



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Estudio de 01 uc Micro Carbono y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022.

Presentado por:

CHAU FIGUEROA ALONSO ALEJANDRO

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 04% de similitud (Cuatro por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 02 de octubre del 2025.

Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Agronomía



Estudio de 01 uc Micro Carbono y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71) en la parte media del Valle de Ica, 2022.

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

CHAU FIGUEROA, ALONSO ALEJANDRO

Ica – Perú
2025

Dedicatoria.

A mis padres por apoyarme en mi educación día tras día en mi crecimiento profesional, a mi esposa por las ausencias durante este proceso y a mi hija, la razón y motivo de todo lo que hago. Su dedicación y esfuerzo constante son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es testimonio de mi sacrificio constante y recordatorio del trabajo duro y educación en nuestras vidas.

Agradecimientos

Principal agradecimiento a Dios quien me guía y me da fortaleza para siempre salir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional en todos y cada uno de mis proyectos.

A mi asesor por los conocimientos y paciencia brindados hacia mi persona para la realización de este trabajo y a la Asociación de Agricultores San Camilo.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes de investigación.	2
1.2 Formulación del problema.	5
1.3 Justificación e importancia de la investigación.	6
1.4 Hipótesis de investigación	9
1.5 Objetivos de la investigación	9
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	13
2.1 Instrumentos de recolección de datos	13
2.2 Técnicas de recolección de datos	14
2.3 Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados	15
2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación	26
2.5 Población y muestra.....	30
III. RESULTADOS	32
3.1 Presentación e interpretación de los resultados.....	32
IV. DISCUSION.....	44
4.1 Discusión de Resultados	44
V. CONCLUSIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
VIII. ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1 Análisis físico – mecánico del suelo 2022.....	14
Tabla 2 Análisis químico del suelo 2022.....	15
Tabla 3 Análisis químico del agua de riego.....	16
Tabla 4 Información meteorológica – mensual abril - agosto 2022.....	17
Tabla 5 Aplicación de Fertilizantes.....	19
Tabla 6 Malezas presentes en el cultivo.....	19
Tabla 7 Control Fitosanitario.....	20
Tabla 8 Calendario de Riegos.....	21
Tabla 9 Tratamientos en estudios.....	26
Tabla 10 Análisis de la variancia (ANOVA).....	26
Tabla 11 ANOVA de altura de planta del estudio del 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media del valle de Ica.....	31
Tabla 12 Prueba de DUNCAN de altura de planta (cm) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (4 ICA 50-3-71) en la parte media valle de Ica.....	32
Tabla 13 ANOVA de inicio de Floración del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	32
Tabla 14 Prueba de DUNCAN de inicio de Floración (Días) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	33
Tabla 15 ANOVA de inicio de Vainas del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	33
Tabla 16 Prueba de DUNCAN de inicio de Vainas (Días) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	34
Tabla 17 ANOVA de longitud de Vainas del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol	

de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	35
Tabla 18 Prueba de DUNCAN de longitud de Vainas (cm) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	36
Tabla 19 ANOVA de ancho de Vainas del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	36
Tabla 20 Prueba de DUNCAN de ancho de Vainas (cm) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	37
Tabla 21 ANOVA de granos por Vainas del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	37
Tabla 22 Prueba de DUNCAN de granos de Vainas (Unidad) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	38
Tabla 23 ANOVA de rendimiento de grano seco del estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) la parte media del valle de Ica.....	38
Tabla 24 Prueba de DUNCAN de rendimiento de grano seco (Kg/Ha) del estudio 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) en la parte media valle de Ica.....	39
Tabla 25 Análisis económico de las aplicaciones de los productos en estudio de 01 UC Microcarbón y 02 Biofertilizantes en el cultivo de Pallar, variedad “Sol de Ica” (ICA 450-3-71) parte media de Ica.....	41

INDICE DE FIGURAS

	Pags.
Figura 1 Campo donde se realizó el ensayo.....	11
Figura 2 Rendimiento de grano seco del cultivo Pallar (kg/ha).....	40
Figura 3 Análisis económico de las aplicaciones de los productos en estudio.....	42

RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto de uC microcarbón y dos biofertilizantes (Agropez y Proteimax), aplicados al suelo y de manera foliar en distintas dosis, sobre el desarrollo agronómico del cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), variedad Sol de Ica 450-3-71. El experimento se realizó entre abril y agosto de 2022 en el Fundo San Camilo, ubicado en la parte media del Valle de Ica, bajo sistema de riego por goteo, utilizando un diseño completamente aleatorizado con siete tratamientos (incluido el testigo sin aplicación) y cuatro repeticiones, totalizando 28 unidades experimentales. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas en seis variables agronómicas: altura de planta, inicio de floración, inicio de vainas, longitud de vaina, número de granos por vaina y rendimiento de grano seco. Los tratamientos con Agropez (2 y 4 L/ha), Proteimax (2 L/ha) y uC microcarbón (1.5 y 2 L/ha) destacaron por su efectividad en distintas etapas fenológicas. El mejor rendimiento en grano seco lo obtuvo Agropez (2 L/ha), con 2,681 kg/ha, además de demostrar mayor rentabilidad económica (S/ 15,208/ha). Los coeficientes de variación obtenidos (1.15%–13.11%) respaldaron la confiabilidad estadística del ensayo. Los datos permiten afirmar que la aplicación conjunta de biofertilizantes y microcarbón mejora significativamente el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de pallar, con beneficios agronómicos y económicos que podrían replicarse en sistemas agrícolas sostenibles en regiones similares. Estos resultados aportan evidencia para el uso de insumos biológicos como alternativa técnica viable en programas de manejo agroecológico.

Palabras clave: Pallar, biofertilizantes, bioestimulante, rendimiento, sostenibilidad agrícola.

ABSTRACT

This research evaluated the effect of uC microcarbon and two biofertilizers (Agropez and Proteimax), applied to the soil and foliar applied at different doses, on the agronomic development of the pallar crop (*Phaseolus lunatus* L.), variety Sol de Ica 450-3-71. The experiment was conducted between April and August 2022 at Fundo San Camilo, located in the middle part of the Ica Valley, under a drip irrigation system, using a completely randomized design with seven treatments (including the control without application) and four replications, totaling 28 experimental units. The results showed significant statistical differences in six agronomic variables: plant height, flowering initiation, pod initiation, pod length, number of grains per pod and dry grain yield. The treatments with Agropez (2 and 4 L/ha), Proteimax (2 L/ha) and uC microcarbon (1.5 and 2 L/ha) stood out for their effectiveness at different phenological stages. The best dry grain yield was obtained by Agropez (2 L/ha), with 2,681 kg/ha, in addition to demonstrating greater economic profitability (S/ 15,208/ha). The coefficients of variation obtained (1.15%-13.11%) supported the statistical reliability of the trial. The data allows us to affirm that the application of biofertilizers and microchar significantly improves the phenological and productive behavior of the pallar crop, with agronomic and economic benefits that could be replicated in sustainable agricultural systems in similar regions. These results provide evidence for the use of biological inputs as a viable technical alternative in agroecological management programs.

Key words: Lima beun, biofertilizers, biostimulant, yield, agricultural sustainability.

I. INTRODUCCION

La Region Ica, ubicada en la costa peruana se caracteriza por poseer un entorno agroecológico idóneo para el establecimiento de múltiples tipos de cultivo, en especial el pallar, el cual se siembran para consumo nacional y para la oferta exportable. Por las bondades del clima y las condiciones especiales del pallar, este obtuvo la Denominación de Origen, por ello la ventaja para su competencia en el mercado externo por sus cualidades. [1]

El clima favorece la siembra del pallar (*Phaseolus lunatus* L) de las distintas variedades, junto con sus características de crecimiento, convierten a esta especie en una alternativa rentable para los agricultores. Esta leguminosa tradicional posee relevancia tanto por el consumo de sus granos en estado fresco como seco, destacando por la delgadez de su envoltura, su sabor dulce y placentero, una textura cremosa y suave, así como por su rápida y sencilla preparación culinaria. [2].

Actualmente el rendimiento del cultivo de pallar ha decrecido enormemente por diversos factores, que están limitando su producción, como el escaso recurso hídrico, las plagas y enfermedades en especial el virus, uso de variedad tradicional, e inadecuada tecnología en la conducción del cultivo, entre otros factores. [3]

Hoy en día las innovaciones tecnológicas, nos permiten realizar aplicaciones de productos activadores del potencial de las plantas, como los biofertilizantes o bioestimulantes que aplicados al suelo y foliar, optimizan los rendimientos.

Por ello, los biofertilizantes presentan grandes ventajas, como el menor costo, uso sin afectar el ambiente, incremento de la biodiversidad y fertilidad del suelo, en especial los suelos pobres en materia orgánica como son los suelos de la costa.

En la formulación de los biofertilizantes, participan uno o varios microorganismos benéficos, como las bacterias y los hongos, esencialmente, los que desarrollan y ponen a disposición los nutrimentos para las plantas. Estos microorganismos se agrupan en cuatro categorías principales: aquellos que contribuyen a la fijación de nitrógeno atmosférico, los que facilitan la solubilización y captación de fósforo, y los que estimulan el desarrollo vegetal. [4]

Los biofertilizantes tienen un mayor uso en la agricultura orgánica y está logrando su utilización de modo general en los cultivos intensivos conducidos con el sistema habitual o tradicional.

Los mercados o industrias dedicadas a la investigación y desarrollo de estos productos, que muchos de ellos son semejantes a las hormonas, y al aplicarse a los cultivos actúan modulando procesos fisiológicos internos que influyen en el cultivo, como la translocación de los carbohidratos a las ramas y tallos. Los Biofertilizantes, son fertilizantes orgánicos los cuales proporcionan a los cultivos los nutrimentos esenciales para su desarrollo, optimizan la calidad del suelo y mejoran el hábitat microbiológico. [5].

Debido a la limitada presencia de materia orgánica en los suelos de la costa, se requiere que técnicos especializados y agricultores adopten o implementen estrategias de mejora a favor del cultivo y alcanzar mejores niveles de productividad, a través del manejo racional de los recursos agrícolas, con prácticas agronómicas acordes y respetuosas con el medio ambiente. El objetivo es optimizar los rendimientos del cultivo de pallar, aplicando al suelo y foliar los biofertilizantes en estudio, los que contribuyen a optimizar la rentabilidad, con lo cual se mejora el buen vivir de los productores y la población rural del entorno.

1.1 Antecedentes de investigación.

Falla-Urrutia. [6]. Sostienen que el rendimiento de la cosecha está relacionado en proporción directa a la biomasa foliar y su capacidad de producir y derivar los fotosintatos hacia los órganos de reserva; por ello hay que garantizar el vigor y desarrollo del follaje durante el crecimiento vegetativo.

Manifiestan que las plantas que recibieron el tratamiento con MICRO CARBONO®, son plantas que han pasado por baja absorción de nutrimentos y estrés hídrico; por lo que es primordial estimular al vegetal durante esta segunda fase del brotamiento para recuperar el cultivo.

Angelino. [7]. Llevó a cabo una investigación en condiciones controladas de invernadero, utilizando macetas, analizando el impacto de la biofertilización en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L., variedad Sol de Ica), empleando tres especies de micorrizas vesículo-arbusculares (*Acaulospora laevis*, *A. morrowiae* y *Glomus occultum*) junto con *Bradyrhizobium* sp. (cepa PCN C4N2), bajo dos tipos de suelo: estéril y no estéril. La inoculación se realizó en paralelo a la siembra, incorporando también tratamientos con fertilización química a base de nitrógeno (N) y combinaciones de nitrógeno con fósforo (N-P), además de un tratamiento control sin intervención. El experimento se estructuró bajo un diseño completamente aleatorizado, aplicando siete tratamientos por tipo de suelo. En el sustrato no estéril, los tratamientos combinados de *Bradyrhizobium* sp. con *A. morrowiae* y *G. occultum* mostraron resultados superiores al testigo en biomasa aérea y concentración de nutrientes. Sin embargo, no se observaron diferencias relevantes en altura de planta, grado de infección micorrítica ni niveles de clorofila. En suelo estéril, ningún tratamiento evidenció predominancia significativa, y el tratamiento con nitrógeno presentó los valores más bajos en varios indicadores. Cabe destacar que no se detectó formación de nódulos por *Bradyrhizobium* sp. en ninguna de las condiciones evaluadas.

Antezana. [8]. Evaluó el efecto de la coinoculación con rizobacterias sobre el rendimiento y la concentración de nitrógeno en los granos de pallar precoz, bajo las condiciones edafoclimáticas particulares del valle de Ica. El ensayo se desarrolló en un suelo franco arenoso, con bajos niveles de materia orgánica y nitrógeno, alto contenido de fósforo, pH

moderadamente alcalino y una capacidad de intercambio catiónico media. Se establecieron cinco tratamientos que consistieron en diversas combinaciones de *Bacillus sp.*, *Bradyrhizobium sp.* y *B. yuanmingense*, además de tratamientos testigo con y sin aplicación de fertilizantes. El diseño experimental empleado fue de bloques completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento.

No se identificaron variaciones significativas en la emergencia, desarrollo del área foliar y de las raíces, peso de 100 semillas ni en el porcentaje de nitrógeno. No obstante, los tratamientos T3 y el testigo con fertilización presentaron mayor biomasa aérea. Asimismo, la coinoculación promovió más cantidad del número de nódulos y vainas por planta en comparación con el testigo fertilizado. Respecto al rendimiento, tanto los tratamientos inoculados como el testigo fertilizado superaron al testigo absoluto. Se concluye que la coinoculación genera efectos positivos sobre variables agronómicas relevantes, siendo recomendable su aplicación en el manejo del cultivo.

