficientes no produjo efectos estadísticamente comprobables frente al testigo. Sin embargo, los promedios mostraron ligeras tendencias: 400 ml/ha presentó la mayor altura de planta, 600 ml/ha obtuvo los mayores valores de número de tubérculos, diámetro ecuatorial y rendimiento (9,57 t/ha y 0,31 kg/planta), mientras que el testigo registró el mayor diámetro polar. En conclusión, aunque hubo variaciones numéricas, Effectbio no influyó significativamente en la productividad de la papa CICA.

Palabras Claves: Microorganismos; Papa; Rendimiento; Cusco.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa en el Perú, es una de las especies más importantes en la región andina, no solo por la gran cantidad de áreas sembradas, sino también por ser parte vital en la vida diaria del poblador andino y de su consumo. La producción de papa en nuestro país se ha convertido en una actividad de alto riesgo para el agricultor andino, principalmente por los bajos costos que tiene este en el mercado, sin tomar en cuenta los bajos rendimientos que obtiene, hace de esta labor una actividad económica poco rentable, para enfrentar este gran problema, la única solución es elevar el rendimiento de este producto, mejorando principalmente la eficiencia de absorción de nutrientes minerales en la planta.

Desde hace algunos años, se ha introducido una gama de productos que contienen un conjunto de microorganismos que generan grandes beneficios tras su aplicación en campo, a ellos se les conoce por el nombre de “Microorganismos eficientes” que forman parte de un consorcio microbiano, que interactúa benéficamente con la flora microbiana de la rizosfera, su efectividad se basa en la auto sustentabilidad de su asociación, que sintetiza aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares y cuya finalidad es mejorar el rendimiento del cultivo.

En nuestro país este tipo de investigación es poco difundido y estudiado, debido a ello es necesario aplicar este tipo de tecnología, que puede ser aprovechada exitosamente por los agricultores y productores locales. En este contexto es que se ejecuta el presente trabajo de investigación, sin embargo, para recomendar a los productores de este cultivo, las mejores alternativas para su manejo y aplicación, es necesario saber con certeza si estos microorganismos permiten efectivamente mejorar e incrementar el rendimiento de este mismo.

La autora

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Identificación del problema objeto de investigación.

El cultivo de papa constituye uno de los pilares de la seguridad alimentaria y de la economía agrícola en la región Cusco. Sin embargo, en los sistemas productivos convencionales se ha intensificado el uso de fertilizantes químicos, lo que ha generado problemas asociados a la degradación de la fertilidad del suelo, incremento de costos de producción y disminución de la eficiencia del uso de nutrientes. En el centro agronómico K'ayra, pese a contar con condiciones edafoclimáticas favorables, los rendimientos del cultivo de papa variedad Cica, no siempre alcanzan su potencial productivo, lo cual evidencia la necesidad de evaluar alternativas tecnológicas sostenibles.

En este contexto, los microorganismos eficientes (EM), se presentan como una alternativa biotecnológica capaz de mejorar la disponibilidad de nutrientes, estimular el crecimiento vegetal y optimizar el rendimiento del cultivo. No obstante, existe limitada información científica local que sustente su efecto específico en el rendimiento del cultivo de papa variedad Cica, bajo las condiciones agroecológicas del Centro Agronómico K'ayra. Razón por la cual se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de papa, variedad CICA (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones del centro agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo afecta la aplicación de los microorganismos eficientes sobre las características agronómicas (altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetro polar y ecuatorial de tubérculos) del cultivo de papa, variedad CICA?
2. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento total y rendimiento por planta, del cultivo de papa, variedad CICA?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de papa, variedad CICA (*Solanum tuberosum* L.), en el centro agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Evaluar cómo afectan los microorganismos eficientes sobre las características agronómicas (altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetro polar y ecuatorial de tubérculos) del cultivo de papa, variedad CICA.
2. Establecer cuál es el efecto de los microorganismos eficientes en el rendimiento total y rendimiento por planta, del cultivo de papa, variedad CICA.

2.2. Justificación

Económico, básicamente, un cultivo que presenta un buen rendimiento, será también un cultivo altamente rentable y que permitirá elevar las condiciones socioeconómicas del agricultor andino dedicado a esta actividad, justificar su investigación, depende directamente si su uso, afecta o no positivamente en la producción del cultivo de papa, ya que permitirá conocer, si efectivamente mejoraría el rendimiento de este mismo, que puede ser aprovechada exitosamente por los agricultores y productores locales, por lo tanto, esta investigación es de gran importancia, y se justifica plenamente.

De investigación; según **Catalán, Cosió y Chilo (2020)**, el rendimiento de la variedad CICA en nuestra región, supera las 35 t/ha, para obtener este rendimiento en un cultivo, influyen de manera significativa las características agronómicas, como altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetro polar y ecuatorial de tubérculos, debido a que en estos órganos se moviliza sustancias nutritivas necesarias para la acción fotosintética en la planta, por lo tanto, una planta que presente estas características bien desarrolladas, significara principalmente, que posean buenos rendimientos, por lo tanto, investigar si su uso, afecta o no al cultivo de papa, de la variedad CICA, es de gran importancia, y justifica su investigación.

Social; el uso de microorganismos eficientes en los cultivos, fomenta prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y pesticidas, que deterioran el medio en el que vivimos, además contribuyen al ciclo natural de nutrientes, al descomponer la materia muerta y convertirla en compuestos más simples, mejorando la calidad ambiental, por lo tanto, investigar si su uso, mejora el medio ambiente en el que vivimos, es de gran importancia, y se justifica plenamente.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Con la aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de papa, variedad CICA, bajo condiciones del centro agronómico K'ayra, San Jerónimo, Cusco se incrementa significativamente el rendimiento.

3.2. Hipótesis específicas

1. La aplicación de microorganismos eficientes incrementa de manera positiva las características agronómicas (altura de planta, numero de tubérculos por planta, diámetro polar y ecuatorial de tubérculos) del cultivo de papa, variedad CICA.
2. La aplicación de microorganismos eficientes, permitirá mejorar el rendimiento del cultivo de papa, por que suministra al suelo de macronutrientes y micronutrientes necesarios para un óptimo desarrollo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedente internacional

Gutiérrez (2017), en el trabajo de investigación “Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra”. Con el objetivo de evaluar el potencial del yeso agrícola en combinación con *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*, como promotor de crecimiento vegetal. Su aplicación al suelo permitió seleccionar la combinación más productiva, con calidad y rendimientos mayores. El diseño fue totalmente al azar, con tres tratamientos aplicados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de casa sombra y riego por goteo. Los tratamientos fueron: testigo (T1), *Trichoderma harzianum* combinado con 40 kg ha⁻¹ calcio (T2), *B. cereus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum* combinados con 40 kg ha⁻¹ calcio (T3); la fuente de calcio en T2 y T3 fue yeso agrícola. Las variables evaluadas fueron altura de planta, contenido de clorofila, composición nutrimental de hoja y número, peso y peso volumétrico del tubérculo. La viabilidad de los microorganismos en la rizosfera, se determinó para cada tipo de microorganismo. En la clorofila no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos; el testigo superó significativamente en altura a las plantas de T2 a T4; el número de tubérculos (51.5 %) y rendimiento (49.4 %) de T3, fue significativamente mayor que T1. En el biocontrol en tubérculo contra *Streptomyces* T3, fue mejor (9%) que T1 (32.14 %). T3, tuvo un mayor rendimiento y mejor calidad estándar.

4.1.2. Antecedente nacional

Tarazona (2016), en el trabajo de investigación “Dosis de microorganismo eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Única”, en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón – 2015”, siendo el tipo de investigación aplicada, a nivel experimental, la población de 576 plantas de papas por experimento y 36 plantas por parcela experimental, evaluando 10 plantas por área neta experimental. El diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 repeticiones y 4 tratamientos, haciendo un total de 16 unidades

experimentales, las observaciones fueron número, tamaño, peso, para el análisis estadístico se utilizó el ANDEVA y la prueba de Duncan al 1 y 5 % de nivel de significación. Los resultados permiten concluir que la dosis alta de 0,14 l. EMA/2,86 L de agua, por área neta experimental, fue de 14,2 kg y con rendimiento total de 31 625,83 kg/ha; es decir 31 t/ha, existiendo diferencias altamente significativas entre tratamientos y respecto a número de tubérculos por planta, la dosis alta obtuvo 14,50 tubérculos por planta, existiendo diferencias altamente significativas entre tratamientos. El tamaño de tubérculos por planta los tubérculos más grandes fueron obtenidos con la dosis alta pero no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y el peso de tubérculos por planta, el rendimiento más alto conseguido por el tratamiento dosis alta con 1,42 kg de tubérculos por planta, recomendando la aplicación foliar de los Microorganismos Eficaces (EM) en el cultivo de papa.

Vega (2019), en el trabajo de investigación “Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones edafoclimáticas del distrito de Panao 2017”, donde la muestra fue el número de plantas existentes en el área neta experimental (3,2 m²), y utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones y 4 tratamientos con 12 unidades experimentales. Las observaciones fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y peso de tubérculos en kilogramos por área neta experimental que posteriormente se transformó a hectárea. Donde se concluye, la dosis de 1 litro de “Microorganismos Eficaces” por 20 litros de agua, tuvo efecto significativo al obtener la mayor altura de planta en el cultivo de papa, la dosis de 1 ½ litro de “Microorganismos Eficaces” por 20 litros de agua tubo efecto significativo al obtener el mayor diámetro del tallo en planta del cultivo de papa, la dosis de 2 litro de “Microorganismos Eficaces” por 20 litros de agua tubo efecto significativo al obtener el mayor número de hojas en la planta del cultivo de papa y el mayor promedio de peso de tubérculos y rendimiento estimado por hectárea, fueron 34 468, 84 kg/ha obtenidos con el T1 con dosis 2 litros de “Microorganismos Eficaces” por 20 litros de agua.

Fernández (2010), en la investigación “Micorrización in vitro e in vivo de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* var. Alfa), concluye en estudio in vitro, donde se obtuvieron

efectos positivos sobre las plantas inoculadas en el medio M, aun cuando quedó clara la necesidad de encontrar nuevos medios, nutricionalmente balanceados, que garanticen tanto el crecimiento de las plántulas como el establecimiento eficiente de la micorrización. Además, en la fase adaptativa se encontró una respuesta altamente positiva a la inoculación de las cepas, mostrando un comportamiento diferenciado en función de los sustratos, apreciable en todas las variables estudiadas (nutricionales, fúngicas y fisiológicas), lo cual demostró la factibilidad del uso de dichos microorganismos en este estadio de la micropropagación del cultivo.

Rojas (2010), en el trabajo de investigación “Efecto de microorganismos benéficos en la productividad y el control de enfermedades de suelo que afectan la calidad de las papas nativa como *Helminthosporium solani* (mancha plateada)”, se concluye que *Trichoderma* tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de papa nativa, ssp andígena, debido a su efecto sobre el número de tallos y la cobertura foliar. Estos tres microorganismos lograron reducir el efecto de *Helminthosporium solani*, pero, *Trichoderma* lo hizo en mayor magnitud, en segundo y tercer año, *Trichoderma spp.* Confirmó su efecto favorable sobre el rendimiento y en la reducción de la enfermedad. En relación a la forma de aplicación de *Trichoderma*, se determinó que su aplicación a surco abierto y sobre la gallinaza, tuvo un mayor efecto en el rendimiento que su aplicación previa a la gallinaza antes de la siembra o su aplicación solo a la semilla.

4.1.1. Antecedente regional

Tito (2023), en el estudio de investigación titulado: “Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con aplicación de abono orgánico inoculado con microorganismos eficaces (ME) en suelo infestado con nematodos, en Lliupapuquio, San Jerónimo, Andahuaylas” realizó en campo abierto en la localidad de Lliupapuquio, con el objetivo general de evaluar el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con la aplicación de tres dosis de abono orgánico inoculado con Microorganismos Eficaces (ME) en un suelo infestado con nematodos y los objetivos específicos fueron, determinar número de tallo por planta, identificar la dosis de aplicación adecuada del mejor rendimiento y determinar el rendimiento (kg) del cultivo de papa. Se empleó el diseño de Bloques Completamente al Azar, con 04 tratamientos

T1, T2, T3 y T4 (con dosis de abono orgánico, 5, 10,15 t/ha inoculado con microorganismos eficaces (ME) y 10 t/ha. de materia orgánica (MO) sin inocular, como testigo), 03 bloques, haciendo un total de 12 unidades experimentales. El mayor resultado, para número de tallos por planta a los 105 días después de la emergencia fue del T3, con 12 unidades con una dosis (15 toneladas de MO/ha inoculado con microorganismos eficaces ME). El resultado de rendimiento peso - kg. de tubérculo del cultivo de papa variedad INIA - 303 Canchan fue del T3, con 35.67 kg de peso de tubérculo por tratamiento y por rendimiento 4.128 kg/ha (con una dosis de 15 t./ha de materia orgánica inoculado con microorganismos eficaces), en el T2 alcanzó 30.33 kg de peso de tubérculo por tratamiento y por rendimiento es 3,510.42 kg/ha, (con una dosis de 10 t./ha de materia orgánica inoculado con microorganismos eficaces), en el T1 alcanzó 13.67 kg de peso de tubérculo por tratamiento y por rendimiento es 1,582.18 kg/ha (con una dosis de 5 t./ha de materia orgánica con microorganismos eficaces) y por último el T4 (testigo), alcanzó 12.07 kg de peso de tubérculo por tratamiento y por rendimiento es 1,396.99 kg/ha, (10 t./ha de materia orgánica sin la inoculación de microorganismos eficaces).

Bravo & Condori (2023), en el estudio de investigación intitulada “Evaluación de eficiencia de las dosis de microorganismos en elaboración de compost a partir de residuos orgánicos, distrito de San Jerónimo, Cusco- 2023”, cuyo objetivo es evaluar la eficiencia de las dosis de microorganismos en la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos procedentes del mercado Vinocanchón y la empresa “Distribuidor Logístico Z & P”. Se empleo el diseño experimental en un periodo de 50 días, de mayo a junio del 2023, donde se realizó la aplicación de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, los cuales contenían diferentes concentraciones de microorganismos eficientes: T1: tratamiento testigo con 0% de microorganismos eficientes (ME); T2: con 20% ME, T3: con 30% ME y T4: con 40% de ME. Con un peso inicial de 250 kg para cada pila de compostaje. Se realizaron dos monitoreos semanales para los parámetros de (temperatura, humedad y pH) a fin de analizar sus cambios durante el proceso como indica la Norma Técnica Peruana NTP 201.208 y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); a 30 días de iniciado el estudio se recolectaron muestras para realizar un análisis en laboratorio y así conocer la condición del compost. A los 50 días se verifico que la

temperatura, pH y humedad alcanzaron su estabilidad, así mismo se observó el color oscuro y se percibió el olor a tierra fresca (indicadores de un compost maduro), volviendo a recolectar muestras para realizar un análisis final de laboratorio para parámetros físico-químicos (pH, conductividad eléctrica, densidad aparente, nitrógeno total, fósforo total, potasio total, calcio total, magnesio total, materia orgánica y relación C/N) del compost. Por tanto, se determinó que la dosis más eficiente fue el T4 con una concentración de 40% de microorganismos eficientes que mejoró las propiedades físicas y químicas del compost, teniendo como resultado los promedios finales, Relación C/N 14.8/1, Nitrógeno Total 1.77 %, Fósforo Total 0.50 %, Potasio Total 2.25 % y Materia Orgánica 33.87 %.

4.2. Bases Teóricas

4.2.1. Origen y distribución

La papa ha conquistado los lugares más remotos del planeta y si bien es cierto que no en todas partes del mundo se le somete a intensa explotación y cultivo, por lo menos ya es aceptada en Asia, África, Oceanía y otros lugares. **CEA (2002)**.

Según **Catalán, Cusió y Chilo (2020)**, la variedad Morada-CICA, es un genotipo tetraploide de progenitores andígena. Esta condición genética otorga un amplio límite de tolerancia climática en los distintos valles interandinos y zonas altas de la región Cusco y otras regiones del país.

4.2.2. Posición taxonómica

La posición taxonómica de la papa según **Cronquist (1993)**. Es como sigue:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Sub-división: Angiospermas

Clase: Dicotiledoneas

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Sub-género: Pachystemonum

Sección: Tuberarium

Subsección: Hiperbasarthrum

Serie: Tuberosa

Especie: *Solanum spp.*

4.2.3. Descripción morfológica

4.2.3.1. Raíz

El sistema radicular de las plantas de papa propagadas por semilla sexual y por tubérculo-semilla a pesar de pertenecer a una misma variedad no es idéntico. Así plantas provenientes de semilla sexual presentan raíz principal del tipo pivotante y

ramificada y dos o tres cotiledones. Mientras que la planta originada de un tubérculo-semilla forma raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo, ocasionalmente se forman raíces en los estolones, debido a que la papa en forma comercial se propaga por tubérculo posee un sistema radicular débil y por eso necesita suelos en buenas condiciones para su crecimiento normal, el sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo. **Egusquiza (2000).**

Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas; las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada corte y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa. **Balladolid (2009).**

4.2.3.2. Hojas

La disección de la hoja de la papa, es muy variable por el número de folíolos laterales, secundarias e intercaladas. Todos los segmentos de la hoja, decrecen gradualmente hacia la base. El folíolo terminal, es mayor que las laterales y todavía en ciertos casos fusionados con una o las dos laterales siguientes. El ápice de los folíolos puede atenuarse bruscamente en una punta o el folíolo entero puede atenuarse desde la mitad de su longitud o aún desde casi su base. La base de los folíolos, puede ser redondeada o atenuada y llevar los dos lóbulos laterales pegados al pecíolo a la misma altura o a diferentes alturas. Los folíolos pueden ser anchos o angostos, largos o cortos. **Egusquiza (2000).**

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. **Balladolid (2009).**

4.2.3.3. Tallo

El tallo de la parte aérea en la papa cultivada es herbáceo, erecto o algo arrosetado, posteriormente expandido con las hojas horizontales o caídas. Mientras que la porción subterránea del tallo es sólido y cilíndrico de sección triangular en los entrenudos y circular en los nudos.

En cuanto al tamaño de los tallos en las variedades tempranas, por lo general es bajo y en las tardías, muy alto. La ramificación puede ser basal o apical. Los entrenudos en la parte baja de la planta pueden ser huecos debido a una desorganización de la médula. **Alarcón (1995).**

El tallo, grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0,5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo. Las hojas son imparipinnadas. Consta de nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejados se encuentran del nudo de inserción. Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. **Balladolib (2009).**

4.2.3.4. Inflorescencia

El fruto es una baya pequeña y carnosa, de forma redonda u ovalada, de color verde, amarillento o castaño rojizo, el cual contiene las semillas sexuales que pueden ser de 200 a 300. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidas a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósito de mejoramiento. **Arias (2007).**

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. **Balladolib (2009).**

4.2.3.5. Fruto

Los elementos internos de la semilla son: plúmula (futuro tallo), hilium, radícula (futuro raíz), testa (cubierta seminal), embrión, endospermo. La producción comercial de la papa a partir de la semilla sexual es una tecnología muy prometedora que debe evaluarse en todas las localidades del país. **Tapia (1993).**

El fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla, conocida también como semilla sexual, es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. El número de semillas por fruto puede variar desde cero (nada) hasta 400. Cada semilla tiene la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias. En forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. **Egúsquiza (2000).**

4.2.3.6. Flor

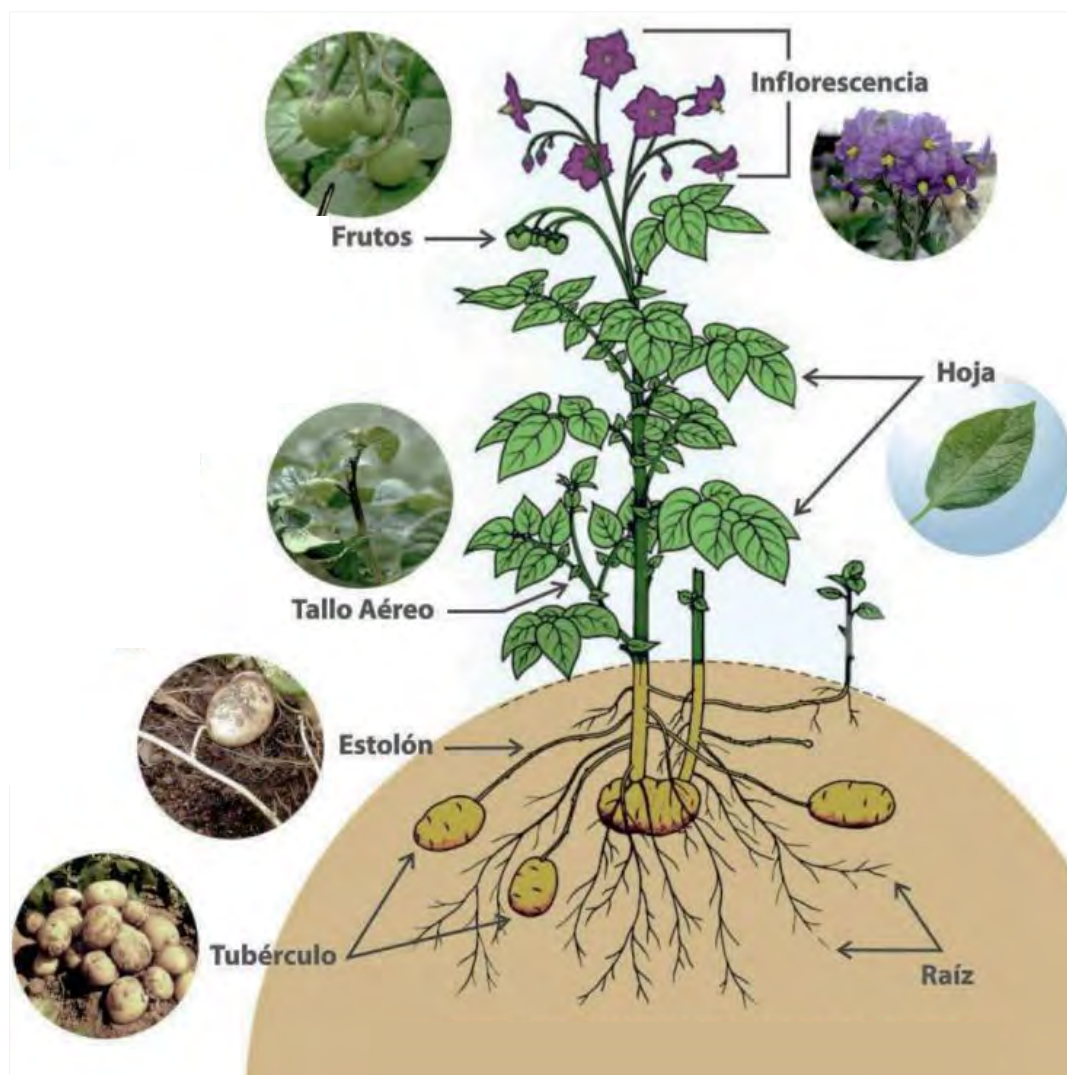
Cada una de las flores está sostenida por un pedúnculo y pedicelo, provisto de una articulación cuya posición varía en las especies y variedades. Es por esta articulación que se produce la abscisión de la flor o el fruto. Parece que el color de la articulación tuviera alguna correlación con el del tubérculo. Las especies y variedades difieren mucho por la forma de los botones florales que pueden ser globulares, ovales, puntiagudos o con los lóbulos de los sépalos muy prolongados, dependiendo estas variaciones de la forma y longitud de los lóbulos. **Egusquiza (2000).**

4.2.3.7. Tubérculos

Los tubérculos son tallos modificados carnosos y constituyen el órgano comestible, formado por tejido parenquimatoso con reservas de almidón. Los tubérculos se originan en el extremo del estolón y tienen yemas de crecimiento conocidas como ojos. **Huamán (1986).**

Son los órganos comestibles de la papa. Están formados por tejidos parenquimáticos donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”. **Balladolid (2009).**

Figura 01: Morfología del cultivo de la papa



Fuente: Centro Internacional de la Papa (2018).

4.2.4. Requerimientos climáticos

4.2.4.1. Temperatura

La temperatura óptima que requieren la mayoría de las variedades comerciales de papa, durante el periodo de crecimiento se encuentra en el rango de 15 a 22°C, mientras que durante la fase de tuberización este valor está entre 14 a 18°C. **Egusquiza (2000).**

Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. El frío excesivo perjudica especialmente al producto, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar. Si la temperatura es demasiado

elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades. **FAO (2009).**

4.2.4.2. Suelo

El cultivo de papa requiere suelos profundos, sin problemas de pedregosidad, bien drenados, de textura franca a franca arenosa y con un alto nivel de materia orgánica humificada. **Egusquiza (2000).**

Las papas pueden crecer casi en todos los tipos de suelos, salvo donde son salinos o alcalinos. Los suelos naturalmente sueltos, que ofrecen menos resistencia al crecimiento de los tubérculos, son los más convenientes, y los suelos arcillosos o de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación, son los mejores. Se considera ideal un pH de 5,2 a 6,4 en el suelo. **FAO (2009).**

4.2.4.3. Humedad

El agua ocupa los macroporos y los microporos. A este punto el suelo está saturado. Pasado un tiempo corto de un par de días el agua gravitacional (lo que ocupa los macroporos) percola hacia la capa freática. Cuando los 14 macroporos están ocupados por aire y los microporos por agua, el suelo está a capacidad de campo. Este estado del suelo es considerado como el óptimo para los cultivos ya que pueden aprovechar el agua fácilmente. La planta va aprovechando el agua en los microporos hasta que ya no puede absorberla porque la energía necesaria para esto es demasiada. Este extremo se conoce como el punto de marchitez permanente. El agua comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente recibe el nombre de agua útil.

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de mildiu, por tanto, esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta. **FAO (2009).**

4.2.4.4. Luz

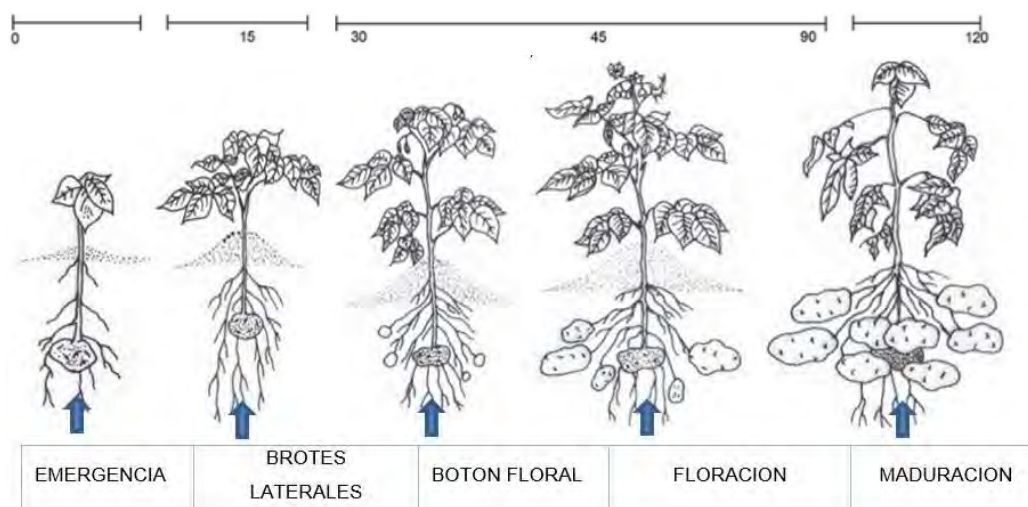
La luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperiodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento. Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperiodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas. La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación. **MINAG (2008).**

4.2.4.5. Fenología del cultivo

La fase fenológica son los rasgos morfológicos cíclicos que experimentan las plantas en función a la influencia ambiental, entre estos la aparición, la transformación o desaparición de los órganos vegetales. La fase se considera como un aspecto de tipo fisiológico, se refiere a la aparición y transformación progresiva de los diferentes órganos de una planta que de acuerdo a cada especie adopta diferentes nombres. **Ladrón De Guevara (2005).**

- **Fase de Emergencia:** La fase de emergencia ocurre cuando la planta empieza a mostrar sus primeras hojas sobre la superficie del terreno.
- **Fase de formación de brotes:** Durante esta fase se forman los brotes de la planta, que pueden ser aéreos o subterráneos.
- **Fase de botón floral:** Durante esta fase fenológica, en la parte aérea aparecen los primeros botones florales y generalmente en la parte subterránea se empiezan a notar con claridad los primeros tubérculos.
- **Fase de floración:** Durante esta fase la planta entra en plena floración, y se inicia cuando los botones florales empiezan a aperturarse plenamente.
- **Fase de maduración:** Durante esta fase final la planta empieza a mostrar cambio de coloración en todo el follaje, las hojas tienden a perder el color verde característico y empiezan a senescer debido a que el transporte de nutrientes desde las hojas hacia los tubérculos es muy activo. **Ministerio de Ambiente y Ministerio de Agricultura (2011).**

Figura 02: Fases fenológicas del cultivo de papa.



Fuente: Ministerio de Ambiente y Ministerio de Agricultura (2011).

4.1.1. Prácticas de cultivo

4.1.1.1. Preparación de suelo

En la sierra, en terrenos de secano la roturación también se realiza en los meses de abril y mayo aprovechando de la humedad del suelo que ha sido propiciada por las lluvias de enero a marzo. En los terrenos de rotación y con riego, la aradura se realiza a los 10 o 12 días después del riego, luego vendrán las rastras de discos y el surcado respectivo quedando apta para la siembra. **Ortiz y Mauri (1975).**

El inicio de las labores debe ser cuando el suelo está con un contenido bajo de humedad, es decir, ni seco ni excesivamente húmedo, ya que en el primer caso la maquinaria tendrá mayor desgaste, y será difícil su penetración en el suelo. Por otro lado, un suelo excesivamente húmedo impedirá el buen funcionamiento de rastras y arados, al quedar mucho barro adherido a éstas, lo que dificulta la labor. Sin embargo, lo importante de considerar es mullir el suelo en profundidad, incorporar materia orgánica y controlar malezas. El inicio de las labores preparatorias debe hacerse con la anticipación debida que permita que la masa vegetal se descomponga y se incorpore a la vida del suelo, de manera que la planta tenga mayor cantidad de nutrientes, como también habrá una mejor provisión de agua al suelo. De esta manera se llega en excelentes condiciones a la plantación y ello permitirá un ahorro en herbicidas y fertilizantes. **Bouzo (2008).**

4.1.1.2. Siembra

La siembra se inicia cuando las condiciones climáticas de temperatura y humedad están en el momento óptimo. En la sierra sur la siembra se realiza entre los meses de octubre a primera semana de diciembre, coincidiendo con la siembra de la papa comercial. La siembra propiamente dicha consiste en la colocación de los tubérculos semilla, a un distanciamiento que varía entre 10 a 15 cm entre tubérculos. **Tapia (1992).**

Por lo general no se lleva a cabo con semillas, sino con «papas semilla», que son pequeños tubérculos o fragmentos de éstos, los cuales se introducen a una profundidad de 5 a 10 centímetros en la tierra. La pureza de los cultivares y la salud de los tubérculos semilla son esenciales para obtener una buena cosecha. El tubérculo semilla debe estar libre de enfermedades, tener buenos 8 brotes y pesar de 30 a 40 gramos. El uso de semilla comercial de buena calidad puede aumentar la producción del 30 por ciento al 50 por ciento, en comparación con la semilla del agricultor, pero las ganancias previstas deben compensar el costo más elevado. La densidad de cada hilera de papas depende del tamaño de los tubérculos, y el espacio entre las hileras debe permitir el aporque del cultivo. Por lo general se siembran unas dos toneladas de papas semilla por hectárea. En las zonas áridas de secano, el cultivo de papa en suelos planos produce cosechas más abundantes (gracias a una mejor retención de la humedad en el suelo), mientras que en condiciones de regadío la papa se cultiva principalmente en camellones. **FAO (2009).**

4.1.1.3. Riego

No se puede precisar exactamente el número de riegos que requiere, puesto que depende de diferentes factores como el clima, la textura del terreno, la variedad y otros. En condiciones exigentes con cuatro riegos se puede obtener una buena cosecha, desde luego hay que dar un riego al momento de sembrar, un segundo riego entre los 40 y 60 días, y por último un tercer riego. El riego se aplica por inundación, aspersión y goteo. **Mendoza (1997).**

El trabajo de aplicación de agua al cultivo de papa (riego) es de mucha importancia porque el rendimiento del cultivo esta directa y positivamente relacionado con la

cantidad total de agua aplicada por campaña. Es decir, si se dispone de buen drenaje y es posible controlar las enfermedades causadas por hongos y bacterias, “a más agua, mayor rendimiento”. La planta de papa es muy sensible tanto a la falta (déficit) como al exceso de agua. El exceso puede ser contrarrestado de diferentes formas, pero las pérdidas que causa la deficiencia de agua son más comunes y notorias. **FAO (2009).**

4.1.1.4. Control de malezas

Se realiza según la incidencia de malezas y éstas compiten en los estados juveniles del cultivo. Es recomendable un deshierbo manual cuando la planta alcanza 30 a 40 cm de altura, aprovechando los aporques. **Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2006).**

4.1.1.5. Aporque

El aporque permite aprovechar el mayor número posible de ramas laterales para la formación de estolones, provoca un mayor desarrollo de raíces adventicias y da a la planta mayor estabilidad, generando menor porcentaje de tumbado por viento y otros factores adversos. El aporque se realiza por una sola vez, cuando las plantas han alcanzado aproximadamente una altura de 10 a 20 cm si la siembra es por el sistema convencional, sin embargo, si se siembra en sistema chuqui el aporque debe realizarse normalmente dos veces, el primero de ellos para formar los surcos por donde discurrirá el agua de las lluvias y el segundo aporque para eliminar las malezas y mejorar el tapado de los tubérculos. **Ortega (1992).**

Es el traslado de tierra al cuello de las plantas de papa. En muchos lugares de la sierra se denomina segundo cultivo. El aporque eleva la altura de los camellones, profundiza el surco de riego y aísla las raíces, estolones y tubérculos de las plagas que proceden del exterior. **FAO (2009).**

4.1.1.6. Cosecha

Esta actividad agrícola, en términos de secuencia, sigue a la preparación preliminar

del terreno y se inicia por lo general en mayo y continúa a través de todo junio. El momento de la cosecha, se determina por el estado de madurez fisiológica de la planta la que es alcanzada cuando el follaje de ésta se encuentra totalmente seca y los tubérculos no se pelan o desuellan. **Tapia (1993).**

Cuando las hojas de la planta de la papa se ponen amarillas y los tubérculos se desprenden con facilidad de sus estolones, significa que la papa está madura. Si las papas van a almacenarse en vez de consumirse enseguida, se dejan en el suelo para que la piel se haga más gruesa, porque una piel más gruesa previene las enfermedades que se producen durante el almacenamiento y evitan que la papa se encoja por pérdida de agua. Sin embargo, si se dejan los tubérculos en el suelo demasiado tiempo, aumenta la posibilidad de que contraigan la enfermedad fúngica llamada viruela de la papa. **FAO (2009).**

4.1.1.7. Fertilización

El abonamiento propiamente dicho se realiza durante la siembra y consiste en colocar el abono de corral o estiércol (ovino, llamas o alpacas) a chorro continuo y sobre el surco anteriormente tapado con tierra. Algunas veces, en lugar del estiércol suelen usar la ceniza, como producto de la incineración del primero, siendo el objetivo básico como ya se dijo el de evitar el ataque de enfermedades, lo que en algún grado eleva el pH del suelo y por consiguiente evita el medio ácido favorable para el desarrollo de las enfermedades indicadas. **Ortega (1992).**

El uso de fertilizantes químicos depende de la cantidad de nutrientes presentes en el suelo (las tierras volcánicas, por ejemplo, por lo común carecen de fósforo), y para la producción comercial de regadío por lo general se utiliza una gran cantidad de fertilizante. Sin embargo, la papa prospera con la aplicación de abono orgánico al inicio de cada nueva rotación, porque ofrece un buen equilibrio de nutrientes y mantiene la estructura del suelo. La aplicación de fertilizantes se debe calcular correctamente de acuerdo con la cosecha prevista, el potencial de la variedad y la utilización prevista de la cosecha. **FAO (2009).**

4.1.1. Principales plagas

4.1.1.1. Gorgojo de los Andes

Los adultos son gregarios y lucífugos, durante el día se encuentra ocultos debajo de terrones, piedras y cerca de la planta atacada, durante la noche salen para alimentarse de las hojas y realizar la copula, son muy activos. Su ciclo de vida es de un año, puesto que los gorgojos adultos emergen del suelo cuando empiezan las lluvias, se alimentan y se reproducen durante la época del cultivo y luego quedan en el campo como pupas o adultos invernantes. **Vargas (1994).**

El control del gorgojo de los andes se realiza a través de diversas prácticas agronómicas tales como:

- Rotación de cultivos: la rotación debe realizarse necesariamente con cultivos que no son susceptibles al ataque del gorgojo, tales como el tarwi, haba, quinua y maíz.
- Las plantas de papa sean silvestres o cultivadas que se comportan como maleza deben ser eliminados de los campos de cultivo por cuanto son hospederos del gorgojo y fuente de infestación permanente.
- Los aporques que se realicen deben ser altos y oportunos, cubriendo bien los tubérculos especialmente en variedades que tienden a tuberizar superficialmente puesto que la oviposición del gorgojo adulto es cerca a los tubérculos.
- Durante la siembra se debe utilizar semilla completamente sana es decir libre de larvas de gorgojo, pero si no es posible evitar este hecho, entonces la semilla debe ser tratado con un fumigante como el fosfuro de aluminio, o si no debe sumergirse la semilla en una solución de carbofuran floable o piretroide durante cinco minutos, para eliminar las larvas del gorgojo.
- La cosecha debe ser oportuna y eficiente, debe ser oportuna para evitar que el gorgojo siga alimentándose de los tubérculos en el campo y cumpla su ciclo de vida, y debe ser eficiente para evitar que queden tubérculos infestados en el campo que sirvan de fuente de infestación para la siguiente campaña.
- En el almacén los tubérculos remanentes deben ser totalmente destruidos, para evitar incrementar la fuente de infestación.
- Las malezas hospederas como nabo, trébol blanco y lengua de vaca, que se

encuentran ya sea en el campo o en los bordes y acequias deben ser totalmente eliminadas ya sea por métodos mecánicos o químicos. **Vargas (1994).**