Chipana. [9]. Su investigación evidenció diferencias estadísticamente significativas en el número de vainas por planta, destacándose los tratamientos con compensador energético en dosis de 4.5 L/ha y extracto de algas marinas en concentración de 6.0 L/ha, obteniendo 28.50 y 29.57 vainas por planta respectivamente. En cuanto al peso promedio de 100 granos secos, ambos tratamientos sobresalieron con 165.39 g para el compensador energético (4.5 L/ha) y 166.41 g para el extracto de algas marinas (6.0 L/ha). Asimismo, se identificó una diferencia estadística en el rendimiento total de grano seco por hectárea, siendo relevantes los resultados del compensador energético con 2,462 kg/ha y del extracto de algas marinas con 2,522 kg/ha en sus respectivas dosis. Desde el enfoque económico, el tratamiento 9 —compuesto por ATP-UP a razón de 4.5 L/ha y Kelpway a 6.0 L/ha— alcanzó la mayor rentabilidad al registrar una producción de 2,556 kg/ha y una relación beneficio/costo de S/. 0.99, consolidándose como el más eficiente dentro del esquema evaluado.

Chávez. [10]. Identifica el efecto de tres bioestimulantes—Ryz Up, Aminofol y Prolamina—sobre la productividad del frijol en su forma de grano seco. Observó un incremento en el rendimiento con una dosis de 60 L, alcanzando los 1274 kg/ha. Además, las distintas concentraciones evaluadas de estos bioestimulantes mostraron resultados similares en cuanto al rendimiento de grano seco. En relación con el peso de la planta sin vainas, los mejores valores se registraron con la dosis más baja de Aminofol (100 ml/200 L) y la dosis más alta de Prolamina (90 ml/200 L). Por otro lado, el bioestimulante Ryz Up favoreció el crecimiento en altura de las plantas de frijol al utilizarse en dosis de 75 y 100 ml/200 L. En contraste, Aminofol tuvo un efecto restrictivo en el desarrollo del tamaño de

la planta cuando se aplicó en concentraciones de 150 ml/200 L, produciendo plantas de menor altura que las del tratamiento control.

Bizzozero. [11]. Indica que los productos biotecnológicos se les pueden encontrar como biofertilizantes también como biopreparados, bioestimulantes, microorganismos eficientes, etc. Y que, a diferencia de los insumos caseros, estos biofertilizantes son de alta precisión y especialización, de acuerdo al tipo de microorganismos utilizado, además de tener documentada su preparación y forma de uso.

Señala dos líneas en la biotecnología: La selección, con la cual se aísla y selecciona del ambiente aquellos microorganismos considerados más eficientes para la parte agrícola, solos o combinados, etc. La modificación, utiliza la genética, modificando, cambiando y/o re-inventando la vida de los organismos con la finalidad de optimizar su desempeño, de acuerdo a los fines productivos que planteamos.

Castellanos et.al. [12]. Llevó a cabo un estudio en la Sabana de Bogotá para evaluar el efecto de un biofertilizante con base orgánico-mineral en el cultivo de lechuga variedad Batavia. La investigación consideró cinco tratamientos: compost enriquecido con biofertilizante, biofertilizante con soporte orgánico mineral, biofertilizante convencional, fertilización química, y un grupo control sin intervención. Se analizaron variables agronómicas como la longitud foliar, el área de las hojas, y el peso fresco y seco tanto de las hojas como de las raíces. Los resultados revelaron que los tratamientos con compost + biofertilizante, el biofertilizante con soporte orgánico mineral y el fertilizante químico tuvieron un impacto significativo en los parámetros evaluados, sin que se detectaran diferencias marcadas en las poblaciones microbianas asociadas al cultivo.

Alvarado et.al. [13]. Indican que, el cultivo de frijol representa una actividad estratégica para México, al constituir una fuente esencial de empleo e ingreso en las zonas rurales, además de aportar proteínas clave para amplios sectores de la población. En la región sur de Veracruz, los rendimientos promedio alcanzan apenas 700 kg/ha, situación atribuida al uso de variedades criollas con baja productividad y alta susceptibilidad a enfermedades, así como a prácticas de manejo poco eficientes. En este marco, se desarrolló una investigación en Catemaco, Veracruz, con el propósito de analizar el comportamiento productivo de cuatro genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en respuesta a la fertilización mineral y a la aplicación de biofertilizantes. Los resultados obtenidos revelaron que los genotipos evaluados lograron rendimientos cercanos a 2 t/ha, superando en tres veces el promedio regional. La implementación del esquema de fertilización 40-40-40 duplicó el rendimiento respecto al tratamiento control, mientras que los biofertilizantes también demostraron efecto positivo. Además, se observó una interacción significativa entre los genotipos y la fertilización mineral, desde el punto de vista estadístico.

Jazmín-Marín. [14]. El investigador, en un capítulo inspecciona el papel de la microbiología en la agricultura, subrayando los beneficios de los biofertilizantes con posibilidades de uso industrial. Reúne información científica sobre las propiedades, tipos y procesos de conversión de restos orgánicos, y señala los residuos orgánicos no aptos para dicha conversión. También describe tres métodos de compostaje: lombricomposta, compostaje microbiano y bocashi. Además, el artículo discute la contaminación ambiental ocasionada por algunos fertilizantes químicos, como la polución de aguas subterráneas, la lluvia ácida y la pérdida de fertilidad del suelo. Finalmente, enfatiza la importancia de alternativas naturales, eficientes y económicas para mitigar estos impactos ambientales, tales como la acumulación de materia orgánica en sitios de disposición final de residuos sólidos.

Gonzales. [15]. Indica que, a través de análisis morfológicos y pruebas microbiológicas, se logró identificar cepas de *Azotobacter sp.*, en particular *Azotobacter chroococcum*, así como una cepa de *Rhizobium sp.* (denominada Rizo aisl-1), con propiedades favorables para su aplicación en suelos agrícolas. Los experimentos realizados en bandejas e invernadero evidenciaron que la inoculación con *Azotobacter* y *Rhizobium* incrementó los porcentajes de germinación, el crecimiento foliar y radicular, así como la acumulación de biomasa en plantas de Frijol caupí y Tarwi, en comparación con tratamientos que utilizaron únicamente agua o fertilizantes nitrogenados (N+). Las cepas Rizo E10 y Rizo aisl-1 sobresalieron en producción de biomasa, mientras que *Azotobacter* demostró ventajas significativas en el proceso germinativo y en el desarrollo radicular.

Se deduce que el empleo de biofertilizantes basados en *Azotobacter* y *Rhizobium*, de manera individual como en combinación, representa una opción viable en términos económicos, compatible con los principios de sostenibilidad y favorable para el entorno ambiental. para optimizar el crecimiento de leguminosas. Asimismo, se resalta el papel estratégico de los invernaderos como plataformas de investigación eficientes para ensayos de fertilización, manejo biológico y estudios fitopatológicos bajo condiciones controladas.

1.2 Formulación del problema.

El pallar, hace una década era una de las leguminosas que mayor área de siembra tuvo entre los pequeños productores, siendo las provincias de Palpa, Nazca, Ica y Pisco en donde se concentraban las mayores áreas, adquiriendo gran importancia socio-económica como cultivo tradicional, la obtención de la Denominación de Origen y su posición en la seguridad alimentaria para los pobladores de la costa.

Uno de los inconvenientes para su desarrollo productivo, es el uso tradicional de conducción, no utilizan tecnologías recientes, la baja rentabilidad del cultivo; los altos costos de los insumos agrícolas, en especial los fertilizantes, el débil Manejo de las

plagas y enfermedades, el escaso recurso hídrico, entre otros aspectos han afectado su siembra y la rentabilidad. [3]

a) Problema General

¿Qué efecto tendrá la aplicación de 01 uC micro carbono y 02 biofertilizantes en diferentes dosis, para mejorar la producción y calidad del cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar Sol de Ica (Ica 450-3-71)?

b) Problema Especifico

¿De qué manera el uC micro carbono y los 02 biofertilizantes, pueden mejorar la producción y otras características biométricas del cultivo de pallar, cultivar Sol de Ica 450-3-71?

¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo?

1.3 Justificación e importancia de la investigación.

a) Justificación

El importante y fundamental el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la región de Ica, Perú, debido a su alto valor nutricional y su importancia económica. El pallar es conocido por su valor alimenticio, al tener proteínas, fibra y calorías, en un alto contenido de lo que lo convierte en un alimento energético esencial en la dieta peruana. Además, la región de Ica produce el 72% del total del pallar en Perú, y una parte significativa de esta producción se exporta a mercados internacionales. Sin embargo, el cultivo afronta retos como el cambio climático, plagas y enfermedades, y el alto costo de producción. Por lo tanto, es decisivo investigar y desarrollar prácticas agrícolas sostenibles y eficientes para mejorar la producción y calidad del pallar. [16].

La región de Ica se distingue por el notable desempeño de sus cultivos orientados a la agroexportación, consolidándose como un referente en la producción agrícola con destino internacional, tomándose como condición el factor ecológico favorable para el desarrollo y progreso de diversos cultivares y variedades de pallar, entre los cuales destacan el pallar criollo y el cultivar Sol de Ica 450-3-71, ambos de relevancia agronómica por su aprovechamiento en estado verde y seco. En la región Ica la falta de agua de riego es cada vez más escasa y el riego es muchas veces limitado, pero hay agricultores que tiene pozo propio y se abastecen de agua de avenida, pero el agua del pozo no es de buena calidad.

Es debido a la pobreza de los suelos donde mayormente se estable el cultivo de pallar, lo indicado hace que se preste mayor atención, por parte de los docentes investigadores, asesores expertos y productores, haciendo prioritario optimizar el conjunto de técnicas y productos de avanzada tecnológica que favorezcan al cultivo, para conseguir incrementar el rendimiento agrícola mediante la implementación de técnicas agronómicas eficientes

recomendadas, utilizando la tecnología y uso de los recursos agrícolas de manera racional, con el cuidado del medio ambiente.

b) Importancia

El estudio de la aplicación de micro carbono y biofertilizantes en el cultivo de pallar tiene varias implicaciones importantes como promover la Sostenibilidad, utilizando los biofertilizantes y micro carbono, que ayudan a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, así mismo, el ensayo busca demostrar que el uso de estos productos puede aumentar la producción y calidad del pallar, lo que es crucial para satisfacer la demanda interna y externa.

Al mejorar la productividad y calidad del pallar en Ica, se puede fortalecer la economía local, generando empleo y aumentando los ingresos de los agricultores, se contribuye a la seguridad alimentaria en la región y el país, asegurando un suministro constante de este importante alimento. El estudio puede proporcionar nuevas estrategias y tecnologías que pueden ser aplicadas a otros cultivos, promoviendo la innovación en la agricultura peruana.

En este mundo globalizado la tecnología, la ciencia, el desarrollo y otros aspectos modernos, son empleados por diferentes técnicos, empresas, asociaciones u otras entidades. Dentro del grupo de leguminosas, el cultivo de pallar destaca por su elevado aporte nutricional, siendo una fuente importante de carbohidratos y proteínas vegetales. Su composición incluye minerales esenciales como el hierro —con un contenido de 6.70 mg por cada 100 g, superior al de la lenteja grande (4.80 mg en igual cantidad)— y vitaminas como la niacina (B3) y la vitamina C, que contribuyen significativamente al valor alimenticio del grano. En este mundo globalizado la tecnología, la ciencia, el desarrollo y otros aspectos modernos, son empleados por diferentes técnicos, empresas, asociaciones u otras entidades. [17]

En el aspecto agrícola el empleo de los biofertilizantes, es importante por su acción al incrementar la microbiota del suelo, favoreciendo una mayor producción de los cultivos y los biofertilizantes, son productos combinados por microorganismos, especialmente por hongos y bacterias, que consienten el acrecentamiento de la cantidad de nutrimentos para la planta y optimizando la calidad del suelo.

Los biofertilizantes bacterianos y fúngicos incentivan el aumento radicular, lo que permite incrementar la absorción de nutrientes del suelo por las plantas.

En el aspecto agrícola el empleo de los bioestimulantes, es importante para la mejora de la productividad de los cultivos y entre estos los biofertilizantes, que son productos

combinados por microorganismos, especialmente por hongos y bacterias, que consienten el aumento de la cantidad de nutrientes para la planta y mejorando la calidad del suelo.

Al ser los biofertilizantes principalmente diseñados con hongos y bacterias, los cuales son productos con uno o más microorganismos beneficiosos, estos contribuyen a optimizar la disposición de los nutrientes para las plantas. Los biofertilizantes ofrecen diversos beneficios, como reducir los costos de producción, proteger el entorno ambiental y aumentar la diversidad y la fertilidad de los suelos. [4].

Risco. [18]. Señalo que, el ENIS 2024 se enfoca en generar datos estadísticos sobre la superficie dedicada a los cultivos transitorios para las campañas agrícola, señalando que, en la región de Ica, se previó sembrar 3,155 hectáreas de pallar, representando un aumento del 17.9% al compararlo con las campañas agrícolas anteriores. Este incremento se atribuye a la emisión de seis certificados de agricultura familiar en Ica, lo que permite a los agricultores participar en las licitaciones estatales de alimentos de acuerdo con la ley 31071. Las estimaciones señalan que, en la provincia de Ica, se plantearon instalar 2,847 hectáreas de pallar, mientras que en Nasca se estima una siembra de 116 hectáreas, 49 hectáreas menos que en la campaña agrícola anterior.