4.1.1.2. Escarabajos de la hoja

Los escarabajos de la hoja son polípagos y de hábito diurno, en el caso del *Epitrix* tienden a saltar y ser muy activos a la hora de mayor sol, las larvas viven en el suelo y pueden realizar galerías superficiales y minadoras de los tubérculos, las hembras ovipositan en el suelo o cerca al cuello de la raíz. Normalmente pueden hibernar como adulto dentro del suelo o debajo de la corteza del eucalipto. **Vargas (1994).**

La *Diabrotica* presenta larvas que viven en el suelo y se alimentan de raíces, estolones, tubérculos, produciendo minas y galerías superficiales, provocando el ingreso de hongos. Los adultos son escarabajos muy activos durante las horas de mayor sol. En el caso de *Epicauta* las larvas del primer estadio son activos predadores de acrídidos. Los adultos son activos durante el día y pueden volar distancias considerables en busca de comida, las larvas son de hábito caníbal, muy activos como predadores. Las hembras ovipositan en el suelo en montones de 50 a 80 huevos. **Vargas (1994).**

Control

- Preparación adecuada del terreno: es necesario realizar buen volteo del terreno por cuanto los adultos del *Epitrix* permanecen en el suelo y al voltear el prisma se expone a la acción de sus enemigos naturales y a las inclemencias del medio ambiente.
- Una adecuada fertilización del cultivo produce plantas más vigorosas y permite la pronta recuperación del cultivo luego de un ataque de comedores de hoja.
- Deshierbo adecuado y oportuno: el control de malezas es básico por cuanto son fuente de infestación al ser estos insectos polípagos.
- Adecuada rotación de cultivos: esta práctica si bien es recomendable debido a que estos insectos son polípagos es un poco difícil encontrar un cultivo que no sea atacado. **Vilca (1990).**

4.1.1.3. Polilla de la papa

Los adultos de la polilla son de actividad nocturna, durante el día se ocultan en el follaje, en malezas, debajo de terrones y residuos vegetales, son además lucipetas y básicamente son oligofagos, es decir su rango de hospederos es muy estrecho. Mayormente solanáceas cultivadas y silvestres. La oviposición puede ser aislada o en grupos en el envés de las hojas, tallos, axilas de hojas, brotes aéreos, en el cuello de la planta y sobre tubérculos, yemas de tubérculos en el campo y en el almacén. Normalmente empupan en el órgano infestado, en el suelo, en desperdicios, costales, paredes del almacén y sobre los tubérculos. **Vargas (1994).**

Los daños ocasionados se inician en el campo y pueden intensificarse en el almacén, en la parte aérea, las larvas recién emergidas provocan minaduras, infestan botones florales, tallos y penetran a las axilas de las ramas y pueden barrenar a la altura del cuello de la raíz, en los tubérculos el ataque empieza en el campo y termina en el almacén, penetran por las yemas del tubérculo, y en el interior construyen galerías expulsando su excremento al exterior los que se acumulan en la entrada del orificio los tubérculos adquieren un sabor amargo, los orificios causados son puerta de ingresos de otros organismos que pudren el tubérculo. **Vargas (1994).**

Control cultural

- La preparación del suelo debe ser adecuada, es decir el prisma del suelo debe ser bien mullido con varias cruces de rastra para evitar la formación de terrones grandes que puedan servir como refugio para la polilla adulta
- La siembra debe ser con semilla totalmente limpia de larvas de la polilla para evitar la propagación de esta plaga en el campo y a una profundidad adecuada para evitar que las semillas sean afectadas por la polilla
- Los aporques deben ser elevados, es decir debe cubrirse con mucha tierra el pie de las plantas, para evitar que la polilla coloque huevos encima de los tubérculos
- La limpieza del campo de restos de tubérculos y plantas malezas de papa debe ser una actividad obligada, para evitar la permanencia y la posterior infestación de la polilla en el campo

- El control de maleza debe ser oportuno, principalmente de especies que son hospederos alternativos. **Cisneros (1992).**

Control biológico

- Los enemigos naturales reportados para la polilla de la papa son: parasitoides como *Apanteles spp.*, *Cotesia gelechiidivoris*, *Cotesia scutellaris*, *Temelucha sp.*, *Dibrachys cavus*, *Copidosoma sp.*, *Incamiya cuzcencis*, algunos predadores como *Parajalisus sp.* y patógenos como *Bacillus thuringiensis* y *Baculovirus phthorimaea*. De todos estos enemigos registrados actualmente se está usando con relativo éxito los siguientes controladores: la avispa *Copidosomakoheleri* está siendo usado con éxito. En el almacén es posible usar el *Baculovirus phthorimaea*, que es el virus de la granulosis, normalmente se formula en forma de polvo seco, y es aplicado a una dosis de 5 Kg. por tonelada, puede ser aplicado también como aspersiones sobre el follaje en el campo durante la etapa de tuberización, en el caso de almacén puede generar una mortandad de 90%. **Cisneros (1995).**

4.1.2. Principales enfermedades

4.1.2.1. Rancho

Esta enfermedad tiene muchos nombres según la zona, así tenemos: “seca seca”, “tizón tardío”, “hielo”, “candelilla” y “rancho”. El organismo causante es el hongo *Phitophthora infestans*. La temperatura óptima para la infección es 12 grados centígrados, la humedad relativa es de 60 a 90 % normalmente las noches frías y nubladas seguidas por días calurosos determinan su presencia.

Los síntomas más notorios son la aparición en las hojas, mayormente en los bordes, de manchas de apariencia húmeda y que se tornan brunas y se secan rápidamente. En condiciones de alta humedad puede formarse una pelusilla sobre estas lesiones, normalmente blanca, parecidas al mildiu, especialmente en el envés de las hojas. En algunos casos graves la infección puede continuar con el tallo en el cual se aprecia una pelusilla y el tallo afectado se vuelve quebradizo, en estado muy grave pueden atacar el fruto provocando lesiones necróticas de aspecto acuoso que terminan con la

podrición del mismo. En los tubérculos expuestos o mal aporcados La infección se produce por las esporas arrastradas por el agua de riego o lluvia, que penetra al suelo y provoca una decoloración pardusca superficial sobre el tubérculo, pudiendo afectar la pulpa quedando endurecido y extenderse la infección durante el almacenaje. **Agrios (1996).**

Control

- La siembra debe realizarse con semilla libre de la enfermedad, la selección de la semilla antes de la siembra debe ser rigurosa, y su almacenaje debe ser de tal manera que no se tenga el temor de contagio posterior.
- Época adecuada de siembra, si es posible debe adelantarse la siembra para eludir el ataque de la rancha o aminorar su daño, por cuanto en la sierra la rancha se presenta a partir de diciembre, pero lógicamente en esta zona se tiene el riesgo de las heladas que pueden ser tan o más dañinas que la rancha.
- Surcado profundo antes de la siembra.
- Realizar aporques adecuados, los aporques deben ser altos con la finalidad de cubrir bien los tubérculos y evitar así la infección de los mismos a partir de las esporas presentes en las hojas que son arrastrados al suelo por efecto de la lluvia.
- Rotación de cultivos, esta práctica es efectiva por cuanto la rancha tiene hospederos limitados, es decir ataca mayormente a solanáceas, pero no así a otras plantas como los cereales, por tanto, rotar con esos cultivos es una buena práctica para reducir el nivel de inoculo en el campo.
- La eliminación obligatoria de plantas de papa que quedan como maleza en el campo y que son fuente de infestación es una práctica muy recomendada.
- Si el ataque de la rancha es muy fuerte se debe cortar el follaje antes de la cosecha y se debe eliminar el rastrojo ya sea enterrándolo o quemándolo en último caso, luego de unos diez días del corte debe realizar la cosecha. **Vidal (1988).**

4.1.2.2. Verruga

La verruga de la papa es una enfermedad causada por el hongo *Synchytrium*

endobioticum. Esta enfermedad está ampliamente distribuida en las zonas altas del país, y causa severos daños en zona frías. Esta enfermedad es favorecida por temperaturas bajas y climas lluviosos, se conserva viable hasta por 30 años, bajo la forma de esporas de descanso y en los tejidos de la verruga. Se liberan en forma de zoosporas y se ubican en la superficie del hospedero germinando y penetran la cutícula pared epidermal de las yemas de estolones y tubérculos. Agrios (1996).

Los síntomas se presentan en los órganos subterráneos de papa a excepción de las raíces, produce un crecimiento tumoroso o verrugoso de consistencia blanda que se inicia por las yemas de los tallos, estolones y tubérculos. Las verrugas pueden ser pequeñas o grandes de acuerdo al grado de infestación, inicialmente son blancas o castañas, volviéndose verdosas cuando son expuestas a la luz a para tornarse luego oscuras o negruzcas. **Agrios (1996).**

4.1.2.3. Roña

Conocida también como “sarna pulverulenta”, el organismo causante es la *Spongospora subterranea*. Está ampliamente distribuida en la sierra, altitudes mayores a los 3,000 msnm, el hongo se conserva en el suelo como esporas, que penetra a los pelos radiculares, y luego de otros cambios biológicos se ubican en los tubérculos, por las lenticelas, y favorecidas por alta humedad y bajas temperaturas. Su diseminación se da por suelo infestado, agua de riego o de lluvia, implementos agrícolas y tubérculos infectados. **Agrios (1996).**

Las agallas en las raíces consisten en protuberancias laterales de 3 a 15 mm de ancho a los estolones atacados presenta nódulos hasta de 5 mm de longitud, distorsionados y de consistencia leñosa, en cuyo interior se encuentran las esporas de descanso. Cuando estas agallas son muchas reducen el vigor de la planta, al inicio son de color del tejido normal pero después se oscurecen rápidamente. Normalmente no hay síntomas en la parte aérea. **Agrios (1996).**

4.1.3. Microorganismos Eficientes

4.1.3.1. Concepto

Desde Hace Algunos años se ha introducido una gama de productos que contienen

un conjunto de microorganismos que generan grandes beneficios tras su aplicación en campo, a ellos se les conoce por el nombre de “Microorganismos eficientes”. Se define como microorganismos eficientes o eficaces a todos aquellos microorganismos que forman parte de un consorcio microbiano que interactúa benéficamente con la flora microbiana de la rizosfera. Este producto comercial presenta una amplia gama de usos para diversos fines tales como el tratamiento de aguas residuales. **Rashed y Massoud (2015).**

Este consorcio suele estar formado por bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras que actúan en sinergia a diferencia de monocultivos de microorganismos comerciales. Otro autor reporta la integración de micorrizas arbusculares, actinomicetos y hongos degradadores dentro del producto. **Condor et al. (2007).**

Su efectividad se basa en la autosustentabilidad del consorcio, donde la bacteria fotosintética es el componente autosuficiente que sintetiza aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales pueden usar la energía solar infrarroja de 700 a 1200nm, algo que las plantas no pueden hacer por lo que la eficiencia de captación de energía se vería incrementada. **Higa (1994).**

En cuanto a cada miembro bacteriano del consorcio, podemos mencionar que las sustancias sintetizadas por las bacterias fotosintéticas mejorarían las capacidades de otros microorganismos efectivos tales como micorrizas vesículo-arbusculares. Asimismo, las bacterias acidolácticas aumentan la descomposición de materia orgánica y restringen el crecimiento de *Fusarium* sp., al producir ácido láctico a partir de los azúcares producidos por las bacterias fotosintetizadores por lo que ofrecerían barreras de protección contra patógenos. Por otro lado, las levaduras junto con los actinomicetos, producirían sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y aminoácido, además de producir otras sustancias beneficiosas para las plantas tales como enzimas y hormonas. **Higa (1994).**

Las fuentes de los principales microorganismos presentes en el producto: “Los microorganismos benéficos de origen natural presentes, pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes comúnmente en diversos ecosistemas). Sin embargo, cabe mencionar que estos productos no suelen estar caracterizados en su totalidad y suelen pertenecer a géneros bastante comunes dentro de la diversidad de la microflora del suelo. De otro lado, se dice que tras la aplicación de los EM se genera una microflora de microorganismos benéficos y neutros dentro del área aplicada. Son microorganismos que aún son desconocidos pero que presentan una acción favorable para los suelos y los cultivos según sus productores. **Higa y James (2013).**

Según **Fertilizantes Orgánicos SAC (2018)**, son un consorcio de microorganismos (bacterias y levaduras) de reacción ácida (pH: 2.5 – 3.5), que tiene un efecto biorregulador sobre las condiciones de la rizosfera, mejorando la biodisponibilidad de nutrientes y estimulando el enraizamiento. Este contenido de microorganismos participa como descomponedores activos de la materia orgánica, incluso de compuestos de difícil degradación como son las ligninas de los árboles, lo cual permite un retorno de los nutrientes al suelo (tener en cuenta que parte de lo adicionado en el suelo es retirado y consumido por la planta), mejorando así los rendimientos y en consecuencia generando mayores ingresos.

4.1.3.2. Clasificación

Los tipos de microorganismos existentes en el suelo y sus funciones en beneficio de los cultivos según **Silva (2019)** y **Navarro (2003)** son:

- Bacterias. Son importantes porque producen cambios químicos en su entorno, algunos producen nutrientes a partir de sustancias químicas y otros absorben materia orgánica. Las bacterias son esenciales para la vida ya que cumplen la función de generar nutrientes para las plantas a partir de su función de descomponer la materia presente en el suelo. **Paniagua (2008).**

- Protozoarios. Ayudan a convertir los nutrientes accesibles en el suelo para las plantas, sirviendo del mismo modo como alimento para otros microorganismos en el suelo. **Porta (2003).**
- Nematodos. Cumplen un papel importante en el equilibrio de la población microbiana. Tienen múltiples funciones como la transformación de los minerales, sirven como fuente alimenticia para otros organismos, regulan las poblaciones de microorganismos y algunos son parásitos de insectos. **Porta (2003).**
- Actinomicetos del suelo. Se estima que conforman entre el 10 % al 50 % dentro de la comunidad de microorganismos del suelo. Estos microorganismos resaltan por su rol en la transformación del humus presente en el suelo dado a que son altamente eficientes en la formación de agregados, destaca para la alimentación de las plantas los del generó *Frankia*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Actinomyces*, *Thermoactinomices* y *Micromonospora*. **Porta (2003).**
- Hongos del suelo. Consideramos como microorganismos con alta actividad en las plantas, estos se nutren a partir de compuestos azucares y aminoácidos capturados de las raíces, aunque también pueden vivir realizando un proceso de simbiosis con las raíces. Dentro de los más resaltantes se tienen a los *Trichoderma*, que promueven la conservación de la humedad en las raíces a pesar de estar en condiciones secas, *Rhizopus*, *Penicillium* y *Aspergillus*, los cuales movilizan nitrógeno y fósforo del suelo. **Foth (1987).**
- Microorganismos fijadores de nitrógeno. La mayoría de los organismos no pueden metabolizar el nitrógeno, por lo que las plantas deben convertirlo en compuestos asimilables y metabolizables. Por tanto, resulta fundamental la conversión del nitrógeno, como el amoniaco, en formas asimilables para el desarrollo de las plantas. Se puede mencionar a las del género *Azomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* y *Oscillatoria* como las bacterias aerobias fijadoras de nitrógeno, siendo la principal la *Nitrobacter* al tener la característica de ser fijadora de nitrógeno atmosférico. **Fitz (1984).**

- Microorganismos simbióticos fijadores de nitrógenos. La simbiosis entre microorganismos y plantas se basa en que los primeros obtienen hidratos de carbono de la planta, mientras que los segundos aportan nitrógeno a la planta tras su muerte. Esta acción de carácter mutualista es altamente beneficiosa para la misma planta y las bacterias fijadoras de nitrógeno, pudiendo darse hasta en rizobacterias y las nitro fijadoras no simbióticas, al generarse suministro de energía mutua. **Fitz (1984).**
- Microorganismos que transforman el fósforo. Siendo el fósforo un elemento esencial para el desarrollo y fortalecimiento de las plantas, este se diversifica en fósforo inorgánico y fósforo orgánico. El primero se refiere al fósforo en estado mineral, mientras que el segundo se refiere al fósforo ligado o compuesto con materia orgánica. Dentro de este grupo se menciona a los hongos *Rhizopus*, *Aspergillus* y *Pennicillium*; las bacterias *Bacillus* y *Pseudomonas*; y, por último, las levaduras *Saccharomyces* y *Rhodotrula*. **Fitz (1984).**
- Microorganismos que transforman azufre. Se presenta el azufre en formas orgánicas e inorgánicas que son interconvertibles en ciclos biogeoquímicos que consisten en flujos y reacciones que ocurren en ambientes acuáticos terrestres y la atmósfera. Los microorganismos descomponen la materia orgánica y descomponen los aminoácidos en sulfatos. Se puede mencionar a las bacterias *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Azotobacter*, también a los hongos *Aspergillus* que participan efectivamente en la transformación del azufre. **Fankem et al. (2006).**
- Microorganismos que movilizan el potasio. El potasio permanece en la solución del suelo, formando iones intercambiables, se fija entre capas de silicatos vegetales o forma parte de minerales como el feldespato y la mica. Este elemento está presente en el suelo junto con otros elementos y puede ser liberado por erosión o por la acción de ácidos orgánicos y polisacáridos de origen microbiano. **Fankem et al. (2006).**
- Micorrizas. Las micorrizas, o asociaciones simbióticas entre las raíces de las plantas y hongos, fueron descubiertas por el botánico Franciszek Dionisy

Kamiennski en 1882. Estas conforman ampliamente el ecosistema del suelo, dentro de su alimentación consumen azúcares de las raíces de las plantas, y producen una amplia variedad de nutrientes (calcio, azufre, nitrógeno, potasio, fósforo, etc.) en su sistema vascular. **Fankem et al. (2006).**

4.1.3.3. Efectos

Efectos de los microorganismos eficaces sobre los cultivos Kyan et al (1999), sostienen que los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

- a) En los semilleros; aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico; aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal e incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
- b) En las plantas; genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que puede inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.

Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Promueve la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales en

zonas meristemáticas.

Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.
Bioem (2022).

- c) En los suelos; los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se pueden mencionar: en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.

En las condiciones físicas del suelo: Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Disminuye la frecuencia de riego, ya que incrementa la capacidad de los suelos para absorber el agua de lluvia, evitando a su vez la erosión por arrastre de partículas.

En las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijados, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana.

4.1.3.4. Modos de acción

Los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. **Hurtado (2001)**

A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este 20 proceso aumenta el humus contenido que los microorganismos benéficos nativos prosperen. **Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) (2009)**

4.1.3.5. Microorganismos eficientes utilizados

a) Effectbio Sc

Según **Biona World (2023)**, el producto “Effectbio” contiene esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum*, diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas, normalizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo, también contribuye en los siguientes aspectos:

- Estimula una rápida descomposición de los residuos vegetales de los cultivos.
- Mejora la estructura del suelo y la fertilidad al enriquecerlo con nutrientes y sustancias bioactivas.
- Una alta actividad de compuestos biológicos contra un amplio espectro de patógenos.
- Aumenta el rendimiento de los cultivos sin pérdida de actividad debido a cambios de temperatura (+5 ° a + 40 ° C) y contaminación química del suelo.

b) Respecta 25%

Según **Biona World (2023)**, el producto “Respecta 25%” formado con *Pseudomonas auerofaciens*, diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por el uso de pesticidas o condiciones ambientales adversas, también contribuye en los siguientes aspectos:

- Alta actividad antagonista contra una amplia gama de patógenos de plantas.
- Eficaz tanto para uso profiláctico como terapéutico.

- Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Refuerza el estado inmunológico del cultivo.
- No causa resistencia a los patógenos.
- Mejora la nutrición de fósforo de las plantas.
- Aumenta la productividad y calidad de la cosecha.
- No tiene periodos de espera, puede ser utilizado en cualquier fase de desarrollo.
- No pierde su eficacia en un amplio rango de temperatura de +5 a 39 °C.
- Compatible con inoculantes, no inhibe las bacterias de los nódulos radiculares.
- Es posible la aplicación en tanques de mezclas con productos químicos fitosanitarios.

c) **Bactofort**

Según **Biona World (2023)**, el producto “Bactofort” compuesto por *Acillus subtilis* B2918 y *Bacillus amyloliquefaciens*, Acción bioestimulante: una acción bioestimulante se debe principalmente a la producción de fitohormonas. Acción fúngica: una inducción de resistencia a los patógenos de las plantas que se manifiesta por el endurecimiento (lignificación) del tejido de la raíz al aumentar el contenido de fitoalexinas (compuestos protectores, que se forman en respuesta a la lesión del patógeno) tallos de las plantas, engrosamiento de las cáscaras de cera, cambio en el número de ácidos orgánicos. Además de la síntesis de enzimas del grupo quitinasa, proteasas, xilanasas que dañan las paredes celulares de los hongos fitopatógenos. Es activo contra un amplio espectro de fitopatógenos (especies del género *Fusarium*, *Bipolaris*, *Ophiobolus*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Pyrenophora*, *Puccinia*, *Phytophthora*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*) también contribuye en los siguientes aspectos:

- Aumenta el rendimiento de los cultivos entre un 10% y un 15%.
- Actúa como agente antiestrés tras la aplicación de herbicidas y pesticidas.
- Puede utilizarse en cualquier etapa de la vegetación
- No induce cepas resistentes de fitopatógenos.
- Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.

- Empieza a trabajar inmediatamente después de la aplicación.
- Compatible con otros tratamientos vegetales (se puede mezclar con herbicidas, pesticidas, etc.).
- Conserva la eficacia a temperaturas superiores a 28 °C.

4.3. Términos básicos

4.3.1. Biona

Según **Biona World (2023)**, se definen como una empresa dedicada a la fabricación de fertilizantes y bioestimulantes, destinados a la producción agrícola ecológica y sostenible. Que elaboran productos a base de materias primas naturales y procedimientos respetuosos con el Medio Ambiente y contribuyen a construir una agricultura más sostenible, clave para el futuro del planeta.

Las fuentes de los principales microorganismos presentes en el producto: “Los microorganismos benéficos de origen natural presentes, pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes comúnmente en diversos ecosistemas). Sin embargo, cabe mencionar que estos productos no suelen estar caracterizados en su totalidad y suelen pertenecer a géneros bastante comunes dentro de la diversidad de la microflora del suelo. De otro lado, se dice que tras la aplicación de los EM se genera una microflora de microorganismos benéficos y neutros dentro del área aplicada. Son microorganismos que aún son desconocidos pero que presentan una acción favorable para los suelos y los cultivos según sus productores. **Higa y James (2013)**).

4.3.2. Características agronómicas

Las características agronómicas son los rasgos genéticos y físicos de las plantas y el suelo que influyen en la producción agrícola, por lo cual antes de cultivar alguna especie es de vital importancia conocerlas de cada especie. **Márquez, Vega y Álvarez (2021)**.

4.3.3. Efecto

El efecto es la transformación o cambio que experimenta algo debido a la acción de una

causa. Es la consecuencia observable de una fuerza o factor que actúa sobre un sujeto o sistema. El efecto puede ser positivo o negativo, deseado o no deseado, inmediato o a largo plazo, directo o indirecto. **Márquez, Vega y Álvarez (2021).**

4.3.4. Fertilizante orgánico

Es un producto que se produce con componentes de origen animal, vegetal o mixto, el cual tiene como fin mejorar la calidad del suelo para proporcionar los nutrientes que necesitan las plantas. **Mycsa AG (2024).**

4.3.5. Fertilizante microbiano

Es un producto que contiene microorganismos vivos (bacterias y hongos) que mejoran la salud y productividad de los cultivos de manera natural. Estos microorganismos benefician al suelo y a las plantas al fijar nitrógeno, solubilizar fósforo y potasio, producir hormonas de crecimiento y aumentar la resistencia a plagas y enfermedades. **Bioera (2024).**

4.3.6. Fungicida

Los fungicidas son compuestos químicos que previenen, controlan o eliminan hongos patógenos en plantas y otros materiales, protegiendo cultivos y previniendo pérdidas económicas. **Márquez, Vega y Álvarez (2021).**

4.3.7. Microorganismos eficientes

Según Los microorganismos eficientes, son un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros y restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generan así una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama pecuaria (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, que maximizan la eficiencia de los sistemas y en el manejo de excretas e instalaciones. **Higa y James (2013).**

4.3.8. Producto orgánico

Los productos orgánicos son resultado de un método de producción considerado inocuo para el medio ambiente ya que se basa en una o varias normas que tienen por

objeto conseguir agroecosistemas social y ecológicamente sostenibles. **FAO (2019)**.

4.3.9. Rendimiento

Según **Hurtado (1999)**, el rendimiento es un concepto agronómico que muestra la cantidad de producto físico alcanzado por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico se expresa en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo ordinariamente es la campaña agrícola.

4.3.10. Tubérculo

Son tallos fuertemente comprimidos cuya forma general puede ser comprimida, redonda, ovalada, larga, plana, en forma de riñón, fusiformes y digitadas. La piel o peridermo de los tubérculos en algunas variedades presentan manchas o colores secundarios en la piel que pueden distribuirse en los ojos, cejas, alrededor de los ojos, en áreas irregulares o como anteojos. **Egúsquiza (2000)**.

4.3.11. Variedad CICA

Según **Catalán, Cosió y Chilo (2020)**, la variedad MORADA-CICA, es un genotipo tetraploide de progenitores andígena. Esta condición genética otorga un amplio límite de tolerancia climática en los distintos valles interandinos y zonas altas de la región Cusco y otras regiones del país.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Aspectos generales de la investigación

5.1.1. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de dos tipos de enfoque:

Experimental: porque se buscó establecer relaciones de causa y efecto, mediante la manipulación de una variable independiente, en condiciones controladas para observar su impacto.

Descriptivo: porque se intentó describir detalladamente las características de una población, un fenómeno o una situación específica.

5.1.2. Ubicación espacial

Ubicación política

El campo experimental utilizado en el presente trabajo de investigación tuvo la siguiente ubicación política:

Región:	Cusco
Provincia:	Cusco
Distrito:	San Jerónimo
Sector:	K'ayra

Ubicación geográfica

El campo experimental utilizado en el presente trabajo de investigación tuvo la siguiente ubicación geográfica:

Este:	188990.21
Norte:	8499532.34
Altitud:	3219.00 m.

Ubicación hidrográfica

El campo experimental utilizado en el presente trabajo de investigación tuvo la siguiente ubicación hidrográfica:

Cuenca: Vilcanota
Subcuenca: Huatanay

Zona de vida

Según R. Holdridge, el centro agronómico K'ayra corresponde a la zona de vida natural de "Bosque Seco Montano Sub tropical", presentando una simbología (bs-ms).

Figura 03: Imagen satelital del campo experimental.



5.1.3. Ubicación temporal

El presente trabajo de investigación tuvo una duración total de 7 meses y medio, 01 mes para la elaboración del anteproyecto, 05 meses para la etapa de campo y 1 mes y medio para la redacción de la tesis.

5.2. Materiales

Materiales de campo

- Libreta de campo.
- Yeso.

- Estacas.
- Cordel.
- Carteles de identificación.

Herramientas

- Rastrillo.
- Pala.
- Cinta métrica.
- Wincha.
- Zapapico.
- Lampa.
- Regla graduada con vernier.

Equipos

- Pulverizador manual de 8 L.
- Equipo de cómputo.
- Tractor agrícola.
- Balanza tipo plataforma de 12 kg.
- Balanza tipo reloj de 2 kg.

Material biológico

En el presente trabajo de investigación se utilizó:

- a) **Semilla:** se utilizó tubérculos de papa de la variedad CICA, con alta pureza varietal, vigorosas, libre de plagas y enfermedades, la cantidad de semilla utilizada por hectárea fue de 960 kg, para el experimento se utilizó 50 kg. de semilla, con un peso promedio de 30 g. por tubérculo.
- b) **Microorganismos eficientes:** los productos se adquirieron de la embajada de Rusia gracias a un convenio interinstitucional con la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, pertenecientes a la empresa rusa “Biona TM” que se detallan a continuación:

Tratamiento del suelo

Effectbio Sc: (esporas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum*, así como sus metabolitos, 2,0x10¹⁰ UFC/ml, 20 mil millones de bacterias por ml), diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas, normalizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo, la dosis de aplicación será a razón de 1.00 L/ha. **Biona World (2023).**

Dosis recomendada:

Tabla 05: Recomendaciones de uso Effectbio Sc.

Cultivo	Dosis	Destinación
	ml/0.02ha (20 litros de agua)	
Papa	50	Formulado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas, normalizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo.

Fuente: Ficha técnica del producto.

Tratamiento de semillas

Bactofort: (*Bacillus subtilis* & *Bacillus amyloliquefaciens*, 2,0x10⁹ UFC/ml ,2 mil millones de bacterias por ml), acción bioestimulante principalmente por su producción de fitohormonas, además de la síntesis de enzimas del grupo quitinasa, proteasas, xilanasas que dañan las paredes celulares de los hongos fitopatógenos, diseñado para para proteger las plantas contra enfermedades fúngicas en las primeras etapas de desarrollo y durante la temporada de crecimiento, la dosis de aplicación para tratamiento de semillas será a razón de 40 ml con 2 L de agua/ 20 kg de tubérculos / 0,02 ha. **Biona World (2023).**

Dosis recomendada:

Tabla 06: Recomendaciones de uso Bactofort – Tratamiento de tubérculos.

Cultivo	Dosis	Destinación
	ml/con 2 Litros de agua /20 kg de tubérculos/0.02ha	
Papa	40	Diseñado para para proteger las plantas contra enfermedades fúngicas en las primeras etapas de desarrollo y durante la temporada de crecimiento.

Fuente: Ficha técnica del producto.

Tabla 07: Recomendaciones de uso Bactofort - Tratamiento foliar

Cultivo	Dosis			
	ml/0.02 ha / 20 Litros de agua (1º tratamiento)	ml/0.02 ha / 20 Litros de agua (2º tratamiento)	ml/0.02 ha / 20 Litros de agua (3º tratamiento)	ml/0.02 ha / 20 Litros de agua (4º tratamiento)
Papa	40	40	80	80

Acción bioestimulante: una acción bioestimulante se debe principalmente a la producción de fitohormonas.

Acción fúngica: una inducción de resistencia a los patógenos de las plantas que se manifiesta por el endurecimiento (lignificación) del tejido de la raíz al aumentar el contenido de fitoalexinas (compuestos protectores, que se forman en respuesta a la lesión del patógeno) tallos de las plantas, engrosamiento de las cáscaras de cera, cambio en el número de ácidos orgánicos. Además de la síntesis de enzimas del grupo quitinasa, proteasas, xilanasas que dañan las paredes celulares de los hongos fitopatógenos. Es activo contra un amplio espectro de fitopatógenos (especies del género *Fusarium*, *Bipolaris*, *Ophiobolus*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Pyrenophora*, *Puccinia*, *Phytophthora*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*).

Fuente: Ficha técnica del producto.

Tratamiento foliar

Respecta 25%: (*Pseudomonas auerofaciens* 2,0x10⁹ UFC/ml; 2 mil millones de bacterias por ml), diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por el uso de pesticidas o condiciones ambientales adversas, la dosis de

aplicación para tratamiento foliar será a razón de:

Primer tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua / 0,02 ha en fase de inicio de crecimiento. Segundo tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua/ 0,02 ha en fase de cierre de hileras antes de la brotación. **Biona World (2023).**

Dosis recomendada:

Tabla 08: Recomendaciones de uso Respecta 25% – Tratamiento de tubérculos

Cultivo	Dosis	Destinación
	ml/cilindro de 2 Litros de agua/ 20 kg de tubérculos/ 0.02ha	
Papa	40	Diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por el uso de pesticidas o condiciones ambientales adversas

Fuente: Ficha técnica del producto.

Tabla 09: Recomendaciones de uso Respecta 25% - Tratamiento foliar.

Cultivo	Dosis	
	ml/0.02 ha / 20 L. (1º tratamiento) Fase de inicio de crecimiento	ml/0.02 ha / 20 L. (2º tratamiento) Fase de cierre de hileras antes de la brotación.
Papa	40	40
Destinación	Diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por el uso de pesticidas o condiciones ambientales adversas	

Fuente: Ficha técnica del producto.

5.3. Metodología

5.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el de bloques completamente al azar (DBCA), donde se manejó 04 bloques correspondientes a 04 repeticiones y 04 tratamientos. Con un total de 16 unidades experimentales. Una vez obtenidos los resultados se procesaron utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 95% y 99% de confianza. Se utilizó el método del sombrero para la distribución randomizada de los tratamientos para cada bloque.

5.3.2. Características del campo experimental

- **Campo experimental**

Largo:	29.00 m.
Ancho incluido calles laterales:	18.00 m.
Área total:	522.00 m ²
N° total de plantas por surco:	40.00
N° total de surcos:	24.00
N° total de plantas:	960.00
Distancia entre plantas:	0.40 m.
Distancia entre surcos:	0.80 m.
Ancho de surco:	0.40 m.
Ancho de entresurco:	0.40 m

- **Bloques**

N° de bloques:	4.00 Und.
Ancho de bloque:	6.00 m.
Largo de bloque:	16.00 m.
Área por bloque:	96.00 m ²
N° total de plantas por surco:	40.00
N° total de surcos:	6.00
N° total de plantas:	240.00

▪ **Unidad experimental**

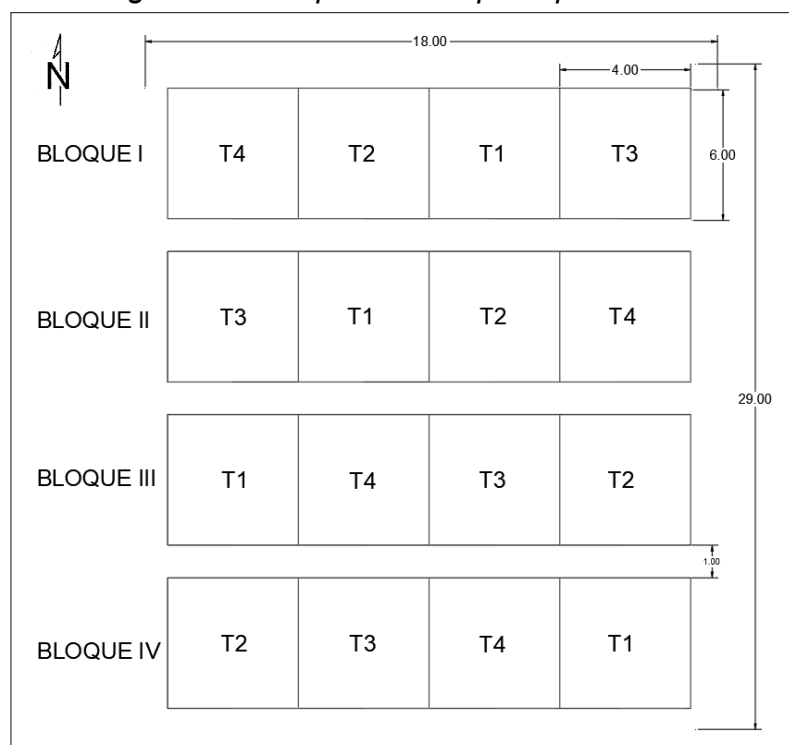
Nº de unidades experimentales total:	16.00 Und.
Nº de unidades experimentales por bloque:	4.00 Und.
Largo:	4.00 m.
Ancho:	6.00 m.
Área:	24.00 m ² .
Nº total de surcos:	6.00
Nº total de plantas por surco:	10.00
Nº total de plantas:	60.00

▪ **Calles**

Número de calles entre bloques:	3.00 Und.
Largo de calle:	18.00 m.
Ancho de calle:	1.00 m
Área total de calles:	54.00 m ²

5.3.3. Croquis del campo experimental

Figura 04: Croquis de campo experimental.



5.3.4. Tratamientos

Los tratamientos evaluados, son mostrados en la tabla siguiente:

Tabla 10: Descripción de tratamientos.

Clave	Por hectárea	Por unidad experimental
T ₁	400 ml/ha (Effectbio Sc)	3.80 ml/und.exp. (Effectbio Sc)
T ₂	500 ml/ha (Effectbio Sc)	4.75 ml/ und.exp. (Effectbio Sc)
T ₃	600 ml/ha (Effectbio Sc)	5.70 ml/ und.exp. (Effectbio Sc)
T ₄	Testigo (Sin aplicación)	Testigo (Sin aplicación)

5.3.4.1. Dosificación de tratamientos

Para el cálculo de la dosis exacta por aplicación, fueron necesarios los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de producto por aplicación: el cálculo se obtuvo dividiendo la cantidad recomendada por hectárea en la ficha técnica del producto, entre el número de aplicaciones recomendadas, que para cada caso fue de: 400 ml x 1 aplicación = 400 ml/aplicación, para el T1, 500 ml x 1 aplicación = 500 ml/aplicación, para el T2 y 600 ml x 1 aplicación = 600 ml/aplicación, para el T3.
- Cálculo de la cantidad de agua necesaria por aplicación: para el cálculo de este volumen, fue necesario ejecutar una prueba en blanco por cada aplicación. En la prueba en blanco se aplicó agua sin microorganismos eficientes, se determinó el área efectiva y se calculó el volumen de agua utilizado, por regla de tres simple, el dato calculado se convirtió a litros por hectárea. Donde se obtuvo los siguientes resultados: en la prueba en blanco el consumo de agua por 96 m² de terreno, fue de 1010.88 ml, utilizando regla de tres simple se tuvo: agua por ha= (10,000 m² x 1.01 L de agua) /96 m², agua por ha = 105.30 L/ha
- Cálculo de la dosis de aplicación: para calcular la dosis de aplicación, fue necesario dividir la cantidad de producto por aplicación, entre el consumo de agua utilizado. Para la única aplicación en el suelo, la dosis se determinó de la siguiente manera: Dosis = 400 ml de producto/105.30 litros de agua por ha, resultando una dosis de aplicación de = 3.80 ml/litro de agua. Los resultados para cada tratamiento se muestran a continuación:

Tabla 11: Dosis de Effectbio Sc (400 ml/ha) por aplicación.