Este aumento de las áreas de instalación de este cultivo permitirá que los agricultores puedan hacer uso de los biofertilizantes y de este modo, a través de su aplicación, hacer posible aumentar el rendimiento de los cultivos, es por esta razón que el empleo y uso de estos productos aplicados en diferentes dosis y en los momentos oportunos favorecerán el éxito de una buena producción en el cultivo de pallar, sobre todo del cultivar Sol de Ica, ICA 450-3-71, tomando el ejemplo de la Asociación de Agricultores de Ica, la cual en su Fundo “San Camilo”, ubicado en el distrito de Parcona, se dedica a la siembra de semillero de esta importante leguminosa.

1.4 Delimitación del problema

a) Delimitación geográfica

La investigación se llevó a cabo en el Fundo agrícola “San Camilo”, situado en el distrito de Parcona, perteneciente a la provincia y región Ica.

b) Delimitación temporal

El estudio se desarrolló entre abril y agosto del año 2022, intervalo que abarca tanto la etapa vegetativa como la fase de cosecha del cultivo, lo cual proporciona las condiciones para la evaluación de las variables planteadas, como la calidad de los granos y rendimiento por hectárea del pallar.

c) Delimitación social

El enfoque principal de la investigación estará dirigido a los productores de pallar, sobre todo los establecidos en los distritos de Santiago y Ocucaje, los resultados de la

investigación y el uso de la tecnología, como son los biofertilizantes optimizara y corrigiera el manejo de la fertilización inorgánica aplicada al cultivo, lo que permitirá optimizar los procesos productivos, generando beneficios significativos para los demás agricultores dedicados al pallar en la región de Ica, optimizando la difusión de las técnicas realizadas con respecto a la fertilización inorgánica, complementada con los Biofertilizantes.

d) Delimitación conceptual

El pallar (*Phaseolus lunatus* L.) es una leguminosa de grano que destaca por su alto valor nutricional, particularmente por su elevado contenido proteico y agradable sabor, atributos que consolidan su posición en los mercados nacional e internacional.

Parte del sabor distintivo de esta especie se relaciona con la presencia de linamarina, un glucósido que puede transformarse en ácido cianhídrico mediante hidrólisis, lo cual ha motivado regulaciones específicas en la legislación alimentaria de los Estados Unidos de América, supervisándose el contenido de linamarina, por lo cual el ingreso del pallar, por su bajo contenido hace que su consumo no afecte al cuerpo humano.

El pallar constituye un componente habitual en la alimentación de los habitantes de la región Ica, debido a su relevancia nutricional y cultural dentro de las prácticas alimenticias locales., consumiéndose en vaina verde o en grano seco. Por lo indicado la importancia de ensayar con los biofertilizantes que incrementen el calibre de los granos, comparándose con el testigo cuyas aplicaciones fueron realizadas por la Asociación de Agricultores del Fundo “San Camilo”, como elemento base para el desarrollo del análisis económico comparativo.

1.4 Hipótesis de investigación

a) Hipótesis General

La aplicación al suelo y foliar uC micro carbono y de biofertilizantes en diferentes dosis en el cultivo de pallar, Cultivar Sol de Ica 450-3-71, incrementa la producción y calidad por la acción positiva que ocasionará en la fisiología de la planta.

b) Hipótesis específica

- El uso de uC micro carbono y biofertilizantes, optimizaran los eventos fisiológicos e incrementan la productividad.
- El uso del uC micro carbono y biofertilizantes aumenta la rentabilidad del pallar.

1.5 Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

Efecto en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar Sol de Ica 450-3-71, a la aplicación al suelo y foliar de uC micro carbono y los biofertilizantes en diferentes dosis, comparándola con el testigo.

b) Objetivo específico

- Comprobar la mejor dosis de uC micro carbono y biofertilizantes, aplicados al suelo y área foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas en el cultivo de pallar, Cultivar Sol de Ica 450-3-71.
- Efectuar un análisis económico de los tratamientos en estudio, que permita establecer la rentabilidad.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

Identificación de las Variables

a) Variable independiente (“Causa” X1)

- Biofertilizantes y Uc Carbono (X1).

Indicadores

- Dosis.
- 01 uC micro carbono y 02 biofertilizantes.

b) Variable dependiente (“Efecto” Y1)

- Desarrollo, aumento de la producción y calidad (Y1)

Indicadores:

- kg/ha. del cultivo de pallar.
- Mejor calidad de vaina y el grano de pallar.

c) Variable interviniente.

Pueden existir variables intervinientes que modifiquen o condicionen la relación entre la variable independiente y la dependiente, como:

Variedad

Se distinguen dos componentes determinantes: el fisiológico, que comprende atributos como el tamaño, número y calidad de los elementos estructurales, junto con su viabilidad y vigor; y el genético, responsable de definir la respuesta adaptativa de las plantas y su comportamiento frente a agentes patógenos, ya sea en términos de resistencia o susceptibilidad.

Problemas fitosanitarios

Pueden desencadenar desequilibrios de tipo biótico en los cultivos, generando disfunciones fisiológicas en las plantas. Estos factores pueden actuar como variables intervinientes, influyendo en la relación entre la variable independiente (tratamiento aplicado) y la dependiente (respuesta agronómica observada).

Clima

Las condiciones climáticas inciden significativamente en el desarrollo de los cultivos. Temperaturas moderadamente cálidas favorecen procesos como el brotamiento, la emergencia y el crecimiento inicial de las plantas. Sin embargo,

cuando las temperaturas superan ciertos umbrales críticos, pueden comprometer la calidad fisiológica de los granos, afectando su integridad, tamaño y características comerciales.

Sequia

La escasez de agua o la ausencia de riego tiene un impacto negativo sobre el cultivo de pallar, especialmente cuando se presenta en forma restringida o moderada. Esta condición puede inducir una floración anticipada, lo cual altera el ciclo fisiológico del cultivo y conlleva una reducción en los rendimientos, particularmente si la deficiencia hídrica coincide con el período crítico de formación de vainas y llenado de grano.

Interacción suelo–fertilizante

Si bien la investigación contempla aplicaciones tanto al suelo como foliares, es importante considerar que propiedades edáficas como la textura, el nivel de acidez (pH) y la capacidad del suelo para retener y liberar nutrientes ejerce una influencia decisiva sobre el desarrollo y productividad de los cultivos, ya que regula la disponibilidad de elementos esenciales en las distintas etapas fenológicas e influyen directamente en la eficiencia de absorción de los biofertilizantes y del microcarbono. Estas características del suelo pueden potenciar o restringir el impacto de los tratamientos aplicados, modulando así la respuesta del cultivo frente a la variable independiente.

Ubicación del campo experimental



Fig. N° 1: Campo del cultivo de Pallas, donde se realizó el ensayo

Coordenadas: Google Earth Pro

14° 04'20.62'' S 14°04'19.51'' S

75° 42'44.13'' O 75°42'44.56'' O

Elevación: 402 m

Distrito: Parcona 11000

Ubicación: Antigua Panamericana Sur, Fundo San Camilo

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Instrumentos de recolección de datos

En el ensayo se planteó recolectar información de las tesis desarrolladas sobre el tema propuesto, las investigaciones realizadas, información del internet e informes de las instituciones del estado como SENASA, el Ministerio de Agricultura y Riego, entre otras, anotándose las observaciones generales del experimento, como condiciones climáticas, estado del cultivo, incidencias de plagas, etc. También se tomó fotografías del experimento en diferentes etapas para documentar el desarrollo del cultivo. Se realizó consulta a docentes investigadores y asesores de las empresas y agricultores líderes, debido a que el cultivo de pallar, es sembrado por los pequeños y medianos agricultores, es decir por la agricultura familiar de la región Ica.

De igual manera se consultó a expertos y los asesores de la zona, conocedoras del tema de investigación por ser el pallar un cultivo de importancia para la subsistencia de los pobladores rurales de la región Ica y porque se está perdiendo parte de las variedades que había antes, así como su baja productividad.

Se utilizaron los siguientes materiales directos:

- ✓ Lampa
- ✓ Calculadora
- ✓ Computadora personal
- ✓ Balanza
- ✓ Material de Escritorio
- ✓ Estacas y etiquetas.
- ✓ Wincha y cordel
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Uso de fichas Técnicas de los Productos
- ✓ Información secundaria.
- ✓ Datos sobre las aplicaciones realizadas
- ✓ Variables a estimar.

Las particularidades importantes a valorarse en el presente ensayo son, producción por Ha. y calidad del grano.

2.1.1 Importancia del cultivo de Pallar

El cultivo del pallar para el valle de Ica es de gran importancia, económica sobre todo para los pequeños agricultores y para la seguridad alimentaria en general. Este cultivo destaca por su contribución significativa en el ámbito alimentario, siendo un componente importante en la dieta prehispánica de las culturas Paracas, Nasca y

Moche, así como lo es en la actualidad, sobre todo en las zonas rurales. Es una fuente significativa de carbohidratos, proteínas vegetales, hierro, vitaminas B3 y C, y fibra soluble, beneficiosa para la salud digestiva, el colesterol y los niveles de glucosa. Se puede consumir de diversas formas, incluyendo guisos, ensaladas, purés y postres. [19].

2.2 Técnicas de recolección de datos

2.2.1 Metodología de la aplicación de los tratamientos

Durante el ensayo experimental, se recopiló de manera sistemática toda la información relacionada con el desarrollo de las actividades investigativas, considerando cada etapa de crecimiento del cultivo de pallar. El proceso de observación cumplió un rol clave para la detección de posibles factores limitantes en el rendimiento y evolución del cultivar Sol de Ica (Ica 450-3-71). Como soporte metodológico, se empleó una libreta de campo para registrar hallazgos relevantes, complementándose con material fotográfico que documentó visualmente las fases de crecimiento de la planta. Tomándose nota de todas las labores que se realizó en el Fundo “San Camilo”, así como de las aplicaciones de los biofertilizantes y uC micro carbono en las dosis al suelo y foliarmente según los métodos en estudio, observando después sus características biométricas del cultivo de pallar, su productividad en cada una de las unidades experimentales, las cuales se tomaron en cuenta según cronograma establecido.

La estrategia metodológica adoptada para la aplicación de los tratamientos contempló la evaluación de siete (7) tratamientos experimentales, cada uno diferenciado por las dosis y los productos utilizados, según lo establecido en el diseño del estudio y que se indican en la técnica de recolección.

Las plantas se sembraron a 0.90 m entre surcos y a 0.40 m, entre plantas, con 15 plantas por cada surco, para después cosecharse 20 plantas de los dos surcos central.

Las aplicaciones se realizaron cuanto se tuvo 15 días de la emergencia, antes de la floración y al llenado de vainas, es decir tres aplicaciones por cada producto al suelo y foliar.

Las aplicaciones fueron vía suelo y foliar realizadas las aplicaciones cuanto se tuvo 15 días de la germinación, antes de la floración y al llenado de vainas, la aplicación de uC micro carbono se realizó cuanto se tuvo las tres hojas verdaderas, en prefloración y otra en formación de vainas. cada una respectivamente en las dosis planteadas.

2.3 Técnica de procesamiento de datos, análisis e interpretación de resultados

En el ensayo se probarán los efectos de dos biofertilizantes, los productos: Agropez con 2-4 L/ha, Proteinmax con 1-2 01 L/ha y uC micro carbono con 3-5 L/ha, aplicados al suelo y foliar, haciendo un total de siete tratamientos incluido el testigo/sin aplicación, todo ello con cuatro repeticiones, obteniéndose veintiocho (28) unidades experimentales.

El análisis estadístico aplicado contempló cada una de las variables evaluadas, empleando un diseño completamente aleatorizado que incluyó siete (7) tratamientos, entre ellos un testigo/sin intervención, y cuatro (4) repeticiones por tratamiento, sumando un total de veinte unidades experimentales. Para establecer el orden de mérito entre los tratamientos, se utilizó la Prueba de amplitudes límites significativa de “DUNCAN” con un nivel de significancia del 5 %. Asimismo, se calcularon parámetros como la varianza, la desviación estándar de los promedios y el coeficiente de variación, con el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las alternativas evaluadas.

2.3.1 Análisis de Suelo.

Este análisis permite conocer las propiedades física- mecánica y químicas, del suelo, este medio nos ayuda a tomar decisiones orientadas sobre la fertilización, el manejo del suelo, en referencia al cultivo. Para lo cual, se extrajo submuestras de suelo a partir diferentes lugares elegidos al azar y realizando un recorrido del predio en zigzag, muestreando a una profundidad de 0.00 y 0.30 cm. Estas submuestras se mezclan para integrar una muestra uniforme, de la cual se obtiene una muestra definitiva de 1.0 kg, la que se procede a remitir al Laboratorio.

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO 2022

PARAMETRO	RESULTADO	NIVEL (m)	METODO	TECNICA
Arena %	59.32	0.00 – 0.30		Bouyoucos
Limo %	20.80			Bouyoucos
Arcilla %	19.88		MES – 001	Bouyoucos
Clase Textural	Franco Arenoso		Propio del Laboratorio.	

Laboratorio del Instituto Rural Valle Grande en San Vicente de Cañete.

* **MES y MEA:** “Método Propio del Laboratorio”.

El área destinada al cultivo de pallar posee una textura franco-arenosa, según lo indicado por Sanchoyarto [20], esta clase de suelo representa una composición intermedia entre las texturas arenosas y arcillosas, caracterizándose por contener proporciones variables de arena, limo y arcilla que contribuyen a sus propiedades físicas y agronómicas. En la Tabla 1 se indica la textura franca Arenoso.

TABLA 2
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO 2022

PARAMETROS	RESULTADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	1.22	Gravimétrico	Muy bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m	2.80	Electrométrico	Ligeramente salino
pH (1/1) a Temp = 25.2°C	8.40	Electrométrico	Moderadamente básico
Fosforo Disponible ppm	7.10	Olsen	Bajo
Materia Orgánica %	0.72	Walkley y Black	Muy Bajo
Nitrógeno Total %	0.04	Kjeldahl	Muy Bajo
Potasio Disponible ppm	236.20	Acetato de Amonio	Adecuado
Cationes Cambiables			
Calcio mEq/100g	8.80	Acetato de Amonio	Bajo
Magnesio mEq/100g	2.04	Acetato de Amonio	Medio
Sodio mEq/100g	0.24	Acetato de Amonio	Muy Bajo
Potasio mEq/100g	0.52	Acetato de Amonio	Bajo
P.S.I %	2.21	Cálculo matemático	Moderadamente Salino
C.I.C. E mEq/100g	10.25	Cálculo matemático	Bajo

Laboratorio del Instituto Rural Valle Grande en San Vicente de Cañete.

* **FAAS:** Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* **MES:** Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

El análisis químico de suelo es una herramienta esencial para los cultivos, en especial el cultivo de pallar, porque permite optimizar la nutrición, prevenir problemas, optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles, incrementar tanto la productividad como los atributos de calidad del cultivo, y fomentar prácticas agronómicas que promuevan su sostenibilidad a largo plazo.

TABLA 3
ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DE RIEGO

PARAMETROS	UNIDAD	VALORES	INTERPRETACION
Conductividad Eléctrica a 25 °C.	µS/cm a 25 °C	995	Medio
pH		7.49	Ligeramente alcalina
Calcio	mg/L	148	Alto
Magnesio	mg/L	32,4	Alto
Sodio	mg/L	29,0	Medio
Potasio	mg/L	2,91	Medio
CATIONES			
Cloruro	mg/L CO ₃ H-	50	Medio
Sulfato	mg/L CO ₃ H-	243	Medio
Nitratos	mg/L CO ₃ H-	29,8	Medio
Carbonatos	mg/L CO ₃ H-	<0.02	Bajo
ANIONES			
SAR	meq/L	1.37	Bajo
Boro ppm	mg/L	0.17	Bajo

El agua de riego para el uso agrícola es analizada para determinar su calidad, la que permita que los cultivos, entre ellos el pallar, absorba los nutrientes de manera eficiente, lo que se traduce en un mejor crecimiento, mayor rendimiento y mayor calidad de las vainas y granos. El análisis químico del agua de riego es una herramienta importante para los cultivos. Al evaluar la calidad del agua, nos permite prevenir problemas, optimizar el riego, incrementar la producción y la calidad del producto y favorecer la sostenibilidad del cultivo.

2.3.2 Datos meteorológicos

Estos fueron proporcionados por el SENAMHI Ica y son de la Estación MAP – San Camilo.

Longitud: 75° 42´ 39,6" S

Latitud: 14° 4´ 24" W

Altitud: 407 msnm

Dpto.: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Parcona

TABLA 4
INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE ABRIL A AGOSTO DEL 2022

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Velocidad del viento (m/s)	Humedad relativa %
	Máxima X	Media X	Mínima X			
Abril	32.3	22.6	14.0	260.0	2.6	64.8
Mayo	29.9	19.9	10.4	251.6	2.3	70.9
Junio	26.3	17.0	8.8	201.4	2.1	77.6
Julio	25.6	16.4	9.7	217.4	2.3	78.0
Agosto	26.9	17.1	9.5	251.1	2.3	75.2

FUENTE: SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Datos meteorológicos

Durante el mes de abril, correspondiente al inicio del desarrollo vegetativo del cultivo de pallar (Sol de Ica), se registró la temperatura máxima más alta del periodo con 32.3 °C, mientras que la temperatura media fue de 22.6 °C. A lo largo del ciclo fenológico, que incluye las etapas de crecimiento, floración y fructificación, las temperaturas medias mensuales se mantuvieron dentro del rango óptimo para el desarrollo del género *Phaseolus*, el cual requiere condiciones templadas con temperaturas entre 16 °C y 27 °C. Este rango térmico, observado hasta agosto, favoreció la actividad fisiológica de las plantas, incluyendo la absorción de nutrientes y la formación de vainas.

Respecto a la humedad relativa media, el valor más alto se alcanzó en julio (78.0 %), coincidiendo con el periodo de llenado de vainas y acercándose a la cosecha. Aunque los niveles de humedad fueron elevados, no se evidenciaron impactos negativos sobre el cultivo, como la aparición de enfermedades fúngicas. El valor más bajo se presentó en abril (64.8 %), sin comprometer el desarrollo inicial del cultivo. Estos niveles de humedad, junto con una distribución adecuada de horas luz, las variedades cultivadas en la costa norte, donde la luz solar es menos intensa, producen granos más amargos debido a un mayor contenido de linamarina. Por el contrario, en la costa sur, donde la luminosidad es alta, no se presenta esta amargura. [21]. La estabilidad en la velocidad del viento, configuraron condiciones ambientales favorables para el buen desempeño del cultivo durante su ciclo productivo.

2.3.3 Preparación del terreno.

Labor organizada, previamente, en coordinación con la Gerencia, el responsable del campo y el mayordomo. El proceso comenzó con el arado del suelo en seco el 01-04-22 hasta una profundidad de 0.40 m. Después de esto, el implemento utilizado fue la

rastra, con la cual se cruzó dos veces el terreno para desterronar y aflojar el suelo, se niveló el terreno el 04-04-22. Este paso es crucial para evitar la acumulación de agua y prevenir enfermedades, así como para mejorar la eficiencia del riego por goteo. Una vez que se plancho y niveló el terreno, se procedió a instalar las cintas de riego para realizar el machaco, considerando que la semilla necesita un suelo suelto, sin malezas y con suficiente humedad para una germinación más uniforme. El riego de “machaco” con el sistema de riego por goteo duró 8 horas, con el objetivo de humedecer adecuadamente la línea de siembra. El machaco se realizó los días 05 y 06 de abril de 2022.

Estas tareas ejecutadas contribuyen a un mejor control de las malezas y a optimizar la capacidad del suelo para retener agua.

Demarcación del campo experimental

Con el terreno experimental listo, la demarcación se realizó un día antes de la siembra, empleando una cinta métrica y un cordel. Se emplearon estacas y tarjetas según lo croquis experimental.

Siembra

Una vez que se evaluó y se determinó que la humedad del suelo estaba en el nivel adecuado, se procedió con la siembra. Ica, como región, tiene la mayor producción de esta variedad, y el periodo óptimo para sembrar la variedad Sol de Ica es entre marzo y mayo, las siembras realizadas en fechas posteriores al periodo señalado suelen enfrentar condiciones menos óptimas, y los rendimientos obtenidos tienden a ser ligeramente inferiores respecto a las siembras realizadas dentro de los meses adecuados. En el ensayo, la siembra se llevó a cabo el 08 de abril de 2022.

Antes de la siembra, la semilla fue desinfectada usando el insecticida Vencethor (Acefato) y el fungicida Rhizolex (Tolclofos Metil + Thiram), a una proporción de 4 gramos por kilogramo de semilla, con el fin de prevenir la chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*) y el daño del gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*) y se utilizaron entre 40 kg de semilla por hectárea, la siembra se realizó en forma manual sembrándose una hilera de plantas por surco, con dos líneas de goteo, colocándose 3 semillas por golpe, dejando 2 plantas al desahije.

Resiembra: Se llevó a cabo a los 8 días después de la siembra (16-04-2022) con el objetivo de corregir las zonas en las cuales la germinación fue escasa o no hubo germinación debido a la poca humedad en el suelo.

Desahije: Esta tarea se realizó a los 20 días después de la siembra el 29 de abril del 2022, dejando 2 plantas por golpe para asegurar una población uniforme en todo el campo.

2.3.4 Fertilización

El pallar, al igual que todas las plantas, requiere de una serie de nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo. En el Fundo, solamente se realizó un solo abonamiento al suelo y complementado vía sistema de riego.

La variedad Sol de Ica es una variedad de pallar con un alto potencial de rendimiento, pero también con una alta demanda de nutrientes. Esto se debe a que es una variedad de crecimiento rápido y con un alto contenido de proteínas.

TABLA 5
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

Ítem	Fecha	Fertilizantes Aplicados al Suelo
1	02-05-22	Urea, Fosfato Diamónico y Sulfato de Potasio

La Dosis de fertilización usada fue de: 40 N – 60 P₂O₅ – 40 K₂O

La aplicación, se realizó a la siembra, en banda paralela a la línea de semillas, en forma puyada, abriendo un agujero de 10 cm de los golpes de siembra.

2.3.5 Cultivos y deshierbos

El manejo de las malas hierbas es crucial debido al breve ciclo vegetativo del cultivo, por lo que se debe comenzar antes de la siembra. Esta tarea se realiza para minimizar la competencia entre las malas hierbas y las plantas de cultivo.

Este proceso se inicia dos semanas posterior a la siembra y se mantiene hasta la quinta semana. Se llevaron a cabo tres deshierbos en total; el primero se realizó con una lampa el 03 de mayo de 2022. El primer cultivo se llevó a cabo el 01 de junio de 2022, y dos días después, se realizó una rectificación del cultivo. Esto implicó un segundo deshierbo manual el 03 de junio de 2022, con el objetivo de suprimir las malas hierbas que crecían entre las plantas de pallar.

Las malezas con mayor incidencia observadas en el cultivo fueron registradas según su frecuencia y fueron las siguientes:

TABLA 6
MALEZAS PRESENTES EN EL CULTIVO

Nombre científico	Nombre común
<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
<i>Setaria verticillata</i>	Pega pega
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito

2.3.6 Control fitosanitario

El cultivo de pallar de la variedad Sol de Ica presenta una alta susceptibilidad a diversas plagas y enfermedades, las cuales pueden comprometer significativamente el rendimiento productivo. Un control fitosanitario adecuado puede minimizar los niveles de merma en la producción y optimizar las características de calidad del cultivo, disminuir el uso de plaguicidas y proteger el medio ambiente.

En el Fundo, se realiza las evaluaciones de campo y el control de plagas de acuerdo a las que informa el encargado del campo. Las aplicaciones se exponen a continuación.

TABLA 7
CONTROL FITOSANITARIO

Fecha	Producto	Control
06-05-22	Campal/adherente	<i>Agrotis sp. Elasmopalpus sp.</i>
25-05-22	Campal/Vigoruz/Citoprow/adherente 20-20-20	<i>Epinotia aporema y Empoasca kraemeri</i>
11-06-22	Liberación de <i>Chrysoperla externa</i>	<i>Omiodes indicata</i>
01-07-22	Rotenona/adherente	<i>Laspeyresia leguminis</i>
20-07-22	Dithane/adherente	<i>Alternaria sp</i>

Gusano de tierra, (*Agrotis ipsilon*), las larvas o durante la etapa de germinación y emergencia, los gusanos provocan lesiones en los brotes y tallos jóvenes, afectando la viabilidad de las plántulas, cortándolas a la altura del cuello de las plantas. El gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*), las larvas se esconden debajo del suelo, dentro de capullos de seda mezclados con tierra, afectan a las plantas jóvenes cerca del cuello y desde allí comienzan su ataque, perforando o minando el tallo, lo que lleva a la muerte de la planta. Este ataque se inicia pocos días después de que las plántulas emergen. Se detectó la presencia de Mosca blanca (*Bemisia sp.*), la cual representa un agente fitopatógeno relevante en el cultivo.

2.3.7 Riegos

El Fundo tiene sistema de riego por goteo; utilizando el agua subterránea, a través del pozo tubular IHRS N.º 06, con un caudal estimado de 60 litros por segundo. Las fases críticas del desarrollo del cultivo de pallar es la germinación y emergencia de las plantas, por eso se dio un riego de machaco y de allí a adelante es importante mantener el suelo húmedo durante la germinación para asegurar la emergencia de las plántulas. En el crecimiento vegetativo, un riego adecuado es necesario para el crecimiento de la planta y la producción de hojas. La etapa de floración y fructificación, es la etapa importante, en donde el riego es esencial para la formación de frutos y el llenado de grano.

Los riegos se realizaron cada dos días a la semana, por espacio de 03 horas vía sistema de goteo.

TABLA 8
CALENDARIO DE RIEGOS

Fecha aplicación del riego	Tiempo de riego (horas/ha)	Volumen (m³/ha)	Procedencia
14-04-2022	04	430	Subterránea
20-04-2022	04	430	Subterránea
26-04-2022	04	430	Subterránea
02-05-2022	04	430	Subterránea
09-05-2022	04	430	Subterránea
16-05-2022	04	430	Subterránea
23-05-2022	04	430	Subterránea
30-05-2022	03	320	Subterránea
04-06-2022	03	320	Subterránea
10-06-2022	03	320	Subterránea
16-06-2022	03	320	Subterránea
Total, Volumen		4,290 m ³ /ha.	

El riego aplicado fue en total de 4,290 m³/ha. todo aplicado por el sistema de riego por goteo. Un riego adecuado puede aumentar el rendimiento, optimizar la calidad del producto, mejorar la eficiencia en el uso del agua y proteger el medio ambiente.

2.3.8 Analisis del agua de riego

Un riego adecuado puede optimizar el uso del agua de riego, lo cual es especialmente importante en nuestra región Ica donde el agua es escasa, pudiendo influir en la calidad del grano, en la calidad del pallar, incluyendo su sabor y textura.