N° de aplicaciones	Dosis	Prueba en blanco		Consumo de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
	ml/ha	Área (m ²)	Volumen utilizado (ml)		
1	400	96	1010.88	105.30	3.80

En el tratamiento 1, se utilizó en total 3.80 ml de microorganismos eficientes (Effectbio Sc) para todo el campo experimental, disueltos en 1.01 litros de agua; a razón que una dosis mínima del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de papa.

Tabla 12: Dosis de Effectbio Sc (500 ml/ha) por aplicación.

N° de aplicaciones	Dosis	Prueba en blanco		Consumo de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
	ml/ha	Área (m ²)	Volumen utilizado (ml)		
1	500	96	1010.88	105.30	4.75

En el tratamiento 2, se utilizó en total 4.75 ml de microorganismos eficientes (Effectbio Sc) para todo el campo experimental, disueltos en 1.01 litros de agua; a razón que una dosis media del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de papa.

Tabla 13: Dosis de Effectbio Sc (600 ml/ha) por aplicación.

N° de aplicaciones	Dosis	Prueba en blanco		Consumo de agua por aplicación (l/ha)	Dosis ml/litro de agua
	ml/ha	Área (m ²)	Volumen utilizado (ml)		
1	600	96	1010.88	105.30	5.70

En el tratamiento 3, se utilizó en total 5.76 ml de microorganismos eficientes (Effectbio Sc) para todo el campo experimental, disueltos en 1.01 litros de agua; a razón que una dosis alta del producto mejoraría significativamente el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de papa.

En el tratamiento 4, no se utilizó microorganismos eficientes.

5.4. Conducción del cultivo

5.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó con maquinaria agrícola, con discos para la aradura y rastra de discos para el mullido del terreno, esta actividad se desarrolló con un mes de anticipación con la finalidad de permitir la descomposición de malezas en el campo experimental. Esta actividad se ejecutó el 12 de noviembre del 2023.

Fotografía 01: Preparación del terreno para la instalación del experimento.



5.4.2. Preparación de bloques

Se establecieron bloques de 4.00 m de ancho y 16.00 m de largo, apartados por calles de 1.00 m de ancho, esta preparación se desarrolló con herramientas manuales. Esta actividad se ejecutó el 03 de diciembre del 2023.

Fotografía 02: Preparación de bloques para la instalación del experimento.



5.4.3. Trazo, nivelación y replanteo

Se ejecuto el trazo, la nivelación y replanteo del campo experimental, llevando al terreno las dimensiones diseñadas en el croquis planteado en el anteproyecto presentado, respetando esta misma, para ejecutar esta actividad se necesitó de estacas, yeso y cordel. Esta actividad se ejecutó el 04 de diciembre del 2023.

Fotografía 03: Trazo, nivelación y replanteo para la instalación del experimento.



5.4.4. Tratamiento de suelo

Se utilizo el fungicida biológico del suelo “Effectbio Sc” cuya composición química contenía *Bacillus subtilis*, *Trichoderma viride* y *Trichoderam lignorum* que está diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas y normalizar la microflora del suelo, la aplicación se desarrolló en todos los tratamientos a excepción del testigo. Esta actividad se ejecutó el 05 de diciembre del 2023.

Fotografía 04: Dosificación del fungicida biológico del suelo “Effectbio Sc”.



Fotografía 05: Tratamiento de suelo con el fungicida biológico “Effectbio Sc”.



5.4.5. Tratamiento de la semilla

Se utilizó semilla de papa de la variedad CICA que se compró de productores locales, con alta pureza varietal, libre de plagas, enfermedades y edad fisiológica adecuada, se trabajó con una cantidad de semilla de 50 kg. para el campo experimental, con un peso promedio de 30 g. por semilla, se utilizó el fungicida biológico “Bactofort” para su desinfección, cuya composición química contenía *Bacillus subtilis* a razón de 2.00 L/tonelada. la aplicación se desarrolló en todos los tratamientos a excepción del testigo. Esta actividad se ejecutó el 05 y 06 de diciembre del 2023.

Fotografía 06: Dosificación del fungicida biológico “Bactofort” en laboratorio.



Fotografía 07: Tratamiento de la semilla con el fungicida biológico “Bactofort”.



5.1.1. Siembra

El tipo de siembra fue en surcos, utilizando un distanciamiento de siembra de 0.80 m. x 0.40 m. entre surcos y plantas respectivamente, con una cantidad total de semilla de 50 kg. para el campo experimental, con un peso promedio de 30 g. por semilla. Esta actividad se ejecutó el 07 de diciembre del 2023.

Fotografía 08: Siembra de semilla de papa variedad CICA en el campo experimental.



5.1.2. Aporque

Esta labor se ejecutó cuando las plantas alcanzaron entre 40 a 50 cm. de altura, con la finalidad de aislar a los tubérculos de plagas y enfermedades, excesos de lluvia, como también reducir el verdeamiento de estos mismos. Esta actividad se ejecutó el 28 de diciembre del 2023. cuando las plantas presentaron brotes laterales.

Fotografía 09: Aporque del cultivo de papa dentro del campo experimental.



5.1.3. Control de malezas

El control de malezas se ejecutó de manera conjunta con el aporque, con la ayuda de herramientas manuales, eliminando a tiempo las plantas y/o hierbas no programadas que compitieron por luz, agua y nutrientes con el cultivo. Esta actividad se ejecutó el

28 de diciembre del 2023, cuando las plantas presentaron brotes laterales.

5.1.4. Control de plagas y enfermedades

Se utilizó el fungicida biológico “Respecta 25%”, cuya composición química contiene *Pseudomonas auerofaciens*, diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por las condiciones ambientales adversas, cabe indicar que el producto se utilizó para prevenir las enfermedades que podían afectar al cultivo, según **Biona World (2023)**, estas bacterias producen una amplia gama de metabolitos antibióticos que compiten con microorganismos fitopatógenos, así como sideróforos que se unen al hierro trivalente y limitan el crecimiento de los fitopatógenos, la dosis de aplicación para tratamiento foliar fue:

- **Primer tratamiento foliar:** la dosis de aplicación fue de 40 ml, con 20 L de agua / 0,02 ha. Esta actividad se ejecutó el 17 de diciembre del 2023, cuando las plantas se encontraban en plena brotación inicial.

Fotografía 10: Primer tratamiento foliar en fase de inicio de crecimiento.



- **Segundo tratamiento foliar:** la dosis de aplicación fue de 40 ml, con 20 L de agua/ 0,02 ha. Esta actividad se ejecutó el 12 de febrero del 2024, cuando la mayor parte del campo experimental se encontraba en plena floración.

Fotografía 11: Segundo tratamiento foliar antes de la brotación.



5.1.5. Cosecha

Para la cosecha se realizó el corte previo al follaje, con la finalidad de facilitar las labores posteriores de evaluación, donde se determinó oportunamente la madurez y el tamaño de los tubérculos. Esta actividad se ejecutó el 15 de marzo del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y posterior senescencia.

Fotografía 12: Evaluación del campo experimental para la cosecha.



Fotografía 13: Corte del follaje del cultivo en el campo experimental para la cosecha.



5.2. Evaluaciones

5.2.1. Evaluación para el primer objetivo específico

Para las evaluaciones se escogió aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental, eliminando las plantas bordes de las unidades experimentales. Las 10 plantas elegidas al azar se identificaron con etiquetas que se ubicaron en la parte inferior del tallo. Las plantas elegidas se evaluaron siempre sobre las mismas. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, donde se evaluaron los siguientes indicadores.

Fotografía 14: Identificación de bloques y tratamientos del campo experimental.



Fotografía 15: Etiquetado de tratamientos por bloque en unidades experimentales.



5.2.1.1. Características agronómicas

a) Altura de planta

Para evaluar este indicador se necesitó medir la distancia existente entre la base del tallo principal y el ápice de la misma y se registró en m. Se tomo en cuenta directamente el tallo principal. La evaluación se desarrolló sobre las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental. Esta actividad se ejecutó el 05 de febrero del 2024, cuando las plantas iniciaron la floración.

Fotografía 16: Evaluación para altura de planta.



b) Número de tubérculos por planta

Este indicador se obtuvo contando los tubérculos producidos de cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y posterior senescencia.

c) Diámetro polar de tubérculos

El diámetro de tubérculos se determinó en cada una de las plantas obtenidas al azar por unidad experimental, se midió con regla graduada con vernier un tubérculo al azar, en el diámetro se consideró la distancia existente entre polo y polo del mismo y se registró en m. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y posterior senescencia.

Fotografía 17: Evaluación para diámetro polar de tubérculos.



d) Diámetro ecuatorial de tubérculos

El diámetro de tubérculos se determinó en cada una de las plantas obtenidas al azar por unidad experimental, se midió con regla graduada con vernier un tubérculo al azar, en el diámetro se consideró la parte más ancha del tubérculo y se registró en m. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y posterior senescencia.

Fotografía 18: Evaluación para diámetro ecuatorial de tubérculos.



Fotografía 19: Evaluación para diámetro ecuatorial de tubérculos



5.2.2. Evaluación para el segundo objetivo específico

Para las evaluaciones de rendimiento, se escogió aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental, eliminando las plantas bordes de las unidades experimentales. Las 10 plantas elegidas al azar se identificaron con etiquetas que se ubicaron en la parte inferior del tallo. Las plantas elegidas se pesaron con una balanza electrónica calibrada. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, donde se evaluaron los siguientes indicadores.

5.2.2.1. Rendimiento en tubérculos

a) Peso de tubérculos por hectárea

Para determinar este indicador, se transformó el peso de tubérculos por planta a peso de tubérculos por hectárea. Donde se calculó el número total de plantas por hectárea, que para este caso fue 31,250 plantas y se multiplico el peso obtenido de tubérculos por planta, para cada tratamiento y se registró en toneladas por hectárea. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024.

$$PTH \text{ (t/ha)} = \frac{(N^{\circ} \text{ Plantas} \times \text{hectárea}) \times PTP \text{ (kg/planta)}}{1000}$$

Donde:

PTH = Peso de tubérculos por hectárea (t/ha)

PTP = Peso de tubérculos por planta (kg/planta)

N° Plantas x hectárea = 31,250

Fotografía 20: Evaluación de peso de tubérculos por hectárea.



b) Peso de tubérculos por planta

Para determinar el peso de tubérculos por planta, se registró el peso de cada uno de los tubérculos de las 10 plantas elegidas al azar por unidad experimental, en los cuatro surcos centrales y se registró en kilogramos por planta. Esta actividad se ejecutó el 16 de marzo del 2024, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y posterior senescencia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Análisis de variancia para características agronómicas

6.1.1. Altura de planta

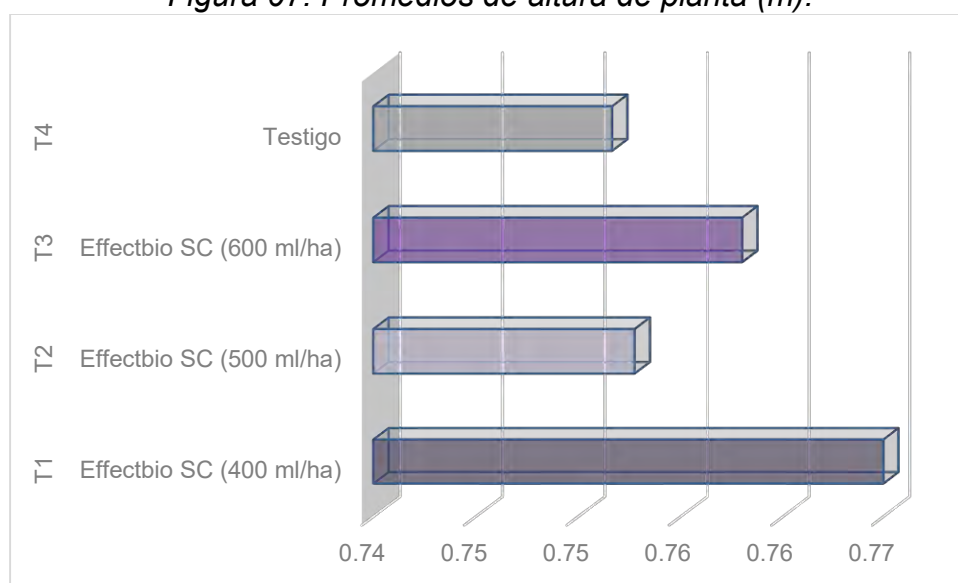
Tabla 14: Promedios de altura de planta (m).

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	0.78	0.76	0.77	0.75	0.77
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	0.75	0.77	0.75	0.75	0.75
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	0.77	0.76	0.76	0.75	0.76
T4	Testigo	0.76	0.75	0.74	0.76	0.75
Total		3.04	3.04	3.02	3.01	12.11

Tabla 15: Análisis de variancia para altura de planta (m).

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.000210	0.000070	0.7399	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.000446	0.000149	1.5722	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.000852	0.000095					
Total	15	0.001508					CV = 1.23%	

Figura 07: Promedios de altura de planta (m).



El resultado del análisis de variancia en la tabla 15, demuestra que estadísticamente no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, los promedios de altura de planta expuesto en la tabla 14, demuestra que aritméticamente el T1 - Effectbio Sc (400 ml/ha), registró su máximo promedio con 0.77 m., mientras que los tratamientos T2 - Effectbio Sc (500 ml/ha)

y T4 – Testigo, registraron el promedio mínimo con 0.75 m. respectivamente, por lo que se aduce que; los microorganismos eficientes aplicados en el suelo, no lograron establecerse, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos positivos en el cultivo de papa variedad CICA, además cabe resaltar que la cantidad de materia orgánica contenida en el suelo fue de 6.20 %, contenido muy alto y que pudo afectar el efecto de los ME, mientras que el coeficiente de variabilidad fue de 1.23 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Según **Vega (2019)**, en el trabajo de investigación titulado “Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones edafoclimáticos del distrito de Panao”, los resultados indicaron que la mayor altura, se obtuvo con la dosis de 1 litro de microorganismos eficientes por 20 litros de agua, al obtener diferencias estadísticas significativas con el testigo, con un promedio de 0.71 m. de altura por planta, resultados superados en la presente investigación, con distintas dosis y productos de aplicación, formulados a base de microorganismos eficientes.

Además, se piensa que, el uso de estos microorganismos eficientes tiene beneficios complementarios residuales en el suelo, ya que, en el cultivo en el que se ejecutó la presente investigación, los resultados obtenidos no fueron los esperados, sin embargo, se especula que, para próximas campañas agrícolas, estos microorganismos, si mejorarían el rendimiento y la calidad de los cultivos sembrados en estas parcelas.

6.1.2. Número de tubérculos por planta

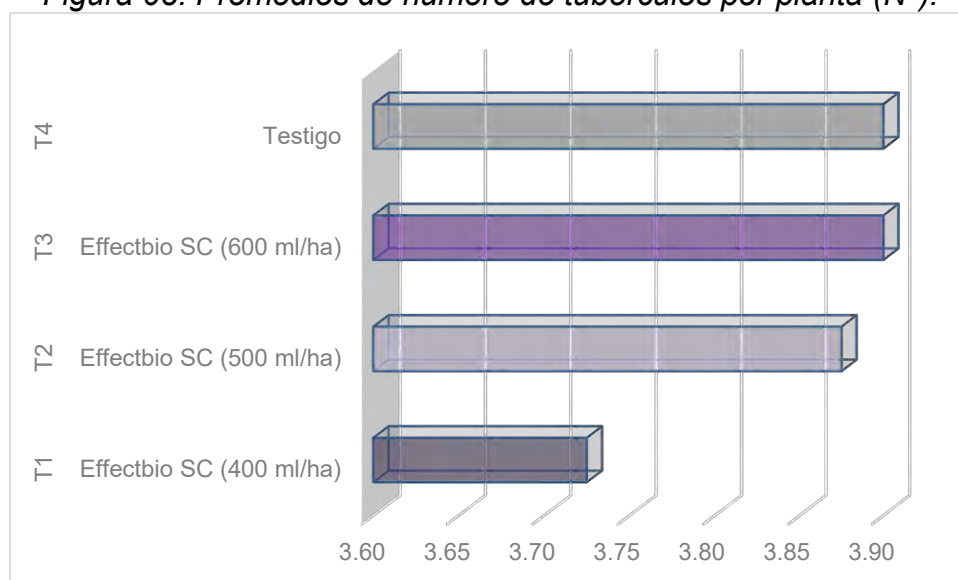
Tabla 16: Promedios de número de tubérculos por planta (N°).

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	4.10	3.40	3.60	3.80	3.73
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	4.00	4.20	3.70	3.60	3.88
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	4.00	4.00	3.40	4.20	3.90
T4	Testigo	3.70	3.90	4.00	4.00	3.90
Total		15.80	15.50	14.70	15.60	61.60

Tabla 17: Análisis de variancia para número de tubérculos por planta (N°).

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.175000	0.058333	0.7095	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.085000	0.028333	0.3446	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.740000	0.082222					
Total	15	1.000000					CV = 6.89%	

Figura 08: Promedios de número de tubérculos por planta (N°).



El resultado del análisis de variancia en la tabla 17, demuestra que estadísticamente no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, el promedio de número de tubérculos por planta expuesto en la tabla 16, demuestra que aritméticamente los tratamientos T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha) y el T4 – Testigo, registraron su máximo promedio con 3.90 tubérculos, mientras que el tratamiento T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registro el promedio mínimo con 3.73 tubérculos, por lo que se piensa que; los microorganismos eficientes incorporados a suelo, no lograron establecer una relación benéfica, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos resaltantes en el cultivo de papa variedad CICA, mientras que el coeficiente de variabilidad fue de 6.89 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Según **Tarazona (2016)**, en el experimento titulado, “Dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Única”, en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón –

2015”, el mayor número de tubérculos obtenido, perteneció al tratamiento T3 con 14,50 tubérculos por planta; resultado que supera al obtenido, en la presente investigación.