La programación del riego varía en función de la textura del suelo y de las condiciones climáticas locales. El agua empleada en el cultivo de pallar es captada desde el pozo tubular IRHS – 06 y fue analizada por el laboratorio especializado AGRIQUEM.

Análisis químico del agua de riego

Conocer la composición del agua de riego nos permite; identificar posibles deficiencias o excesos de nutrientes, esto ayuda a ajustar la fertilización del cultivo para asegurar un adecuado desarrollo del cultivo de pallar. El agua con alta

concentración de sales puede afectar negativamente el crecimiento del pallar. Algunos elementos presentes en el agua de riego pueden ser tóxicos para las plantas en altas concentraciones.

Evitar el exceso de agua, puede prevenir problemas de enfermedades en el suelo. Las plantas con un apropiado suministro de agua y de nutrientes a través del fertirriego tendrán un mayor crecimiento y producción.

2.3.9 Análisis de uc Micro Carbono y Biofertilizantes

El “Micro Carbono UC” es un producto de primera calidad y funcionalidad biológica, diseñado específicamente para estimular la producción de metabolitos primarios. Su fórmula promueve y estimula el crecimiento, potenciando un desarrollo estable con una variedad de oligofructanos, todos los carbonos en la fórmula están fosforilados. Este producto puede ser utilizado en el cultivo de pallar, variedad Sol de Ica, cuando se aplica a las plantas a través de la vía foliar, estas logran una alta disponibilidad de nutrientes que pueden ser traslocados y asimilados, ingresándolos en las principales rutas metabólicas. Cuando se aplica a través del fertirriego, se incrementa la biomasa radicular y se exudan metabolitos secundarios, optimizando el efecto nutricional de los fertilizantes y compensando la disminución porcentual de unidades aplicadas, sin alterar su desarrollo. Las nanopartículas de carbono en el producto ayudan a desintoxicar las plantas en presencia de metales pesados como el Arsénico, Cadmio, Cromo, Aluminio, Plomo, Mercurio, exudándolos a través de la gutación y liberándolos a través de los hidátodos. Al mismo tiempo, los metales nutricionales como el Zinc, Cobre, Manganeseo, Cobalto y Molibdeno se vuelven biodisponibles para cumplir una función bioquímica y fisiológica. [22].

Biofertilizantes

Chávez-Díaz et.al. [23]. El desarrollo de biofertilizantes debe considerar varios aspectos clave:

Identificación y evaluación de cepas nativas eficaces: Para obtener rendimientos óptimos y sostenibles, es fundamental seleccionar cepas que optimicen la interacción entre plantas y microorganismos, y que se adapten bien a los factores ambientales, preservando al mismo tiempo los microorganismos autóctonos.

Investigación de formulaciones avanzadas: Es necesario investigar las formulaciones de los inoculantes, su duración, beneficios residuales, persistencia y cómo se adaptan al estrés.

Garantía de calidad integral: Es fundamental asegurar altos estándares de calidad durante las etapas de producción, distribución y aplicación en campo, respetando rigurosamente las normativas y disposiciones vigentes.

Articulación con prácticas agroecológicas: La implementación de biofertilizantes debe integrarse con otras estrategias agroecológicas, adaptadas a las particularidades de cada sistema de cultivo, con el fin de promover una agricultura sostenible.

Formulación de políticas y planes estratégicos: Resulta necesario establecer políticas públicas y estrategias orientadas a facilitar el acceso a biofertilizantes por parte de agricultores, centros de investigación y entidades tanto públicas como privadas.

Consolidación de redes colaborativas: Es esencial constituir redes de colaboración entre instituciones locales, organizaciones científicas y actores del sector privado para desarrollar modelos eficaces de producción de biofertilizantes, empleando microorganismos autóctonos de las regiones en que serán aplicados.

Estos esfuerzos permitirán utilizar biofertilizantes de manera eficiente, contribuyendo a una estrategia sostenible para garantizar la seguridad alimentaria.

Grageda-Cabrera et.al. [24]. Señalan que, el empleo a gran escala de biofertilizantes en la agricultura trae consigo considerables beneficios sin afectar negativamente el medio ambiente. Sin embargo, en México, esta tecnología aún no ha sido adoptada por la mayoría de los agricultores. En el corto y mediano plazo, es necesario enfocarse en la investigación y desarrollo de inoculantes de mayor calidad y menor costo. Los biofertilizantes resultan mucho más económicos que los fertilizantes químicos, representando apenas el 10% de su costo. Es fundamental crear tecnologías ajustadas a las condiciones locales, ya que la incorporación de tecnologías provenientes del extranjero ha influido de manera significativa en los desequilibrios económicos y ambientales que afectan actualmente a la agricultura mexicana. En este contexto, resulta esencial contar con el respaldo institucional a través de programas de asesoría, formación técnica y orientación especializada por parte de las autoridades competentes. Asimismo, se requiere implementar mecanismos rigurosos de control de calidad y fortalecer la articulación entre el sector industrial y la comunidad científica, con el objetivo de optimizar la elaboración y eficacia de los inoculantes empleados en los sistemas productivos.

Ojeda. [25]. En su ensayo, realizó un examen del impacto de un biofertilizante a base de frutas en el cultivo de lechuga, demostrando que proporcionó los nutrientes necesarios para que las plantas sobrevivieran durante 60 días. Las plantas se cultivaron en un sustrato inerte, y el biofertilizante fue la única fuente de nutrientes. Los análisis foliares mostraron variaciones en el contenido de nutrientes, dependiendo de factores como la dosis aplicada, las condiciones ambientales y la etapa fenológica del cultivo.

Se aplicaron tres dosis distintas de biofertilizante: 3 ml/l, 5 ml/l y 7 ml/l, se determinó que la aplicación del biofertilizante en una dosis de 7 ml/l generó un aporte nutricional superior, evidenciado en un crecimiento más vigoroso y una mayor uniformidad de las plantas en comparación con los demás tratamientos evaluados. Los efectos positivos se mantuvieron a lo largo del ciclo fenológico del cultivo, lo que sugiere su potencial como complemento eficaz de la fertilización edáfica convencional. Por tanto, los resultados obtenidos permiten validar la hipótesis planteada, al confirmarse que dicha dosis mejora significativamente la disponibilidad de nutrientes para el cultivo de lechuga.

2.3.10 Cosecha en seco

Se llevó a cabo el día 24 de agosto de 2022, cosecha en seco. Esta tarea se realizó en la madurez fisiológica del grano. Para ello, se tomó como referencia el surco central de cada parcela y se recolectaron las vainas en costales, identificando previamente cada tratamiento, llevándose al almacén donde está la era para completar el secado hasta alcanzar un 13% de humedad.

2.4.11 Sobre el cultivo de Pallar. Superficie Cultivada y Producción Anual

El valle de Ica, reconocido como el principal centro productor de pallar en el país, presentó en diciembre de 2022 una variación negativa de -0,96%, atribuida a una disminución de la actividad agrícola del -2,43%, lo cual impactó en el desempeño del sector restando 1,47 puntos porcentuales. En particular, la producción de pallar grano seco experimentó una fuerte contracción del -35,57%. Este descenso se enmarca en una reducción generalizada de la siembra de leguminosas, que cayó en un -16,63%, afectando cultivos como frijol, haba, arveja y pallar en su presentación de grano seco. INEI. [26].

Valor Económico y Contribución a la Seguridad Alimentaria

El departamento de Ica, y específicamente su variedad de pallar conocida como "Pallar de Ica", tiene particular relevancia no solo por su volumen de producción sino también por el valor nutritivo del cultivo. El cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), leguminosa originaria de la costa peruana y reconocida por su elevado contenido proteico, contribuye significativamente a la nutrición humana y al mejoramiento de la fertilidad del suelo mediante procesos simbióticos que facilitan la fijación biológica de nitrógeno. El tipo "big lima", característico de la región Ica, destaca como producto emblemático por sus atributos culinarios y su óptima adaptación a las condiciones edafo-climáticas, lo que le ha conferido una denominación de origen. No obstante, este cultivo enfrenta desafíos derivados del cambio climático, como el aumento de la temperatura, disminución del rendimiento, proliferación de plagas y elevados costos

de producción, que ponen en riesgo su sostenibilidad. Pese a su valor estratégico como recurso genético para fortalecer la seguridad alimentaria, su diversidad aún requiere caracterización detallada, por lo que es prioritario implementar acciones de conservación y análisis genético integrales. El cultivo de pallar en el valle de Ica no sólo es importante desde una perspectiva económica, por ser un pilar significativo en la agricultura local y nacional, sino también desde una óptica nutricional y de seguridad alimentaria, subrayando la necesidad de proteger y promover este cultivo. [27].

2.4 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.4.1 Tipo de investigación

Tipo experimental, Aplicada

2.4.2 Nivel de investigación

Es un estudio experimental y exploratorio, por su naturaleza de investigación donde se manipula más de 2 ó 3 variables, maniobrando efectos y conductas del cultivo de pallar en este referido caso.

2.4.3 Diseño de investigación

La investigación es Experimental (Diseño de Bloques Completamente al Azar - DBCA).

2.4.4 Tratamientos en estudio

Se empleó un diseño de bloques complementemente al Azar, estructurado en siete tratamientos; incluyendo el testigo sin aplicación, según las dosis y productos detallados en la técnica de recolección. Cada tratamiento fue replicado cuatro veces, sumando un total de 28 unidades experimentales. Para evaluar los efectos de los tratamientos, se aplicó un análisis de varianza (ANVA), desglosando las fuentes de variación y sus respectivos grados de libertad, con el fin de determinar la significancia estadística de los resultados obtenidos.

Las plantas fueron sembradas a 0.90 m entre surcos y a 0.40 m, entre plantas, con 40 plantas por cada surco, cosechándose 20 plantas de los dos surcos central.

Las aplicaciones se realizaron a los 15 días de la emergencia, antes de la floración y al llenado de vainas, es decir tres aplicaciones por cada producto al suelo y foliar.

TABLA 9
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Clave N°	Tratamientos (Producto al suelo)	Dosis /parc/21.6 m ²		
		Número aplicaciones		
	Biofertilizantes	1	2	3
1	Agropez/2 L/ha	4/cc	4/cc	4/cc
2	Agropez /4 L/ha	8/cc	8/cc	8/cc
3	Proteinmax /1 L/ha	2/cc	2/cc	2/cc
4	Proteinmax /2 L/ha	4/cc	4/cc	4/cc
5	uC micro carbono /1.5 L/ha	3/cc	3/cc	3/cc
6	uC micro carbono 2 L/ha	4/cc	4/cc	43cc
7	Testigo/ sin aplicación.	-	-	-

Nota: agua /200 l/ha.

a) Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques complementado al azar, con siete tratamientos incluido el testigo/ si aplicación y por cuatro repeticiones, haciendo un total de veintiocho (28) unidades experimentales. El análisis de variancia, con su fuente de variación y su grado de libertad, se indican en la Tabla 5.

TABLA 10
ANÁLISIS DE LA VARIANCIA (ANVA)

Fuente de Variación (F.V.)	Grado de libertad
Total	27
Repeticiones	3
Tratamientos	6
Error Exp.	18

Del campo experimental

Área experimental

Largo	29.00 m
Ancho	25.20 m
Área Total	730.80 m ²
Área Neta	604.80 m ²

Parcela:

Largo	6.00 m
Ancho	3.60 m
Área Total	21,60 m ²
Área Neta a cosechar	9.60 m ²

Surcos:

Número de plantas por surco	15
Número de surcos por parcela	4
Distanciamiento entre plantas	0.40 m
Número de surcos a cosechar	2

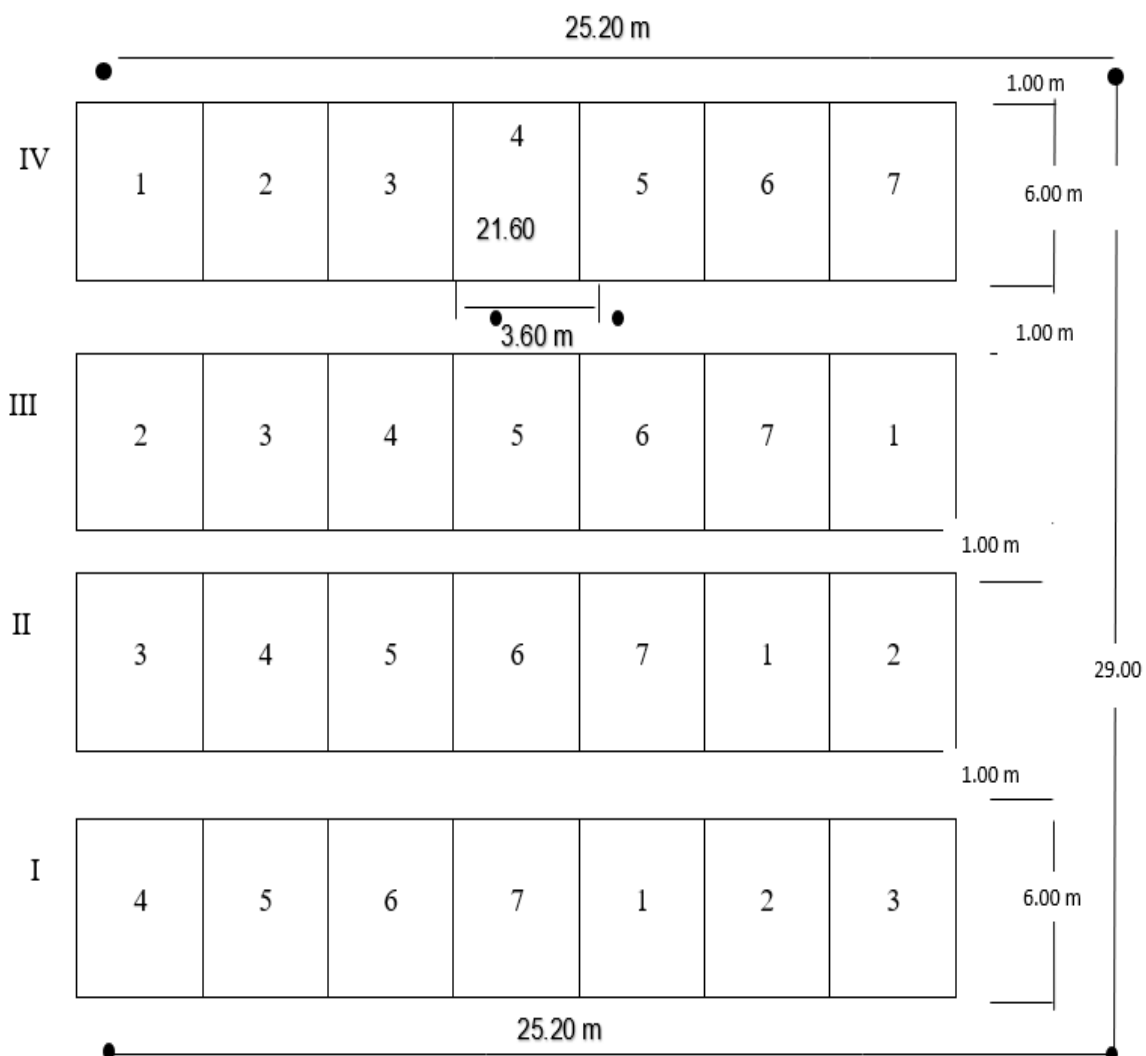
Repeticiones:

Largo	29,00 m
Ancho	6.00 m
Área por repetición	
Número de repeticiones	4

Calles:

Número de calles	5
Largo de calles	29.00 m
Ancho de calles	1.00 m

Croquis experimental



2.4.5 Características a evaluarse

Las características evaluadas en el experimento fueron:

Altura de planta (cm): Se procedió a medir 20 plantas, desde la base hasta el ápice de altura de la planta utilizando una cinta métrica.

Inicio de floración (días)

Se anota el número de días desde la siembra hasta el primer signo de floración, es decir se anota el día en que se observa la primera flor en cada planta.

Inicio de vainas (días)

Se registro el día en que se observó la primera vaina en cada planta o formación de vainas.

Longitud de vaina (cm)

Se midieron utilizando una regla, al igual que con la altura de la planta, midiéndose 20 vainas para obtener una muestra representativa de la longitud de las vainas por tratamiento.

Ancho de vainas (cm)

Se midieron utilizando una regla, al igual que con la longitud de la vaina, midiéndose 20 vainas para obtener una muestra representativa del ancho de las vainas por tratamiento.

Número de granos por vaina (unidades)

Se realizó manualmente abriendo una muestra representativa de 20 vainas y contándose el número de granos en cada una. Se cuenta el número de granos en una muestra representativa de vainas por tratamiento y esta se realizó cuando los granos estaban completamente desarrollados.

Rendimiento grano seco (kg)

Al final del desarrollo vegetativo, se procedió a cosechar las vainas de cada parcela y de todas las plantas ubicadas en las líneas centrales y se pesó la producción total. Esto nos dio el rendimiento total por plantas de los surcos centrales. Se cosecharon las vainas de las 2 hileras del surco central, eliminándose las vainas vacías o dañadas, pesándose en una balanza manual. Se pesó la cantidad de grano seco por parcela, convirtiendo el peso a kg/surco central. Se calcula el rendimiento de grano seco por parcela en kg/ha.

Análisis económico de tratamiento: El análisis de costo-beneficio determina la rentabilidad de cada tratamiento. Esto implica calcular el costo de los biofertilizantes y el Uc micro carbono, así como los costos de mano de obra. Luego, compara estos costos con cualquier aumento en el rendimiento para determinar si los tratamientos son económicamente viables. Para realizar un análisis económico, se necesitó tener en cuenta todos los costos asociados con cada tratamiento, otros costos operativos y los ingresos obtenidos de la venta de la cosecha. La diferencia entre los ingresos y los costos nos dio el ingreso neto de cada tratamiento. Compare estos costos con los rendimientos obtenidos para determinar la viabilidad económica de cada tratamiento. En este análisis se consideró tanto los costos directos como los posibles beneficios a largo plazo.

2.5 Población y muestra**2.5.1 Población de estudio**

La población en estudio son todas las plantas de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), que se encuentran en el área del ensayo,

tomándose en cuenta la población que estuvo definida en el área experimental, se tuvo una población de 2240 plantas de pallar, 7 tratamientos, 4 repeticiones y 28 unidades experimentales, estando las plantas sembradas a un distanciamiento de 0.90 m. x 0.40 2 plantas /golpe. La población por hectárea de plantas de pallar fue de 27,777 plantas.

2.5.2 Población de la muestra del estudio

La muestra, por otro lado, fue el subconjunto de población en la cual se observó y se recogieron los datos. En la investigación se utilizaron 20 plantas por unidad experimental, por los 7 tratamientos y 4 repeticiones del presente estudio estudiándose la muestra a 20 plantas / unidad de área experimental (Surco central).

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e interpretación de los resultados

Se detallan los hallazgos obtenidos en el estudio sobre el efecto de la aplicación de microcarbono y biofertilizantes en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), desarrollado en la zona media del Valle de Ica. Los resultados se estructuraron según las variables de respuesta evaluadas y se analizaron en función de la hipótesis planteada. Se interpretaron los efectos observados, se indagaron las posibles causas que los explican y se contrastaron con antecedentes bibliográficos. Finalmente, se resaltan los hallazgos más relevantes y se discuten sus implicancias en la producción regional de pallar.

3.1.1 Análisis Estadístico

Nos permitirá determinar la significancia de los resultados, cuantificar la variabilidad, realizar pruebas de hipótesis, identificar relaciones entre variables y realizar análisis multivariados. Todo esto permitirá obtener conclusiones válidas y confiables sobre el efecto del micro carbono y los biofertilizantes, Proteimax y Agropez aplicados en el cultivo de pallar.

TABLA 11

ANVA DE ALTURA DE PLANTA DEL ESTUDIO DEL 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	57.32	54.41	4.44	3.16	5.09	*
Tratamiento	6	212.49	35.42	2.89	2.66	4.01	*
Error Exp.	18	220.56	12.25	-	-	-	-
Total	27	490.37	-	-	-	-	-
S = 3.5		$S\bar{x}=1.75$		CV = 6.32%		$\bar{x}_G = 55.36$ cm	

(*) = Se encontró diferencias significativas para tratamientos.

El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la altura de planta de pallar, variedad “Sol de Ica”, tal como lo indica el valor de Fc (2.89) que supera el Ft de 0.05 (2.66), evidenciando que al menos un tratamiento tuvo efecto diferencial sobre este parámetro. Esto se confirma con el asterisco (*), señalando significancia estadística.

Asimismo, las repeticiones también muestran diferencias significativas ($F_c = 4.44 > F_t = 3.16$), lo que sugiere variabilidad entre bloques, posiblemente a las condiciones ambientales u operativas. Con un coeficiente de variación bajo ($CV = 6.32\%$), el experimento es estadísticamente confiable y presenta una media general (G) de altura de planta de 55.36 cm.

TABLA 12

PRUEBA DE DUNCAN DE ALTURA DE PLANTA (cm) DEL ESTUDIO 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Promedio altura de planta (cm)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
5	UC microcarbón / 1.5 l/ha	59.2	a	1°
1	Agropez / 2 l / ha	57.2	a	1°
3	Proteimax/ 1 l / ha	56.5	a	1°
4	Proteimax/ 2 l / ha	56.2	a	1°
2	Agropez / 4 l / ha	55.2	b	2°
6	UC microcarbón / 2 l / ha	53.5	b	2°
7	Testigo	44.9	c	3°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 13

ANVA DE INICIO DE FLORACIÓN DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	16.96	5.653	5.14	3.16	5.09	**
Tratamiento	6	33.93	5.655	5.14	2.66	4.01	**
Error Exp.	18	19.79	1.099	-	-	-	-
Total	27	70.68	-	-	-	-	-

S = 1.05

$S_{\bar{x}} = 0.52$

CV = 1.98%

$\bar{x}_G = 66.9$ días

(*) = Se encontró diferencias significativas para tratamientos.

El análisis estadístico revela diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) tanto entre las repeticiones ($F_c = 5.14 > F_t = 3.16$) como entre los tratamientos aplicados ($F_c = 5.14 > F_t = 2.66$), lo que indica que los biofertilizantes y el microcarbón influyeron en el tiempo de inicio de floración del pallar, variedad "Sol de Ica". La baja varianza residual (C.M. = 1.099) y el coeficiente de variación del 1.98% reflejan una alta precisión del experimento. La media general de días para floración fue de 66.9 días, con buena estabilidad en las mediciones ($S = 1.05$). Este resultado estadístico avala que algunos tratamientos modificaron significativamente el comportamiento fenológico del cultivo en términos de floración, lo cual podría vincularse con una mayor eficiencia fisiológica inducida por los biofertilizantes aplicados.

TABLA 14

PRUEBA DE DUNCAN DE INICIO DE FLORACIÓN (DÍAS) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD "SOL DE ICA" (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Inicio de floración (días)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
7	Testigo	65.5	a	1°
3	Proteimax/ 1 l / ha	66.0	b	2°
1	Agropez /2 l / ha	66.0	b	2°
4	Proteimax/ 2 l / ha	67.0	c	3°
6	UC microcarbón / 2l / ha	67.3	c	3°
2	Agropez /2l/ ha	67.5	c	3°
5	UC microcarbón /1.5 l/ ha	69.0	c	3°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 15

ANVA DE INICIO DE VAINAS DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD "SOL DE ICA" (450-3-71) LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	23.53	7.843	10.2	3.16	5.09	**
Tratamiento	6	29.43	4.905	6.4	2.66	4.01	**
Error Exp.	18	13.72	0.762	-	-	-	-
Total	27	66.68	-	-	-	-	-

$S = 0.87$

$S_{\bar{x}} = 0.43$

CV = 1.15%

$\bar{x}_G = 75.9$ días

(**) = Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

La tabla muestra diferencias altamente significativas en el inicio de formación de vainas del cultivo de pallar, tanto entre los tratamientos aplicados como entre las repeticiones: El valor de F_c para tratamientos (6.4) supera el F_t al 5% (2.66) y también al 1% (4.01), lo que indica que los biofertilizantes y el microcarbone afectaron de forma marcada el inicio de la etapa reproductiva del cultivo. También se observan diferencias entre repeticiones ($F_c = 10.2 > F_t = 5.09$), lo cual puede reflejar influencia de condiciones específicas del ambiente o manejo experimental. Con una desviación estándar baja ($S = 0.87$ y 0.43) y un coeficiente de variación muy bajo ($CV = 1.15\%$), se concluye que el experimento fue preciso y confiable. La media general de inicio de vainas fue 75.9 días, siendo un parámetro sensible a los tratamientos aplicados. Los tratamientos tuvieron un efecto significativo sobre el inicio de la formación de vainas, lo que podría traducirse en mejoras en el rendimiento y sincronía fenológica del cultivo.

TABLA 16
PRUEBA DUNCAN DE INICIO DE VAINAS (DÍAS) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Inicio de vainas (días)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
2	Agropez / 4 l / ha	72.8	a	1°
1	Agropez / 2 l / ha	74.0	b	2°
7	Testigo	75.5	b	2°
5	UC microcarbone /1.5 l/ha	76.3	b	2°
3	Proteimax/ 1 l / ha	76.3	b	2°
4	Proteimax/ 2 l / ha	76.5	c	3°
6	UC microcarbone / 2l / ha	77.5	c	3°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 17
ANVA DE LONGITUD DE VAINAS DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02
BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.)
VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	2.08	0.693	3.5	3.16	5.09	*
Tratamiento	6	3.16	0.526	2.7	2.66	4.01	**
Error Exp.	18	3.58	0.198	-	-	-	-
Total	27	8.82	-	-	-	-	-

S = 0.44

$S\bar{x}=0.22$

CV = 4.43%

$\bar{x}_G = 9.92$ cm

(**) = Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

El análisis estadístico revela que los tratamientos aplicados al cultivo de pallar influyeron de manera altamente significativa en la longitud de vainas, como lo indica el valor de $F_c = 2.7$ que supera el valor crítico $F_t = 2.66$ al nivel del 5%, y se confirma con el símbolo (**). También hubo diferencias significativas entre las repeticiones ($F_c = 3.5 > F_t = 3.16$), lo que podría estar asociado a variaciones ambientales o técnicas dentro de los bloques experimentales.

La confiabilidad del experimento se refleja en un coeficiente de variación bajo (CV = 4.43%), y una media general (G) de 9.92 cm, lo que indica una buena consistencia en la medición de la variable. Los resultados sugieren que el uso de microcarbono y biofertilizantes modificó de forma estadísticamente significativa la longitud de las vainas en el pallar, por lo tanto, su aplicación puede considerarse efectiva en esta variable agronómica.