6.1.3. Diámetro ecuatorial de tubérculos

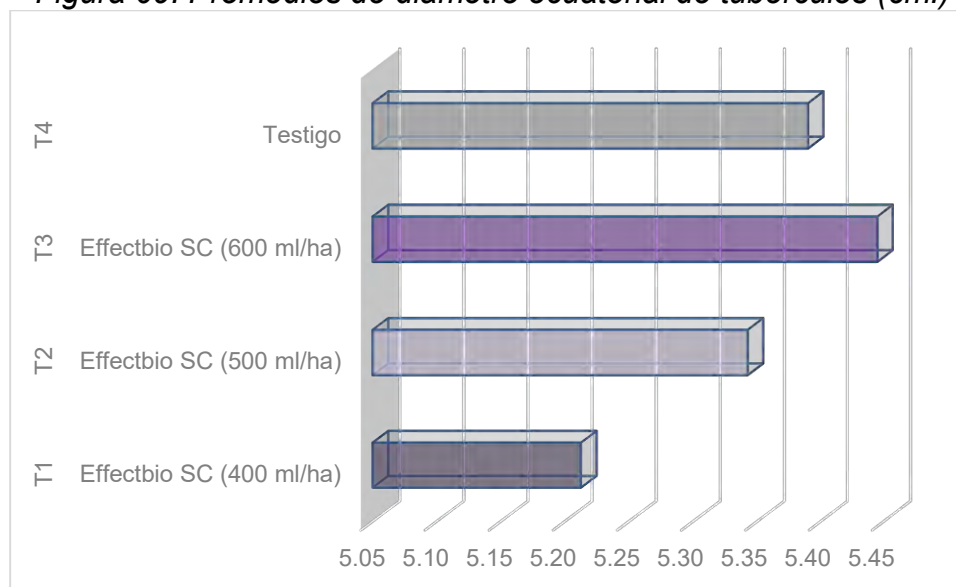
Tabla 18: Promedios de diámetro ecuatorial de tubérculos (cm.)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	5.53	5.36	5.28	4.68	5.21
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	5.69	5.20	5.46	5.02	5.34
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	5.41	5.08	5.60	5.69	5.45
T4	Testigo	5.44	5.78	5.26	5.08	5.39
Total		22.07	21.42	21.60	20.47	85.56

Tabla 19: Análisis de variancia para diámetro ecuatorial de tubérculos (cm.)

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.338450	0.112817	1.2425	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.118250	0.039417	0.4341	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.817200	0.090800					
Total	15	1.273900					CV = 5.76%	

Figura 09: Promedios de diámetro ecuatorial de tubérculos (cm.)



El resultado del análisis de variancia en la tabla 19, demuestra que estadísticamente no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, el promedio de diámetro ecuatorial de tubérculos expuesto en la tabla 18, demuestra que aritméticamente el T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha),

registró su máximo promedio con 5.45 cm., mientras que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró su promedio mínimo con 5.21 cm., por lo que se aduce que; los microorganismos eficientes aplicados en el suelo, no lograron establecerse, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos positivos en el cultivo de papa variedad CICA, además cabe resaltar que la cantidad de materia orgánica contenida en el suelo fue de 6.20 %, contenido muy alto y que pudo afectar el efecto de los ME, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 5.76 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Según **Tarazona (2016)**, en el experimento titulado “Dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Única” en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón – 2015”, en el experimento los tubérculos con diámetro ecuatorial más grandes, fueron obtenidos por el tratamiento con una dosis alta (0,14 l. EMA/2,86 L de agua), con 7,26 cm y más pequeños con el tratamiento testigo con 6,44 cm, estos resultados superan a los obtenidos en la presente investigación.

6.1.4. Diámetro polar de tubérculos

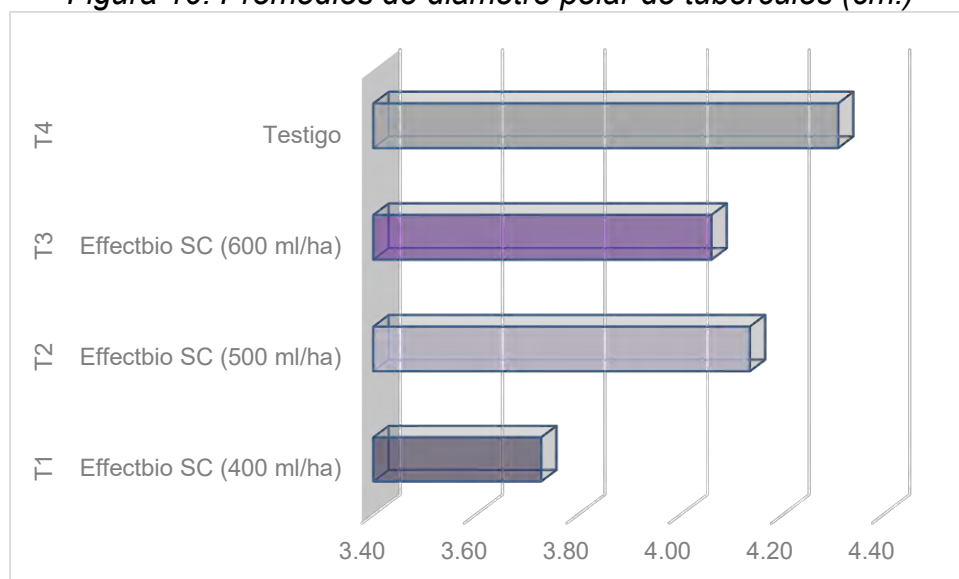
Tabla 20: Promedios de diámetro polar de tubérculos (cm.)

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	3.86	3.51	3.55	3.99	3.73
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	3.84	4.14	4.24	4.32	4.14
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	4.27	4.04	4.09	3.84	4.06
T4	Testigo	3.74	4.32	4.16	5.02	4.31
Total		15.71	16.01	16.04	17.17	64.93

Tabla 21: Análisis de variancia para diámetro polar de tubérculos (cm.)

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.309619	0.103206	0.9952	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.714669	0.238223	2.2971	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.933356	0.103706					
Total	15	1.957644						CV = 7.11%

Figura 10: Promedios de diámetro polar de tubérculos (cm.)



El resultado del análisis de variancia en la tabla 21, demuestra que estadísticamente no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, el promedio de diámetro polar de tubérculos expuesto en la tabla 20, demuestra que aritméticamente el T4 - Testigo, registró su máximo promedio con 4.31 cm., mientras que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró su promedio mínimo con 3.73 cm., por lo que se piensa que; los microorganismos eficientes incorporados a suelo, no lograron establecer una relación benéfica, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos resaltantes en el cultivo de papa variedad CICA, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 7.11 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Además, se piensa que, el uso de estos microorganismos eficientes tiene beneficios complementarios residuales en el suelo, ya que, en el cultivo en el que se ejecutó la presente investigación, los resultados obtenidos no fueron los esperados, sin embargo, se especula que, para próximas campañas agrícolas, estos microorganismos, si mejorarían el rendimiento y la calidad de los cultivos sembrados en estas parcelas.

6.2. Análisis de variancia para rendimiento

6.2.1. Peso de tubérculos por hectárea

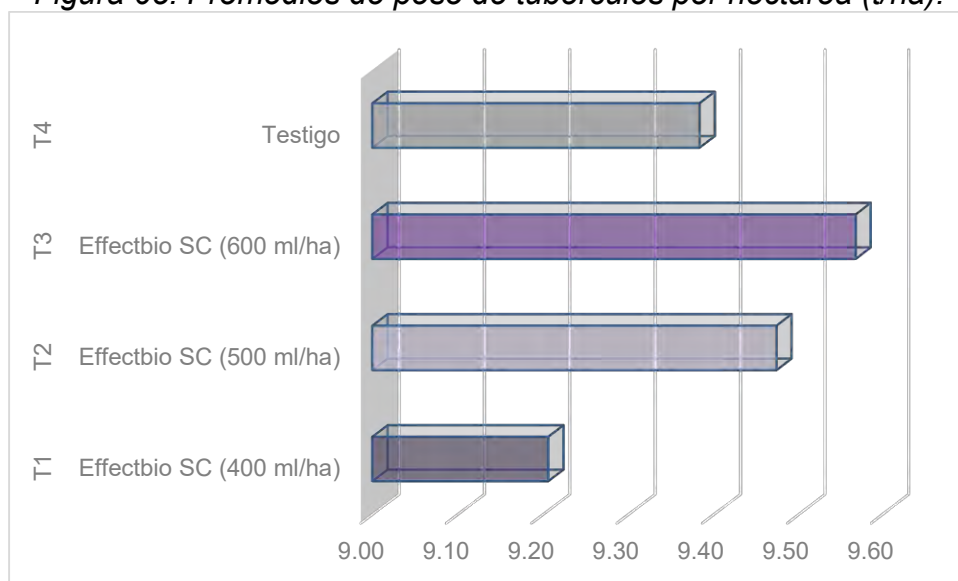
Tabla 22: Promedios de peso de tubérculos por hectárea (t/ha).

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	10.47	8.28	8.61	9.46	9.21
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	9.71	10.27	9.01	8.91	9.47
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	9.63	9.92	8.04	10.69	9.57
T4	Testigo	8.92	9.58	9.41	9.63	9.38
Total		38.73	38.04	35.06	38.69	150.52

Tabla 23: Análisis de variancia para peso de tubérculos por hectárea (t/ha).

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	2.273228	0.757743	1.1592	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.285322	0.095107	0.1455	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	5.883108	0.653679					
Total	15	8.441658					CV = 8.13%	

Figura 05: Promedios de peso de tubérculos por hectárea (t/ha).



El resultado del análisis de variancia en la tabla 23, demuestra estadísticamente que no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, el promedio de peso de tubérculos por hectárea expuesto en la tabla 22, demuestra que aritméticamente el T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha), registró el máximo promedio con 9.57 t/ha, mientras que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró el promedio mínimo con 9.21 t/ha, por lo que se aduce que; los microorganismos

eficientes aplicados en el suelo, no lograron establecerse, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos positivos en el cultivo de papa variedad CICA, además cabe resaltar que la cantidad de materia orgánica contenida en el suelo fue de 6.20 %, contenido muy alto y que pudo afectar el efecto de los ME, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 8.13 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Según **Vega (2019)**, en el trabajo de investigación titulado “Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones edafoclimáticas del distrito de Panao”, los resultados indicaron que el T1 (11.03 kg/ha) y el T0 (6,4 kg/ha), al ser transformados a hectáreas obtuvieron 34,46 t/ha, para el T1 y 20.00 t/ha para el testigo T0, estos resultados demuestran que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, y que se debió principalmente a la influencia de la aplicación foliar de los microorganismos eficientes, aplicación distinta al de la presente investigación.

Según **Tito (2023)**, en el trabajo de investigación titulado “Rendimiento de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con la aplicación de abono orgánico inoculado con microorganismos eficaces (ME) en suelo infestado con nematodos, en Lliupapuquio - San Jerónimo - Andahuaylas”, determino los rendimientos del cultivo de papa variedad “Canchan INIA 303”, donde sus resultados indicaron lo siguiente: T3 con dosis de 15 t/ha de AO inoculada de ME, en suelo infestado de nematodos, alcanzó mayor rendimiento de 4,1 t/ha, seguido del T2 con dosis 10 t/ha de AO inoculada de ME, con un rendimiento de 3,51 t/ha, en tercer lugar, el T1 con dosis 5 t/ha de AO inoculada de ME alcanzo un rendimiento de 1,58 t/ha, y por último el T4 (testigo), con una dosis de 10 t/ha de AO sin ME, obtuvo un rendimiento bajo de 1,39 t/ha, resultados superados en la presente investigación, con diferente variedad, diferente dosis y forma de aplicación.

Según **Valverde (2016)**, quien en su investigación titulada “Efecto de los microorganismos eficaces y bio abonos en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Canchan”, en condiciones edafoclimáticas de Huarachudo - Marañón”, determino que, para el rendimiento de tubérculos por planta de primera, segunda y tercera calidad, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento

T15 con la dosis de 2,0 litros de EM-1 A, con 3 t compost con ME y que transformados al rendimiento por hectárea los promedios fueron de 3,38 de primera, 3,41 de segunda y 3,55 t/ha de tercera. resultados superados en la presente investigación, con diferente variedad, diferente dosis y forma de aplicación.

Según **Tarazona (2016)**, en el experimento titulado “Dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Única” en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón – 2015”, en el experimento, los resultados permiten concluir que la dosis alta de 0,14 l. EMA/2,86 L de agua, por área neta experimental fue de 14,2 kg y con rendimiento total de 31,62 t/ha; existiendo diferencias altamente significativas entre tratamientos. resultados altamente superados al de la presente investigación, con diferente variedad, diferente dosis y forma de aplicación.

Además, se piensa que, el uso de estos microorganismos eficientes tiene beneficios complementarios residuales en el suelo, ya que, en el cultivo en el que se ejecutó la presente investigación, los resultados obtenidos no fueron los esperados, sin embargo, se especula que, para próximas campañas agrícolas, estos microorganismos, si mejorarían el rendimiento y la calidad de los cultivos sembrados en estas parcelas.

6.2.2. Peso de tubérculos por planta

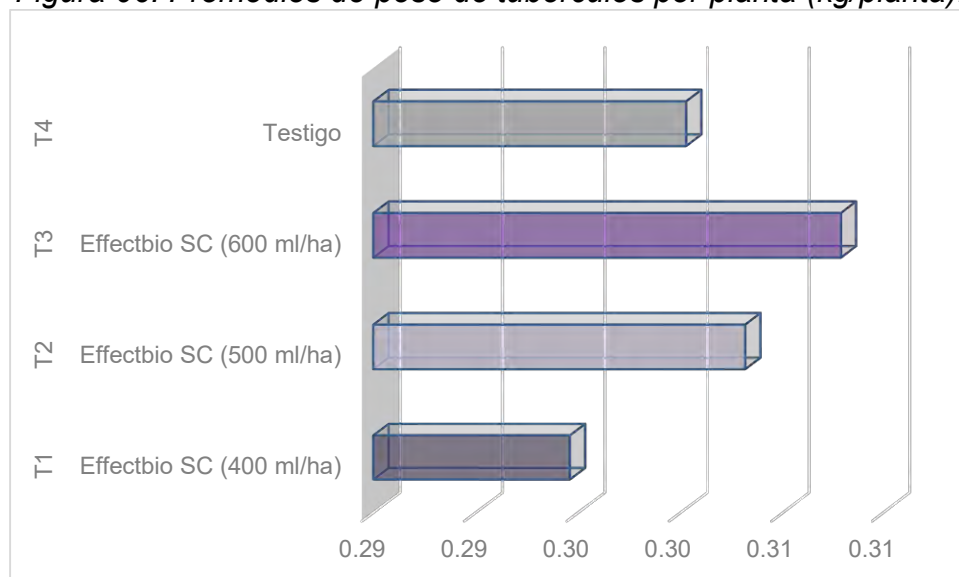
Tabla 24: Promedios de peso de tubérculos por planta (kg/planta).

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedios
		I	II	III	IV	
T1	Effectbio Sc (400 ml/ha)	0.34	0.26	0.28	0.30	0.29
T2	Effectbio Sc (500 ml/ha)	0.31	0.33	0.29	0.29	0.30
T3	Effectbio Sc (600 ml/ha)	0.31	0.32	0.26	0.34	0.31
T4	Testigo	0.29	0.31	0.30	0.31	0.30
Total		1.24	1.22	1.12	1.24	4.82

Tabla 25: Análisis de variancia para peso de tubérculos por planta (kg/planta).

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calc.	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.002381	0.000794	1.1599	3.86	6.99	NS	NS
Tratamientos	3	0.000371	0.000124	0.1808	3.86	6.99	NS	NS
Error	9	0.006158	0.000684					
Total	15	0.008911					CV = 8.19%	

Figura 06: Promedios de peso de tubérculos por planta (kg/planta).



El resultado del análisis de variancia en la tabla 25, demuestra que estadísticamente no existen diferencias significativas al 95 y 99 % de confianza, entre los 04 tratamientos comparados, sin embargo, se presentaron diferencias aritméticas; por ejemplo, el promedio de peso de tubérculos por planta expuesto en la tabla 24, demuestra que aritméticamente el T3 - Effectbio Sc (600 ml/ha), registró el máximo promedio con 0.31 kg/planta, mientras que el T1 - Effectbio Sc (400 ml/ha), registró el mínimo promedio con 0.29 kg/planta, por lo que se piensa que; los microorganismos eficientes incorporados a suelo, no lograron establecer una relación benéfica, en el muy corto tiempo, dosis y frecuencias de aplicación, como para mostrar efectos resaltantes en el cultivo de papa variedad CICA, mientras que el coeficiente de variabilidad es de 8.19 %, rango permitido para los trabajos de investigación.

Según **Tarazona (2016)**, en el experimento titulado “Dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “Única” en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón – 2015”, en el experimento, los resultados permiten concluir que, la dosis alta de 0,14 l. EMA/2,86 L de agua, obtuvo el rendimiento más alto conseguido de peso de tubérculos de planta con 1,42 kg/planta. Recomendando la aplicación foliar de los Microorganismos Eficaces (EM) en el cultivo de la papa para esta variedad, resultados altamente superados al de la presente investigación, con diferente variedad, diferente dosis y forma de aplicación.

Además, se piensa que, el uso de estos microorganismos eficientes tiene beneficios

complementarios residuales en el suelo, ya que, en el cultivo en el que se ejecutó la presente investigación, los resultados obtenidos no fueron los esperados, sin embargo, se especula que, para próximas campañas agrícolas, estos microorganismos, si mejorarían el rendimiento y la calidad de los cultivos sembrados en estas parcelas.

VII. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

Los microorganismos eficientes no mostraron diferencia estadística en las variables evaluadas en el cultivo de papa, variedad CICA, con respecto al testigo, por lo que se aduce que, el tiempo corto de permanecía de estos microorganismos en el suelo, el proceso de colonización y establecimiento en el suelo, no ha sido tiempo suficiente como para generar efectos en el cultivo de papa, sin embargo:

Para las características agronómicas evaluadas, aritméticamente los promedios de altura de planta, demostraron que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró su máximo altura con 0.77 m., mientras que los tratamientos T2 – Effectbio Sc (500 ml/ha) y T4 – Testigo, registraron la mínima altura de planta con 0.75 m. respectivamente, para el número de tubérculos por planta, el T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha) y el T4 - Testigo, registraron su máximo promedio con 3.90 tubérculos, mientras que el tratamiento T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registro el mínimo promedio con 3.73 tubérculos por planta, para el diámetro ecuatorial de tubérculos, el T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha), registró su máximo diámetro ecuatorial con 5.45 cm., mientras que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró su mínimo diámetro con 5.21 cm., finalmente el promedio de diámetro polar de tubérculos, demostró que aritméticamente el T4 - Testigo, registró su máximo promedio con 4.31 cm., mientras que el T1 - Effectbio (400 ml/ha), registró su promedio mínimo con 3.73 cm., sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas al 95 y 99 % de confianza, con el resto de tratamientos comparados, lo que permite concluir que a este nivel de significancia las dosis evaluadas con microorganismos eficientes, no tienen efecto sobre la características agronómicas del cultivo de papa variedad CICA.

Para el rendimiento, el promedio de peso de tubérculos por hectárea y peso de tubérculos por planta, demostró que aritméticamente el T3 – Effectbio Sc (600 ml/ha), registró el máximo peso con 9.57 t/ha y 0.31 kg/planta respectivamente, mientras que el T1 – Effectbio Sc (400 ml/ha), registró el mínimo rendimiento con 9.21 t/ha y 0.29 kg/planta, en comparación a los demás tratamientos, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas al 95 y 99 % de confianza, con el resto de tratamientos evaluados.

VIII. SUGERENCIAS

8.1. Sugerencias

- Se sugiere a las instituciones públicas y/o privadas dedicadas a la investigación científica, a través de sus autoridades y estudiantes, continuar con la aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de papa, variando la concentración y frecuencia de aplicación para replicar y profundizar su estudio.
- Se sugiere que la presente investigación con microorganismos eficientes no se ejecute en la siguiente campaña agrícola y en el mismo campo experimental.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G., N. (1996). "Fitopatología". Ciudad de México, México. Editorial Limusa.
2. Alarcón, C., E. (1995). "Uso de esquejes de brote en el cultivo de papa". Cusco, Perú. s/e
3. Arias, D., G. (2007). "Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur". Dirección de Protección y Producción Vegetal. Santiago, Chile: FAO.
4. Balladolid, L. (2009). "El cultivo de papa en el Perú". Lima, Perú, INIA. Manual R. I.
5. Bioem (2022). "EM-Microorganismos eficaces Perú"., Pueblo Libre, Lima Perú: s/e
6. Bioera (2024). Recuperado de: <https://bioera.es/bioera-destaca-en-fruit-attraction-2024-con-sus-soluciones-innovadoras-basadas-en-microorganismos/>
7. Biona World (2023). Recuperado de <https://www.bionaworld.com/biofertilizers/>
8. Bravo R., & Condori J., (2023). "Evaluación de eficiencia de las dosis de microorganismos en elaboración de compost a partir de residuos orgánicos, distrito de San Jerónimo, Cusco- 2023". Cusco, Perú. Universidad Andina del Cusco.
9. Bouzo, C. (2008). "El cultivo de papa en Argentina". Santa fe, Argentina. Universidad Nacional de Litoral.
10. Catalán, B., W.; Cosió, C., T. & Chilo, Yépez., E. (2020) "Morada-CICA. variedad de papa resistente a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary Revista latina americana de la papa". Cusco, Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco.
11. CEA (Centro de estudios agropecuarios). (2002). "Cultivo de la papa". Buenos Aires, Argentina. Serie Agronegocios ed Iberoamérica S.A de C.V.
12. Cisneros, F., H. (1992). "El manejo integrado de plagas". Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. Guía de Investigación CIP, N.º7.
13. Cóndor, A., Pérez, P., & L, Ch. (2007). "Microorganismos Eficaces. ¿Mito o Realidad?". Lima, Perú. Revista Peruana de Biología.

14. Cronquist, A. (1993). "Introducción a la botánica VIII edición". Ciudad de México, México. Compañía Editorial S.A.
15. Egusquiza, B., R. (2000). "La papa. producción, transformación, comercialización". Lima, Perú. CIMAGRAF S.R.L.
16. FAO. (1996). "Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo". Roma, Italia. FAO.
17. FAO. (2009). "Nueva luz sobre un tesoro enterado - Reseña de fin de año". Roma, Italia. FAO.
18. Fankem, H., Nwaga, D., Deubel, A., Dieng, W. & Merbach, W. (2006). "Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (*Elaeis guineensis*) rhizosphere in Cameroon". Cameroon. African Journal of Biotechnology.
19. Fernández, K., (2010). "Micorrización in vitro e in vivo de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* var. Alfa)". La Habana, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1.
20. Fertilizantes Orgánicos SAC (2018). "Microorganismos eficientes". Lima, Perú: recuperado de: <https://www.fosacperu.com/microorganismos-eficientes/>
21. Fitz, E. (1984). "Suelos: su formación, clasificación y distribución". Ciudad de México, México. Continental.
22. Foth, H. (1987). "Fundamentos de la ciencia del suelo". Ciudad de México, México. CECSA.
23. Gutiérrez, M. (2017). "Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra". Texcoco, México. Revista Agrociencia.
24. Higa, T., J, & James, P., A. (2013). "Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos". Maryland, Estados Unidos. Fundases.
25. Higa, P. (1994). "Efecto de los microorganismos". (en línea). Consultado: 22 de noviembre del 2024. Disponible en: http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf
26. Holdridge, R. (1967). "Life Zone Ecology. Tropical Science Center". San José, Costa Rica. Revista de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional

Costa Rica.

27. Huamán, Z. (1986). "Botánica sistemática y morfología de la papa". Lima, Perú. Boletín de información técnica. CIP.
28. Hurtado, H., F. (1999). "Elementos para la planificación agropecuaria en los andes sur peruanos". Serie: materiales de enseñanza N°1. Cusco, Perú: Instituto de Investigación Universidad y Región – IIUR.
29. Hurtado. (2001). "¿Qué son microorganismos eficientes?" (en línea). Consultado: 22 de noviembre del 2024. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgb>
30. IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). (2009). "Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura". Santo Domingo. República Dominicana. IDIAF.
31. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2006). "Papa". Lima, Perú. Serie de Compendio de Información Técnica.
32. Ladrón De Guevara, R., O., (1995). "Mecanización agrícola". Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú. Imprenta Yáñez.
33. Ladrón de Guevara, R., O., (2005). "Introducción a la climatología y la fenología". Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. Editorial Universitaria.
34. Mamani, R., P.; Limachi, V., J., y Ortuño, C., N., (2012). "Revista Latinoamericana de la papa Investigador ecofisiólogo, suelos y producción agrícola". Cochabamba, Bolivia. Fundación PROINPA.
35. Márquez, K.; Vega, L., y Álvarez, L., (2021). "Glosario de términos agronómicos". Huánuco, Perú. s/e.
36. Mendoza, A., W., (1997). "Curso de cereales". Carrera Profesional de Agronomía. Cusco, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
37. MINAG. (2008). "Cultivo de la papa en Ancash". Año Internacional de la Papa. Ancash, Perú. Dirección Regional Agraria de Ancash.
38. Ministerio de Ambiente y Ministerio de Agricultura. (2011). "Manual de observaciones fenológicas". Lima, Perú. s/e.
39. Mycsa AG. (2024). Recuperado de: <https://www.mycsainc.com/productos>
40. Navarro, G., & Navarro, S. (2003). "Química agrícola". Madrid, España.

Mundi- Prensa.

41. Ortega, D., R., (1992). "Las papas amargas en Cusco, Perú". En: "La papa amarga, I Mesa Redonda Perú – Bolivia, 7 - 8 de mayo 1991". La Paz, Bolivia: Orstom.
42. Ortiz, C., J., y Mauri, P., (1989). "Técnica de la mecanización agraria". Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa.
43. Paniagua, J. (2008). "Preparación y usos de microorganismos de montaña", líquidos y sólidos". San Juan, Costa Rica: J &
44. Porta, J. & López, A. (2003). "Edafología para la agricultura y el medio ambiente". Madrid, España. Mundi-Prensa.
45. Rashed, E., M., & Massoud, M. (2015). "The effect of effective microorganism (EM) on EBPR in modified contact stabilization system. Housing an Building National Research Center". Giza, Egypt. Faculty of Engineering. Cairo University,
46. Rojas, P. (2010). "Uso de microorganismos nativos como promotores de crecimiento y supresores de patógenos en el cultivo de la papa en Bolivia". Cochabamba, Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa.
47. Silva, M. (2019). "Microbiología general". Madrid, España. Omega.
48. Tarazona, R. (2016). "Dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Única en condiciones agroecológicas de Huampuran, Huacrachuco, Marañón – 2015". Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
49. Tapia, E., M., (1993). "Agrobiodiversidad en los Andes". Lima, Perú. Editorial Friedrich Ebert Stifftiungl.
50. Tapia, E., M., (2007). "Programación y desarrollo rural". Lima, Perú. s/e.
51. Tapia, E., M., (1992). "Sistemas de producción de papa amarga". En: "La papa amarga, I Mesa Redonda Perú – Bolivia, 7 - 8 de mayo 1991". La Paz, Bolivia. Orstom.
52. Tito, A., R., (2023) "Rendimiento del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) con aplicación de abono orgánico inoculado con microorganismos eficaces (ME) en suelo infestado con nematodos, en Lliupapuquio, San Jerónimo, Andahuaylas", Apurímac, Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
53. Valverde, R. (2016). "Efecto de los microorganismos eficaces y bioabonos

en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Canchan en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco Marañón”. Huánuco, Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

54. Vargas M., W., (1994). “Entomología agrícola”. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
55. Vega, R. (2019). “Efectividad de microorganismos eficaces en la ecoeficiencia del cultivo de papa”. Cayhuayna, Huánuco, Perú. UNHEVAL.
56. Vilca V., J. (1990). “Entomología general”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. s/e.
57. Vidal, F. E. (1988). “Fitopatología especial”. Cusco, Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, copias mimeografiadas.

ANEXOS

Resultados de evaluaciones en campo.

Tabla 26: Peso de tubérculos por hectárea (t/ha).

Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	12.19	7.00	12.50	13.16
	02	13.13	12.02	2.16	12.03
	03	8.13	10.63	7.03	7.34
	04	7.50	12.09	9.75	12.44
	05	15.31	8.38	7.66	12.09
	06	12.09	12.81	14.38	11.41
	07	6.91	7.66	12.34	4.44
	08	5.23	12.38	12.09	6.91
	09	11.42	2.00	5.78	1.81
	10	12.81	12.17	12.59	7.53
II	01	7.13	12.11	12.81	6.91
	02	6.19	11.53	7.34	12.03
	03	12.41	12.03	11.81	6.22
	04	2.63	8.28	7.53	12.13
	05	12.81	12.16	12.34	14.44
	06	6.99	6.09	6.75	12.03
	07	7.53	13.22	12.00	15.20
	08	8.43	7.03	7.39	6.69
	09	11.91	12.38	12.30	1.84
	10	6.76	7.84	8.88	8.28
III	01	6.73	7.34	7.94	6.72
	02	12.00	6.09	11.00	8.13
	03				
	04	7.37	4.44	6.97	11.41
	05	7.14	12.06	7.34	12.16
	06	6.66	8.31	8.28	7.53
	07	7.53	14.47	7.97	11.00
	08	12.38	6.56	5.78	11.13
	09	7.22	11.69	11.06	6.69
	10	12.38	12.03	8.25	11.69
IV	01	6.71	7.06	5.78	7.66
	01	12.18	7.53	7.91	6.69
	02	7.06	12.03	12.38	11.00
	03	13.22	8.28	7.34	10.63
	04	10.03	7.53	12.38	8.28
	05	7.55	6.66	7.03	12.03
	06	8.23	12.34	12.88	8.91
	07	12.42	7.00	13.50	12.03
	08	6.07	12.45	7.03	6.56
	09	11.69	8.56	12.88	12.53
	10	6.21	6.69	13.59	7.66

Tabla 27: Peso de tubérculos por planta (kg/planta).

Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	0.39	0.22	0.40	0.42
	02	0.42	0.38	0.07	0.39
	03	0.26	0.34	0.23	0.24
	04	0.24	0.39	0.31	0.40
	05	0.49	0.27	0.25	0.39
	06	0.39	0.41	0.46	0.37
	07	0.22	0.25	0.40	0.14
	08	0.17	0.40	0.39	0.22
	09	0.37	0.06	0.19	0.06
	10	0.41	0.39	0.40	0.24
II	01	0.23	0.39	0.41	0.22
	02	0.20	0.37	0.24	0.39
	03	0.40	0.39	0.38	0.20
	04	0.08	0.27	0.24	0.39
	05	0.41	0.39	0.40	0.46
	06	0.22	0.20	0.22	0.39
	07	0.24	0.42	0.38	0.49
	08	0.27	0.23	0.24	0.21
	09	0.38	0.40	0.46	0.06
	10	0.22	0.25	0.28	0.27
III	01	0.22	0.24	0.25	0.22
	02	0.38	0.20	0.35	0.26
	03	0.24	0.14	0.22	0.37
	04	0.23	0.39	0.24	0.39
	05	0.21	0.27	0.27	0.24
	06	0.24	0.46	0.26	0.35
	07	0.40	0.21	0.19	0.36
	08	0.23	0.37	0.35	0.21
	09	0.40	0.39	0.26	0.37
	10	0.21	0.23	0.19	0.25
IV	01	0.39	0.24	0.25	0.21
	02	0.23	0.39	0.40	0.35
	03	0.42	0.27	0.24	0.34
	04	0.32	0.24	0.40	0.27
	05	0.24	0.21	0.23	0.39
	06	0.26	0.40	0.41	0.29
	07	0.40	0.22	0.43	0.39
	08	0.19	0.40	0.23	0.21
	09	0.37	0.27	0.41	0.40
	10	0.20	0.21	0.44	0.25

Tabla 28: Altura de planta (m.).

Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	0.72	0.76	0.73	0.79
	02	0.77	0.79	0.74	0.75
	03	0.79	0.72	0.79	0.75
	04	0.83	0.79	0.76	0.77
	05	0.81	0.76	0.82	0.71
	06	0.74	0.71	0.71	0.75
	07	0.82	0.76	0.76	0.75
	08	0.76	0.73	0.79	0.77
	09	0.77	0.74	0.76	0.73
	10	0.75	0.71	0.79	0.78
II	01	0.74	0.80	0.74	0.76
	02	0.79	0.81	0.79	0.77
	03	0.79	0.76	0.80	0.72
	04	0.75	0.76	0.74	0.77
	05	0.71	0.73	0.76	0.71
	06	0.84	0.77	0.74	0.80
	07	0.72	0.78	0.75	0.78
	08	0.76	0.74	0.77	0.71
	09	0.76	0.76	0.71	0.76
	10	0.77	0.76	0.76	0.75
III	01	0.78	0.79	0.75	0.75
	02	0.77	0.71	0.78	0.77
	03	0.77	0.70	0.72	0.70
	04	0.76	0.69	0.77	0.75
	05	0.82	0.75	0.79	0.70
	06	0.82	0.76	0.81	0.78
	07	0.71	0.77	0.73	0.76
	08	0.76	0.75	0.78	0.71
	09	0.73	0.78	0.71	0.71
	10	0.79	0.79	0.78	0.76
IV	01	0.70	0.73	0.78	0.81
	02	0.78	0.72	0.75	0.78
	03	0.75	0.70	0.75	0.81
	04	0.76	0.76	0.71	0.75
	05	0.71	0.71	0.70	0.75
	06	0.79	0.77	0.76	0.70
	07	0.78	0.77	0.72	0.72
	08	0.74	0.78	0.74	0.75
	09	0.77	0.79	0.79	0.76
	10	0.72	0.75	0.79	0.77

Tabla 29: Número de tubérculos por planta (N°).

Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	5.00	3.00	5.00	5.00
	02	5.00	5.00	1.00	5.00
	03	3.00	5.00	3.00	3.00
	04	3.00	5.00	5.00	5.00
	05	5.00	3.00	3.00	5.00
	06	5.00	5.00	5.00	5.00
	07	3.00	3.00	5.00	2.00
	08	2.00	5.00	5.00	3.00
	09	5.00	1.00	3.00	1.00
	10	5.00	5.00	5.00	3.00
II	01	3.00	5.00	5.00	3.00
	02	3.00	5.00	3.00	5.00
	03	5.00	5.00	5.00	3.00
	04	1.00	3.00	3.00	5.00
	05	5.00	5.00	5.00	5.00
	06	3.00	3.00	3.00	5.00
	07	3.00	5.00	5.00	6.00
	08	3.00	3.00	3.00	3.00
	09	5.00	5.00	5.00	1.00
	10	3.00	3.00	3.00	3.00
III	01	3.00	3.00	3.00	3.00
	02	5.00	3.00	5.00	3.00
	03	3.00	2.00	3.00	5.00
	04	3.00	5.00	3.00	5.00
	05	3.00	3.00	3.00	3.00
	06	3.00	5.00	3.00	5.00
	07	5.00	3.00	3.00	5.00
	08	3.00	5.00	5.00	3.00
	09	5.00	5.00	3.00	5.00
	10	3.00	3.00	3.00	3.00
IV	01	5.00	3.00	3.00	3.00
	02	3.00	5.00	5.00	5.00
	03	5.00	3.00	3.00	5.00
	04	3.00	3.00	5.00	3.00
	05	3.00	3.00	3.00	5.00
	06	3.00	5.00	5.00	3.00
	07	5.00	3.00	5.00	5.00
	08	3.00	5.00	3.00	3.00
	09	5.00	3.00	5.00	5.00
	10	3.00	3.00	5.00	3.00

Tabla 30: Diámetro ecuatorial de tubérculos (cm.).

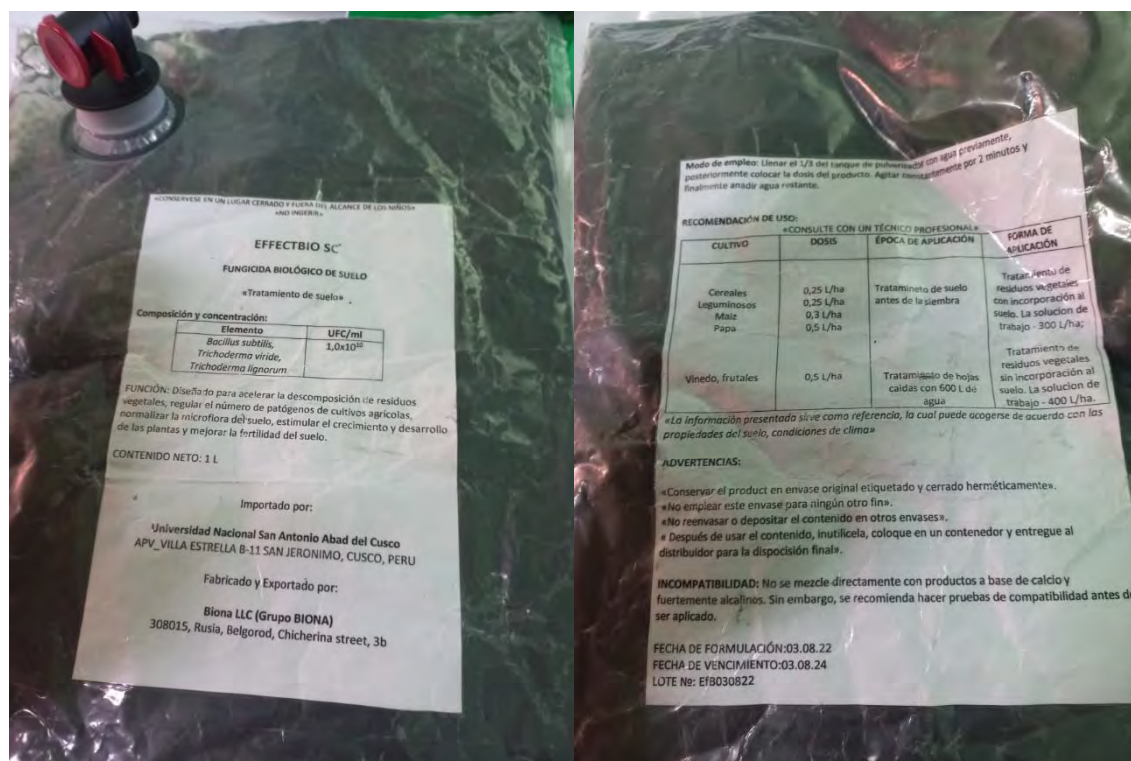
Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	5.40	6.20	5.80	5.80
	02	5.80	5.80	4.90	4.90
	03	5.40	5.80	4.80	4.80
	04	5.60	5.60	5.40	5.40
	05	5.40	5.40	5.40	5.10
	06	5.20	5.60	5.40	6.20
	07	5.60	5.20	5.60	5.40
	08	5.80	5.60	6.30	5.90
	09	5.90	5.80	5.40	5.50
	10	5.20	5.90	5.10	5.40
II	01	4.80	5.80	5.60	5.90
	02	5.90	4.90	4.70	5.60
	03	4.60	4.80	5.60	5.60
	04	5.90	4.50	4.90	6.20
	05	5.80	5.80	4.90	5.20
	06	5.60	5.70	4.80	6.40
	07	5.50	4.90	5.20	4.80
	08	4.90	5.80	5.20	6.10
	09	5.40	5.20	4.80	5.90
	10	5.20	4.60	5.10	6.10
III	01	5.20	6.20	5.90	4.80
	02	5.80	5.40	5.80	5.80
	03	4.80	5.60	4.80	5.10
	04	5.10	5.40	6.00	5.80
	05	5.60	5.60	5.40	5.20
	06	4.80	5.40	5.60	4.80
	07	5.40	4.80	6.10	5.60
	08	5.60	5.10	5.50	5.80
	09	5.60	5.00	5.30	4.80
	10	4.90	6.10	5.60	4.90
IV	01	4.70	6.40	6.60	4.80
	02	4.50	6.10	6.20	4.70
	03	4.60	4.80	6.50	4.60
	04	4.80	4.80	5.40	5.20
	05	4.80	4.50	5.40	5.50
	06	4.90	4.60	5.50	5.10
	07	4.50	4.50	6.20	5.00
	08	4.50	4.90	5.40	5.60
	09	4.60	4.80	4.80	5.10
	10	4.90	4.80	4.90	5.20

Tabla 31: Diámetro polar de tubérculos (cm.).