TABLA 18

PRUEBA DE DUNCAN DE LONGITUD DE VAINA (cm) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Longitud de vainas (cm)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
3	Proteimax/ 1 l / ha	10.3	a	1°
2	Agropez /4 l / ha	10.3	a	1°
4	Proteimax/ 2 l / ha	10.1	a	1°
1	Agropez / 2 l / ha	9.9	b	2°
5	UC microcarbano /1.5 l/ha	9.9	b	2°
6	UC microcarbano / 2 l / ha	9.6	b	2°
7	Testigo	9.3	c	3°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 19

ANVA DE ANCHO DE VAINAS (CM) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	0.04	0.013	0.22	3.16	5.09	NS
Tratamiento	6	0.36	0.060	1.02	2.66	4.01	NS
Error Exp.	18	1.06	0.059	-	-	-	-
Total	27	1.46	-	-	-	-	-

S = 0.24

$S_{\bar{x}}=0.12$

CV = 13.11%

$\bar{x}_G = 1.83$ cm

(NS) = No se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

El análisis estadístico indica que no se encontraron diferencias significativas en el ancho de las vainas de pallar entre los tratamientos evaluados ni entre las repeticiones: El valor de *Fc* para tratamientos (1.02) está por debajo del valor crítico *Ft* al 5% (2.66), lo que implica que las aplicaciones de microcarbano y biofertilizantes no generaron variaciones estadísticamente relevantes en esta variable. La misma conclusión aplica para las repeticiones ($Fc = 0.22 < Ft = 3.16$), lo que sugiere uniformidad en las condiciones experimentales. Pese a que el coeficiente de variación ($CV = 13.11\%$) es algo elevado comparado con otras variables evaluadas, la media general registrada fue de 1.83 cm, indicando que el ancho de vainas se mantuvo estable

independientemente del tratamiento. En síntesis, el factor "tratamiento" no impactó significativamente el ancho de las vainas, por lo que este parámetro no sería un criterio diferenciador entre las estrategias evaluadas.

TABLA 20

PRUEBA DE DUNCAN DE ANCHO DE VAINA (CM) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD "SOL DE ICA" (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Ancho de vainas (cm)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
1	Agropez / 2 l / ha	1.9	a	1°
3	Proteimax/ 1 l / ha	1.9	a	1°
5	UC microcarbono /1.5 l/ha	1.9	a	1°
2	Agropez /4 l / ha	1.8	a	1°
4	Proteimax/ 2 l / ha	1.8	a	1°
6	UC microcarbono / 2 l / ha	1.8	a	1°
7	Testigo	1.6	a	1°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 21

ANVA DE NUMERO DE GRANOS POR VAINA DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD "SOL DE ICA" (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	0.0466	0.015	0.43	3.16	5.09	NS
Tratamiento	6	0.3982	0.066	1.89	2.66	4.01	NS
Error Exp.	18	0.6282	0.035	-	-	-	-
Total	27	1.0730	-	-	-	-	-

S = 0.19

$S\bar{x}=0.09$

CV = 9.74%

$\bar{x}_G = 2.04$ unid.

(NS) = No se encontró diferencias significativas.

Los resultados del análisis muestran que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de granos por vaina entre los tratamientos aplicados, ni entre las repeticiones: El valor F_c para tratamientos (1.89) fue menor al valor crítico F_t al 5% (2.66), lo que indica que las aplicaciones de microcarbono y biofertilizantes no generaron efectos diferenciadores en esta variable. Igualmente, la variación entre repeticiones fue irrelevante ($F_c = 0.43 < F_t = 3.16$), lo

que sugiere uniformidad en las condiciones del ensayo. La media general fue de 2.04 granos por vaina, con un coeficiente de variación (CV) de 9.74%, aceptable para ensayos biológicos, aunque ligeramente superior a otras variables evaluadas. En resumen, el número de granos por vaina se mantuvo estable independientemente del tratamiento utilizado, por lo que esta variable no aporta evidencia estadística de mejora atribuible a los fertilizantes aplicados.

TABLA 22

PRUEBA DE DUNCAN DE GRANOS POR VAINA (unid.) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Granos por vainas (Unid.)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
4	Proteimax/ 1 l / ha	2.19	a	1°
6	UC microcarbono / 2 l / ha	2.19	a	1°
2	Agropez / 4 l / ha	2.07	b	2°
1	Agropez / 2 l / ha	2.03	b	2°
3	Proteimax/ 2 l / ha	2.03	b	2°
5	UC microcarbono / 1.5 l/ha	1.94	c	3°
5	Testigo	1.84	d	4°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

TABLA 23

ANVA DE RENDIMIENTO GRANO SECO DE ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA DEL VALLE DE ICA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft α		Signif.
					0.05	0.01	
Repetición	3	0.0010	0.0003	0.25	3.16	5.09	NS
Tratamiento	6	0.4105	0.0684	57.00	2.66	4.01	**
Error Exp.	18	0.0210	0.0012	-	-	-	-
Total	27	0.4325	-	-	-	-	-

S = 0.03

$S\bar{x}=0.02$

CV = 2.40%

$\bar{x}_G = 1.2504$ kg.

(**) = Se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos.

Los resultados muestran que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados en el rendimiento de grano seco de pallar, variedad “Sol de Ica”: El valor de Fc para

tratamientos (57.00) supera ampliamente los valores críticos Ft al 5% (2.66) y al 1% (4.01), lo que indica un efecto claro y significativo de los biofertilizantes y el microcarbón sobre el rendimiento. En contraste, las repeticiones no presentan diferencias significativas ($F_c = 0.25 < F_t = 3.16$), lo que sugiere buena uniformidad en la aplicación del experimento. El bajo coeficiente de variación ($CV = 2.40\%$) y la desviación estándar ($S = 0.03$) demuestran que los datos son consistentes y confiables. La media general de rendimiento fue de 1.2504 kg por tratamiento, destacando que ciertos biofertilizantes generaron mejoras importantes en la productividad. Los tratamientos evaluados influyeron significativamente en el rendimiento del cultivo, siendo este parámetro uno de los más sensibles y relevantes para validar la eficiencia agronómica de las formulaciones aplicadas.

TABLA 24

PRUEBA DE “DUNCAN” DE RENDIMIENTO DE GRANO SECO (KG/PARCELA) DEL ESTUDIO DE 01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) VARIEDAD “SOL DE ICA” (450-3-71) EN LA PARTE MEDIA VALLE DE ICA.

Clave	Tratamientos Biofertilizantes al suelo	Rendimiento de grano seco (kg/parcela)	DUNCAN (α 0.05)	O.M.
1	Agropez / 2 l / ha	2,681	a	1°
2	Agropez / 4 l / ha	2,569	a	1°
5	UC microcarbón / 1.5 l/ha	2,306	b	2°
6	UC microcarbón / 2 l / ha	2,255	b	2°
3	Proteimax/ 1 l / ha	2,231	b	2°
4	Proteimax/ 2 l / ha	2,181	b	2°
7	Testigo	1,972	c	3°

Nota: No hay diferencias significativas entre letras iguales.

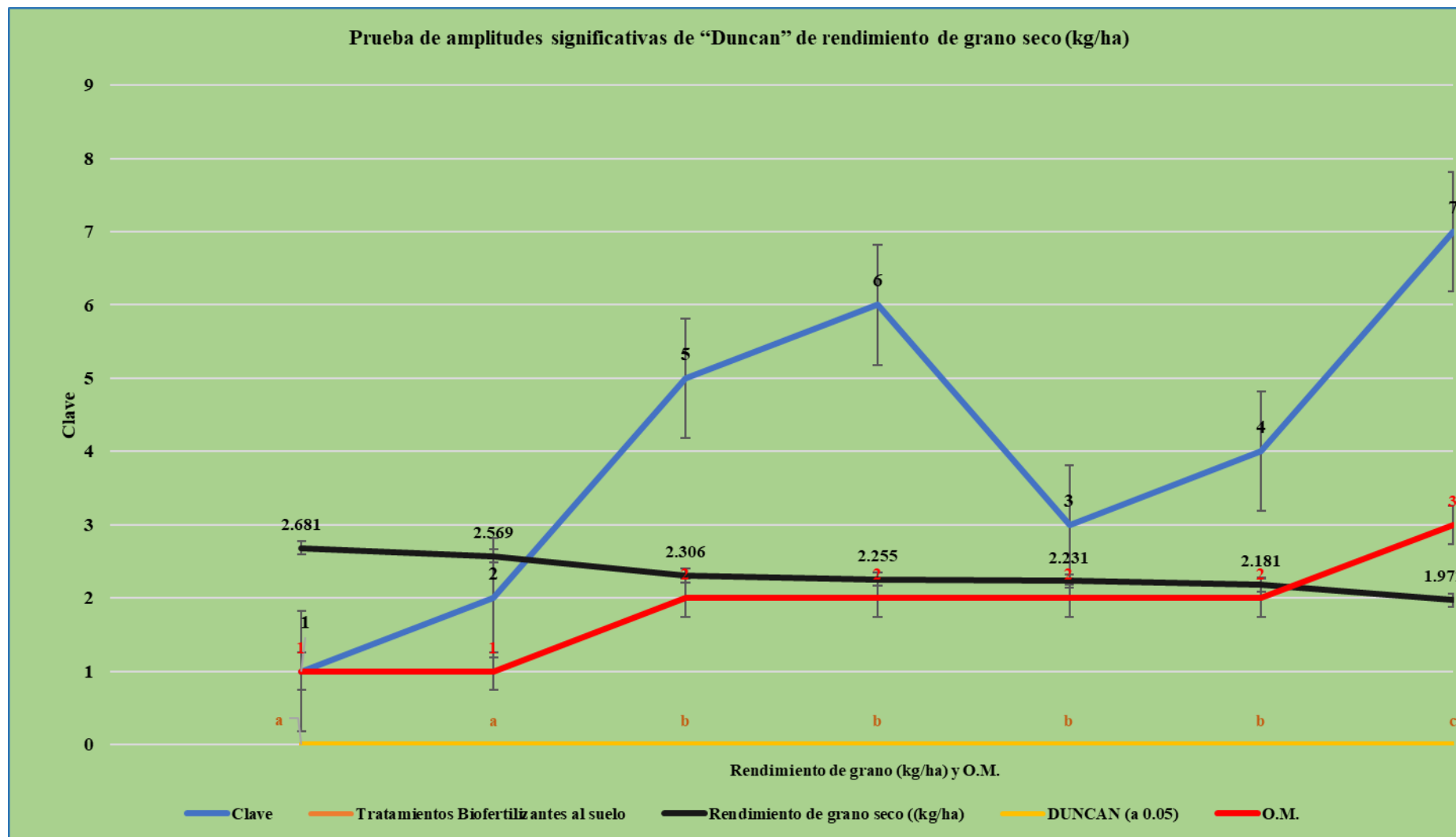


Figura N° 2: Rendimiento de grano seco del cultivo Pallar (kg/ha).

TABLA 25
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS APLICACIONES DE LOS PRODUCTOS EN ESTUDIO DE
01 UC MICROCARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE PALLAR,
VARIEDAD “SOL DE ICA” (ICA -450-3-71) PARTE MEDIA DE ICA.

Clave	Tratamientos (Productos)	Valor total (S/.)	Costo Variable (S/.)	Costo Fijo (S/.)	Costo Total CV + CF	Ingreso Neto VT-CT	Retorno CT/IN B/C
1	Agropez / 2 L/ ha	21,448	240	6,000	6,240	15,208	0.41
2	Agropez /4 L/ ha	20,552	360	6,000	6,360	14,192	0.45
3	UC microcarbono /1.5 L/ha	18,448	233	6,000	6,233	12,215	0.51
4	UC microcarbono /2 L/ ha	18,040	270	6,000	6,270	11,770	0.53
5	Proteimax/ 1 L/ ha	17,848	200	6,000	6,200	11,648	0.53
6	Proteimax/ 2 L/ ha	17,448	270	6,000	6,270	11,178	0.56
7	Testigo	0.000	.-	6,000	6,000	0.000	0.00

Nota: Precios de Productos.