Bloque	N° de planta evaluada	Tratamiento			
		T1 Effectbio SC (400 ml/ha)	T2 Effectbio SC (500 ml/ha)	T3 Effectbio SC (600 ml/ha)	T4 Testigo
I	01	3.70	4.20	4.50	3.80
	02	3.80	4.10	4.50	3.60
	03	4.10	3.80	4.60	3.90
	04	4.20	4.10	4.20	3.80
	05	4.50	3.80	4.10	3.40
	06	4.40	3.90	4.20	3.80
	07	3.50	3.50	4.10	3.70
	08	3.40	3.60	4.80	3.80
	09	3.20	3.60	3.80	3.90
	10	3.80	3.80	3.90	3.70
II	01	3.80	3.70	4.20	3.80
	02	3.40	3.90	4.10	3.80
	03	3.60	4.60	3.60	4.20
	04	3.10	4.50	3.80	4.20
	05	3.20	4.20	3.90	4.10
	06	3.50	4.10	3.70	4.70
	07	3.70	4.60	4.20	4.10
	08	3.90	3.80	4.60	4.60
	09	3.50	3.90	4.20	4.90
	10	3.40	4.10	4.10	4.80
III	01	3.40	4.10	3.80	4.50
	02	3.50	4.20	3.60	4.40
	03	3.20	4.50	3.90	4.10
	04	3.80	4.40	3.80	4.20
	05	3.80	4.10	3.70	3.80
	06	3.90	4.20	4.10	3.90
	07	3.60	4.50	4.50	4.70
	08	3.50	4.10	4.80	4.10
	09	3.40	4.20	4.60	4.10
	10	3.40	4.10	4.10	3.80
IV	01	3.50	4.70	5.40	4.80
	02	3.20	4.50	3.80	5.60
	03	3.60	4.10	3.60	5.50
	04	3.80	4.20	3.80	5.60
	05	4.20	4.60	3.50	5.10
	06	3.80	4.10	3.40	4.80
	07	4.20	4.20	3.40	4.70
	08	4.20	4.10	3.80	4.20
	09	4.60	4.50	3.90	4.70
	10	4.80	4.20	3.80	5.20

Productos utilizados en el trabajo de investigación.

Fotografía 21. Effectbio Sc



Fotografía 22. Bactofort



Fotografía 23. Respecta 25%



Análisis de suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0336-23-LAQ

SOLICITANTE : DANI CHARITO CCANA ALLER
MUESTRA : SUELO
UBICACIÓN : POTRERO CRIVA, KAYRA UNSAAC
SECTOR : COMUNIDAD KAYRA
DISTRITO : SAN JERONIMO
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO
FECHA : C/16/10/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO HIDRODINAMICO:

pH	8.12
C.E. mmhos/cm	1.00
Materia Orgánica %	6.20
Nitrógeno %	0.28
Fosforo ppm P ₂ O ₅	19.70
Potasio ppm K ₂ O	280.20
C.I.C. meq/100	13.80
C.C.%	26.47
H.E. %	28.49
P.M.P. %	14.28
Carbonatos %	2,60
d.a. g/cc	1.644
d.r. g/cc	2.210
Textura:	
Arena %	67
Limo %	27
Arcilla %	6

QUIMICA AGRICOLA I ,SUELO Y FERTILIZANTES, E. Primo Yúfera.

Cusco, 23 de Octubre 2023




Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Análisis

[Firma]
Margarita Ferrera Arística
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

Ficha técnica (Effectbio Sc)

TRATAMIENTO DEL SUELO

PAPA	EFFECTBIO	 <p>Esporas de <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma viride</i> y <i>Trichoderma lignorum</i>, así como sus metabolitos 2,0x10¹⁰ UFC/ml. (20 mil millones de bacterias por ml)</p>	50 ml /0,02 ha (20 L de agua) pulverizar el suelo antes de la siembra.	<p>Diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular el número de patógenos de cultivos agrícolas, normalizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimula una rápida descomposición de los residuos vegetales de los cultivos. • Mejora la estructura del suelo y la fertilidad al enriquecerlo con nutrientes y sustancias bioactivas; • Contribuye a la remediación del suelo; • Una alta actividad de compuestos biológicos contra un amplio espectro de patógenos; • Aumenta el rendimiento de los cultivos. • Sin pérdida de actividad debido a cambios de temperatura (+5 ° a +40 ° C) y contaminación química del suelo.
------	-----------	---	--	--

Fertilizante biológico con efecto destructor de residuos de cultivos.

Objetivo

Fertilizante microbiológico diseñado para acelerar la descomposición de residuos vegetales, regular la cantidad de patógenos, estandarizar la microflora del suelo, estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas y aumentar la fertilidad del suelo.

Composición

Está compuesto por células vegetales vivas y esporas de *Bacillus subtilis*, complejos de esporas y micelas de *Trichoderma viride* y *Trichoderma lignorum* y sus metabolitos (enzimas, fitohormonas y sustancias biológicamente activas).

Mecanismos de acción

1. *Trichoderma viride* representa una alta actividad de celulasa y también controla patógenos mediante parasitismo directo y competencia de sustrato, liberando sustancias biológicamente activas que afectan la función reproductiva de los patógenos e inhiben su desarrollo.
2. *Trichoderma lignorum* es un productor activo de enzimas celulósicas y capaz de destruir profundamente las paredes celulares de plantas muertas y los polisacáridos individuales desintegrados de las plantas. La actividad antagónica de los micromicetos frente a *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora parasitica*, etc. es causada por la producción de antibióticos, fitohormonas (gliotoxina, viridina, triconermina, etc.) y por la capacidad de colonización acelerada del sustrato. Las cepas micopáticas de *Trichoderma* entran en el micelio del huésped y crecen activamente dentro de las células, lo que resulta en la muerte.
3. *Bacillus subtilis* sintetiza más de 70 sustancias polipeptídicas antibióticas y también provoca la lisis micelial en *Pythium ultimum* y *Fusarium oxysporum* y otros microorganismos fitopatógenos del suelo. Produce un complejo de fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Mejora la nutrición fosfórica de las plantas.

Ventajas

- Estimula una rápida descomposición de los residuos de cultivo;
- Mejora la estructura y la fertilidad del suelo enriqueciéndolo con nutrientes y sustancias bioactivas;
- Contribuye a la remediación del suelo;
- Una alta actividad de los compuestos biológicos contra un amplio espectro de patógenos;
- Aumenta el rendimiento de los cultivos posteriores;
- No hay pérdida de actividad debido a los cambios de temperatura (+5° a +40°C) y la contaminación química del suelo.

Formulación: Líquido.

Embalaje: Jarrycan (5L y 10L).

Contenido de ingrediente activo en el producto: $\geq 2,0 \times 10^{10}$ UFC/ml al final de su vida útil.

Condiciones de almacenamiento: Mantener alejado de la luz. Temperatura de almacenamiento a largo plazo de +4 a +10 ° C. Temperatura de almacenamiento a corto plazo (72 horas máximo) de +10 a +20 ° C.

Vida útil: 24 meses.



Toxicidad: Prácticamente inocuo para los seres humanos, los animales de sangre caliente, la entomofauna beneficiosa y el medio ambiente. No presenta fitotoxicidad.

Clase de peligro: 4 (sustancias poco peligrosas).

Solicitud

Cultivos)	Dosis (s) L/ha	Modo de aplicación	Periodo de aplicación
Cereales y legumbres	0,15-0,25	Tratamiento de residuos de cultivo con incorporación al suelo. Solución de trabajo 300 L/ha.	Después de la cosecha.
Maíz y girasol	0,2-0,3		
Colza	0,2		
Remolacha azucarera	0,2-0,25		
Verduras, melón, sandía.	0,4-0,5		Antes de sembrar
Bayas	0,3-0,5		Antes de sembrar
Arboricultura frutícola, viñedos.	0,4-0,5	Tratamiento de hojas caídas/ Solución de trabajo 400-600 L/ha	

Información de pedidos:

Áreas de uso: <ul style="list-style-type: none"> Biofertilizantes 	Fabricado por:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de catálogo:	EfectoBio
Precio (IVA incluido %):	a petición	Añadir a la cesta 
<div>  <p>Nombre del producto: EffectBio. Nota: EffectBio es un fertilizante biológico.</p> </div>		

Ficha técnica (Bactofort)

TRATAMIENTO DE SEMILLAS & FOLIAR

PAPA	Bactofort	<i>Bacillus Subtilis</i> <i>B2918</i> y <i>Bacillus</i> <i>amyloliquefaciens</i> <i>B11265</i> 2,0x10 ⁹ UFC/ml; (2 mil millones de bacterias por ml)	Tratamiento de tubérculos de papa 40 ml con 2 L de agua/ 20 kg de tubérculos / 0,02 ha; 1-er Tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua / 0,02 ha en fase de inicio de crecimiento; 2-er Tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua/ 0,02 ha en fase de cierre de hileras antes de la brotación; 3-er Tratamiento foliar en fase de brotación 80 ml con 20 L de agua/ 0,02 ha; 4-to Tratamiento foliar con un intervalo de 14 días	Acción bioestimulante: una acción bioestimulante se debe principalmente a la producción de fitohormonas. Acción fúngica: una inducción de resistencia a los patógenos de las plantas que se manifiesta por el endurecimiento (lignificación) del tejido de la raíz al aumentar el contenido de fitoalexinas (compuestos protectores, que se forman en respuesta a la lesión del patógeno) tallos de las plantas, engrosamiento de las cáscaras de cera, cambio en el número de ácidos 2- orgánicos. Además de la síntesis de enzimas del grupo quitinasa, proteasas, xilanasas que dañan las paredes celulares de los hongos fitopatógenos. Es activo contra un amplio espectro de fitopatógenos (especies del género <i>Fusarium</i> , <i>Bipolaris</i> , <i>Ophiobolus</i> , <i>Erysiphe</i> , <i>Septoria</i> , <i>Pyrenophora</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i>).	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aumenta el rendimiento de los cultivos entre un 10% y un 15%; ❖ Actúa como agente antiestrés tras la aplicación de herbicidas y pesticidas; ❖ Puede utilizarse en cualquier etapa de la vegetación; ❖ No induce cepas resistentes de fitopatógenos; ❖ Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas; ❖ Empieza a trabajar inmediatamente después de la aplicación; ❖ Compatible con otros tratamientos vegetales (se puede mezclar con herbicidas, pesticidas, etc.); ❖ Conserva la eficacia a temperaturas superiores a 28 ° C.
------	------------------	---	--	---	---

Bactophyt protege a las plantas contra enfermedades causadas por microorganismos patógenos (hongos y bacterias).

Bactophyt contiene la bacteria *Bacillus subtilis* y los productos que secreta (antibióticos polipeptídicos que suprimen la microflora fitopatógena y fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas). **Bactophyt** es activo contra un amplio espectro de fitopatógenos (especies de los géneros *Fusarium*, *Bipolaris*, *Ophiobolus*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Pyrenophora*, *Puccinia*, *Phytophthora*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*).

Propiedades del **Bactophyt** :

- Aumenta el rendimiento de los cultivos entre un 10% y un 15%;
- Actúa como agente antiestrés después de la aplicación de herbicidas y pesticidas;
- Se puede utilizar en cualquier etapa de la vegetación;
- No induce cepas resistentes de fitopatógenos;
- Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas;
- Comienza a actuar inmediatamente después de la aplicación;
- Compatible con otros tratamientos vegetales (se puede mezclar con herbicidas, pesticidas, etc.);
- Mantiene la eficiencia a temperaturas superiores a 28°C.

Cómo utilizar

En el caso de la pulverización de las plantas, el gasto normal es de 3,0 a 5,0 l por hectárea (600,0 – 1000 l por hectárea de solución de trabajo). Si se utiliza en combinación con insecticidas, **Bactophyt** debe ser el último componente de la mezcla que se cargue en el dispositivo de pulverización. Para una máxima eficacia, la solución de trabajo debe complementarse con urea (3-5 kg por hectárea). Si **Bactophyt** se introduce en el suelo mediante sistemas de riego por goteo, la dosis debe aumentarse a 10-15 l por hectárea.

Número de células viables : $2,0 \times 10^9$ UFC/ml

Vida útil: 6 meses


Almacenamiento: entre +4°C y +10°C, protegido de la luz solar.

Seguridad: **Bactophyt** es seguro para los seres humanos, los animales, los insectos y el medio ambiente. No se han reportado efectos fitotóxicos.

Embalaje : contenedor de 10L




Información de pedidos:

Áreas de uso: <ul style="list-style-type: none"> Biopesticidas 	Fabricado por:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de catálogo:	Bactófito
Precio (IVA incluido 18%):	a petición	Añadir a la cesta ✓
<div>  <div> Nombre del producto: Bactofort. Nota: Bactophyt protege a las plantas contra enfermedades causadas por microorganismos patógenos (hongos y bacterias). </div> </div>		

Ficha técnica (Respecta 25%)

TRATAMIENTO DE SEMILLAS & FOLIAR

<p>PAPA</p> 	<p>Respecta 25%</p>	<p><i>Pseudomonas aureofaciens</i> 2,0x10⁹ UFC/ml; (2 mil millones de bacterias por ml)</p>	<p>Tratamiento de tubérculos de papa 40 ml con 2L de agua/ 20 kg de tubérculos / 0,02 ha; 1- er Tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua/0,02 ha en fase de inicio de crecimiento; 2- do Tratamiento foliar 40 ml con 20 L de agua/ 0,02 ha en fase de cierre de hileras antes de la</p>	<p>Diseñado para controlar infecciones fúngicas y bacterianas durante la temporada de crecimiento, así como para aliviar el estrés causado por el uso de pesticidas o condiciones ambientales adversas</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Alta actividad antagonista contra una amplia gama de patógenos de plantas; *Eficaz tanto para uso profiláctico como terapéutico; *Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas; *Refuerza el estado inmunológico del cultivo; *No causa resistencia a los patógenos; *Mejora la nutrición de fósforo de las plantas; *Aumenta la productividad y calidad de la cosecha; *No tiene periodos de espera, puede ser utilizado en cualquier fase de desarrollo; *No pierde su eficacia en un amplio rango de temperatura de +5 a 39 °C; *Compatible con inoculantes, no inhibe las bacterias de los nódulos radiculares; *Es posible la aplicación en tanques de mezclas con productos químicos fitosanitarios.
--	----------------------------	--	--	--	--

El fungicida biológico "**Respecta**" está destinado a controlar infecciones fúngicas y bacterianas en semillas y etapas posteriores del desarrollo y crecimiento de las plantas.

Compuesto

Células vivas de la bacteria *Pseudomonas aureofaciens* y sus productos metabólicos.

objetos dañinos

Pudrición radicular causada por *Fusarium*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Pythium* y *Helminthosporium*, bacteriosis, mohos en las semillas y otros.

Mecanismo de acción

Las bacterias *Pseudomonas aureofaciens* producen una amplia gama de metabolitos antibióticos, compiten por el sustrato con microorganismos fitopatógenos, sintetizan fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas e inducen inmunidad, así como sideróforos que se unen al hierro trivalente y limitan el crecimiento de los fitopatógenos.

Ventajas

- Aumenta la germinación y el vigor de las semillas;
- Optimiza el crecimiento y desarrollo del sistema radicular;
- Proporciona protección a las plantas en las primeras etapas de desarrollo contra una variedad de patógenos;
- Largo período de acción protectora debido a la colonización de la rizosfera;
- Fortalece el estado inmunológico del cultivo;
- Convierte el fósforo en una forma accesible para las plantas;
- Compatible con inóculos, no inhibe bacterias nodulares.



Forma farmacéutica: líquido de color marrón amarillento.

Embalaje: "Bag-in-Box" - Bolsa de polipropileno de 2 litros en caja de cartón.

Recuento de células viables: no menos de $5,0 \times 10^9$ UFC/ml.

Condiciones de almacenamiento: Temperatura de almacenamiento a largo plazo: de +4 a +10 °C. Temperatura de almacenamiento a corto plazo (72 horas): de +10 a +20 °C. Conservar en un lugar protegido de la luz.

Vida útil: 3 meses

Seguridad: El preparado es prácticamente inocuo para los humanos, los animales de sangre caliente, la entomofauna beneficiosa y el medio ambiente. No es fitotóxico.


Clase de peligro: 4.

Reglamento de uso

Cultura	Tasa de consumo	objetos dañinos	Método, tiempo, características de aplicación	Número de tratamientos
Legumbres (soja, guisantes, garbanzos, frijoles, etc.)	1, 0	Podredumbre radicular causada por Fusarium, Alternaria, Cercospora, Pythium y Helminthosporium, bacteriosis, mohos en las semillas, etc.	Tratamiento de semillas antes de la siembra. Consumo de fluido de trabajo: 10 l/t.	1

Se recomienda utilizarlo en mezcla de tanque con el inoculante Nitrofix.

Información del pedido:

Área de uso: <ul style="list-style-type: none"> Biofertilizantes 	Producción:	Biona
	Volumen:	2 litros
	Número de cat.:	Respeto
Precio (con IVA%):		Añadir a la cesta ✓
<div>  </div> <p>Nombre: Respeto.</p> <p>Nota: Tratamiento biológico de semillas para el control de infecciones fúngicas y bacterianas en las semillas y en etapas posteriores del desarrollo y crecimiento de las plantas.</p>		