Precio pallar grano seco S/. 8.00

Agropez / litro S/. 20

Proteimax / litro S/. 25

UC microcarbono /1.5 L/ha

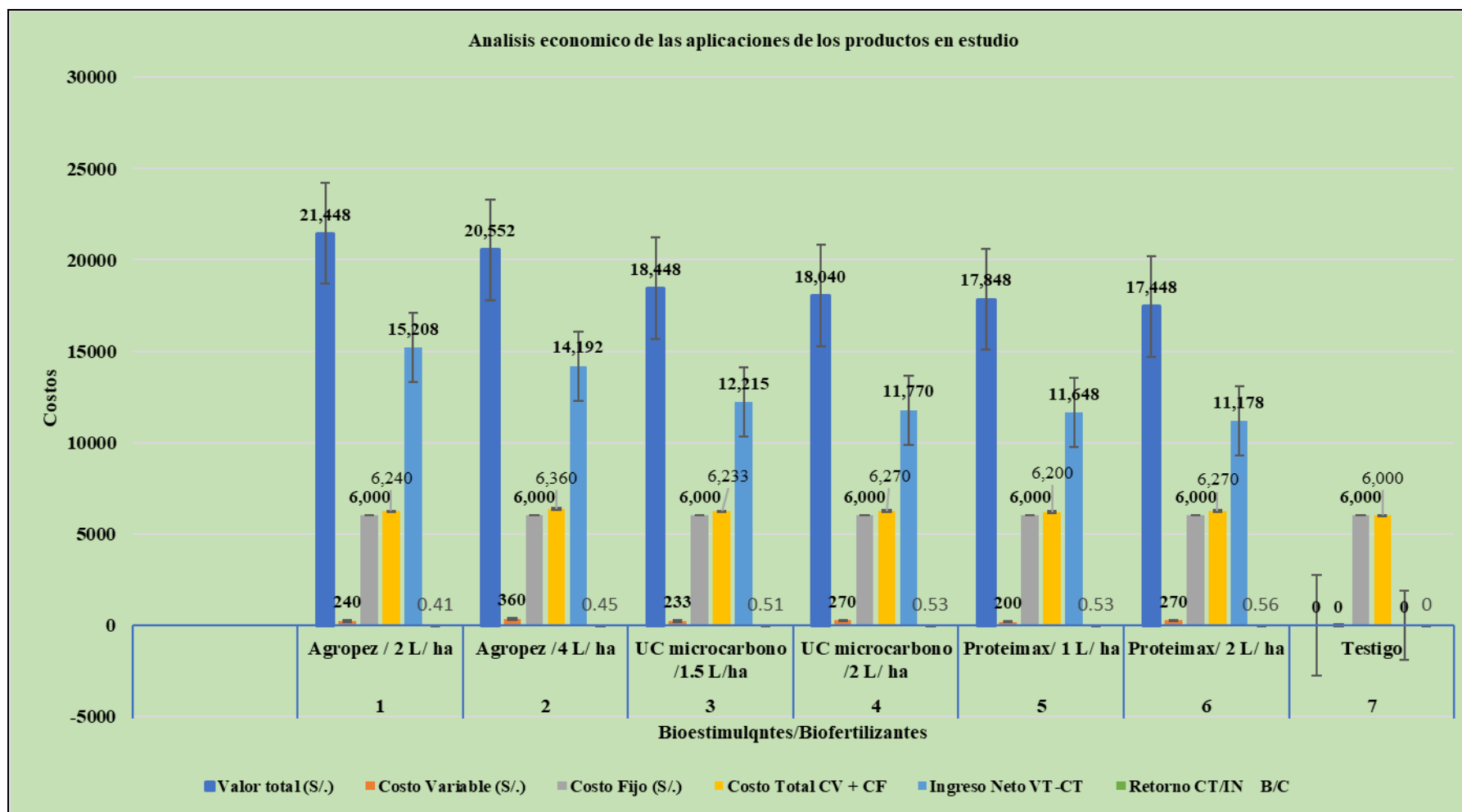


Figura N° 3: Análisis económico de las aplicaciones de los productos en estudio

IV. DISCUSION

4.1 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de microcarbono y biofertilizantes en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), variedad Sol de Ica, permiten evaluar su impacto sobre las variables agronómicas clave. A través del análisis estadístico y la interpretación comparativa con estudios previos, se contrastan los efectos observados con la hipótesis planteada, permitiendo identificar tendencias significativas, posibles causas y su implicancia técnica en la producción sostenible del pallar en la zona media del Valle de Ica.

El pallar (*Phaseolus lunatus*) es un cultivo alimenticio e importante económicamente para los pequeños agricultores, según BendeZú y Valenzuela. [28]. Evaluaron el efecto de asociar pallar semi-precoz guiador con maíz amiláceo como tutor vivo en un huerto casero del Cercado de Ica, bajo un diseño factorial $2M \times 3T$ y bloques completamente al azar. Los resultados mostraron que esta asociación incrementó significativamente el número de vainas, el rendimiento de grano, la biomasa seca y las mazorcas por golpe, sin variar el peso de 100 granos. El análisis económico reveló que el sistema con tres tutores de maíz obtuvo el mayor beneficio/costo (S/. 2.34), superando al monocultivo. Se recomienda promover esta diversidad en huertos familiares para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos.

En el año 2022, las exportaciones peruanas de pallares alcanzaron los 9,885,388 kilos, generando ingresos por US\$ 16,356,578, lo que refleja un crecimiento moderado en relación con los 8,912,516 kilos exportados en 2021, valorizados en US\$ 14,182,450. De acuerdo con información de Agrodata, Estados Unidos fue el principal destino de estos envíos, concentrando el 51 % del valor total exportado (US\$ 8,347,757), seguido por Japón con US\$ 2,303,611. Durante los primeros cinco meses de 2023, también se evidenció una ligera expansión en el comercio de pallares, registrando 5,867,502 kilos exportados por US\$ 10,551,909, en comparación con los 4,961,235 kilos exportados en el mismo periodo de 2022 por US\$ 7,927,107. [29].

La agricultura convencional, al hacer uso prolongado e intensivo de insumos químicos en la fertilización ha repercutido negativamente en la calidad del suelo y ha contribuido al deterioro ambiental, por lo que existe una necesidad de encontrar alternativas más sostenibles para la producción agrícola. Se planeo el estudio de 01 uc Micro Carbono y 02 Biofertilizantes aplicados en el cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Variedad Sol de Ica (Ica 450-3-71), como alternativas a los fertilizantes químicos en el cultivo de pallar. Los resultados de la tesis sugieren que estos productos pueden aumentar el rendimiento, la calidad y la rentabilidad del cultivo de pallar, sin tener un impacto negativo en el medio ambiente. El análisis estadístico respaldó los resultados del experimento, cumpliendo con el objetivo de la investigación que se estableció en el diseño metodológico del estudio. Un

referente en siembra de pallar es el distrito de Ocucaje, donde la mayor parte de agricultores se dedican a la siembra asociada de Pallar con Algodonero, por ello es pertinente señalar la investigación de Torres y Díaz. [3]. Indican que, Ocucaje era un pueblo reputado por su producción de pallar: alcanzaba rendimientos que oscilaban entre 20 y 25 sacos por hectárea. Sin embargo, en la última campaña agrícola se evidenció una drástica caída en la producción, reduciéndose a apenas 5 sacos por hectárea. Esta merma no solo afectó el volumen de cosecha, sino también la calidad comercial del grano, limitando su acceso a mercados de exportación y obligando a los agricultores locales a comercializar su producto a precios significativamente bajos.

Este estudio se basa en un enfoque explicativo, por lo que el procedimiento estadístico proporciona un análisis descriptivo de las variables, cuantificándolas mediante un proceso inferencial. Las conclusiones se derivan de las propuestas y antecedentes disponibles, los cuales se recopilaban de diversas fuentes bibliográficas.

4.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo

El perfil edáfico analizado presenta una textura franco arenosa, conformada principalmente por arena (60 %), seguida de limo (30 %) y una proporción menor de arcilla (10 %). Esta composición indica un suelo con partículas predominantemente gruesas, pero con suficiente contenido de limo y arcilla para conferirle cierta cohesión estructural. La textura relativamente suelta, atribuida a la elevada presencia de arena, favorece una buena aireación y drenaje, condiciones que lo convierten en un terreno de alta aptitud agrícola.

Análisis químico del suelo

El análisis químico del suelo de 0.00 a 0.30 cm. (Tabla 2) tiene un contenido de Carbonato de Calcio Total de 1.22% siendo este muy bajo, una Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m de 2.80 dS/m considerada como una reacción ligeramente salina, presenta un pH de 8.40 considerado moderadamente básico.

El contenido de fósforo disponible es de 7.10 ppm considerado como bajo, con un contenido muy bajo de materia orgánica de un valor de 0.72% y también el Nitrógeno Total muestra un contenido bajo con 0.04%, el contenido de potasio disponible es adecuado con 236.20 ppm.

En cuanto a los Cationes Cambiables, el calcio es bajo con 8.80 mEq/100g, el magnesio se encontró en 2.04 mEq/100g, considerado medio, en cuanto al sodio mEq/100g este tenía un valor de 0.24 considerado muy bajo. En relación al Potasio es de 0.52 mEq/100g considerado bajo.

En relación al contenido de porcentaje de Sodio intercambiable; P.S.I se encontró en 2.21%, considerado como un suelo moderadamente salino.

El suelo evaluado presentó una C.I.C. de 10.25 mEq/100 g, valor considerado bajo en comparación con los rangos óptimos para suelos agrícolas altamente fértiles, este indicador refleja la limitada capacidad del suelo para adsorber, retener e intercambiar nutrientes.

Según el análisis realizado al agua destinada al riego, se identificó una conductividad eléctrica de 995 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor clasificado como moderado, acompañado de un pH de 7.49, lo que indica una ligera alcalinidad. En cuanto a los cationes presentes, se registraron concentraciones elevadas de calcio (148 mg/L) y magnesio (32.4 mg/L). Por su parte, el sodio mostró un nivel intermedio (29.0 mg/L), al igual que el potasio, cuya concentración fue de 2.91 mg/L.

Respecto a los aniones, se observó que cloruros, sulfatos y nitratos presentan valores medios, con concentraciones de 50 mg/L, 243 mg/L y 29.8 mg/L respectivamente. El carbonato, en cambio, se detectó en cantidades mínimas (< 0.02 mg/L), siendo considerado bajo.

La Relación de Absorción de Sodio (SAR) fue de 1.37, lo que se califica como baja, al igual que el contenido de boro (0.17 ppm). Estos parámetros indican que el agua utilizada no representa una amenaza significativa para la disponibilidad de nutrientes en el suelo, por lo que su uso es compatible con el desarrollo del cultivo de pallar.

4.1.2 Información meteorológica - mensual

En la fase de siembra (abril-mayo), las temperaturas medias se mantuvieron dentro del rango ideal para germinación y establecimiento. La radiación solar fue alta y adecuada; sin embargo, abril presentó humedad ligeramente inferior al rango óptimo.

En la fase de crecimiento y floración (junio-agosto), las temperaturas descendieron suavemente, pero se mantuvieron dentro del umbral fisiológico del cultivo. La humedad relativa fue elevada, lo que favorece el desarrollo vegetativo y la actividad microbiana simbiótica, especialmente en presencia de biofertilizantes. Las horas de sol permanecieron dentro del rango necesario para fotosíntesis eficiente.

La ausencia de heladas y temperaturas críticas, no se reportaron en los datos solicitados, sin las temperaturas mínimas comprometidas que pudieran causar daños por helada. Tampoco se identificaron picos extremos que generen caída floral o malformación de grano.

Las condiciones climáticas registradas durante el ensayo fueron en su mayoría compatibles con los requerimientos fisiológicos del pallar variedad Sol de Ica, favoreciendo la actividad de los biofertilizantes y microcarbono. Esta estabilidad térmica y humedad sostenida refuerza la validez de los resultados obtenidos,

permitiendo atribuir los efectos productivos principalmente a las prácticas agronómicas evaluadas.

4.1.3 Análisis Estadístico

El análisis estadístico es una herramienta esencial para la investigación científica, ya que permite describir datos, realizar inferencias, tomar decisiones, validar resultados y comunicar los hallazgos de manera efectiva. Además de las razones generales mencionadas anteriormente, el análisis estadístico también es importante en el contexto específico de la tesis sobre el cultivo de pallar: Nos permite comparar el rendimiento, la calidad y la rentabilidad del cultivo con y sin la aplicación de Micro Carbono y Biofertilizantes. Se determina si las diferencias observadas son realmente significativas, permite identificar las variables que tienen mayor influencia en el crecimiento y desarrollo del pallar. En general, el análisis estadístico juega un papel primordial en la tesis, ya que permite fortalecer la validez de los resultados y las conclusiones.

Ejecutadas las variables en estudio y los análisis estadísticos en gabinete, se dan los resultados siguientes:

En las tablas 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23 se presentan los análisis de variancia (ANOVA) de las características altura de planta, inicio de floración, inicio de vainas, longitud de vaina, ancho de vaina, número de granos por vaina y rendimiento de grano seco, así como también el análisis económico (Tabla 25) todos ellos debidamente evaluados del presente experimento en estudio. Se observan significación estadística para altura de planta (cm), inicio de floración (días), inicio de vainas (días), longitud de vaina (cm) y rendimiento de grano seco (kg/há). En cambio, no se encontraron diferencias significativas para ancho de vaina (cm) y granos por vaina. Asimismo, se presenta los coeficientes de variación (C.V.) que van de 1.15 a 13.11 por ciento que son valores excelentes para este de experimento de la investigación.

Además, presentamos al final de las Tablas de los ANOVAS algunas medidas estadísticas de las muestras evaluadas como son: Variancia Simple (S), desviación estándar ($S\bar{x}$), su promedio general ($\bar{x}_G$) y el coeficiente de variación (C.V.), que nos van a dar el orden de mérito correspondiente. También nos dicen los errores que cometemos los agrónomos investigadores en las diferentes labores de campo que realizamos a diario.

Pero en la tabla 20, de la prueba de DUNCAN para ancho de vaina, no se encontró diferencias significativas, obteniéndose resultados que van de 1.9 a 1.6 cm de ancho de vaina. En cambio, en las Tablas 11, 13, 15, 17, 21, 23, para altura de planta, inicio de floración, inicio de vainas, longitud de vaina, granos por vaina y rendimiento grano seco, si se registraron diferencias significativas, destacando para altura de planta los

tratamientos de las claves: 5 (uC. Microcarbono / 1.5 L/ha), 1 (Agropez /2 L/ha), 3 (Proteimax / 1 L/ ha) y 4 (Proteimax /2 L/ ha), con resultados de 59.2, 57.2, 56.5 y 56.2 cm de altura de planta, respectivamente. También para inicio de floración destacan los tratamientos de las claves: 5 (uC microcarbono / 1.5 L/ ha), 2 (Agropez / 4 L/ ha), 6 (uC Microcarbono / 2 L/ha) y 4 (Proteimax / 2 L/ ha), con resultados de 69.0, 67.5, 67.3, 67.0 días, respectivamente. De igual manera para inicio de vainas, sobresalen los tratamientos de las claves: 6 (UC Microcarbono / 2 L/ ha) y 4 (Proteimax 2 L/ ha), con resultados de 77.5 y 76.5 días de inicio de vainas. Además, para longitud de vaina destacan los tratamientos de las claves: 3 (Proteimax / 1 L/ha) y 2 (Agropez /4 L/ha) y 4 (Proteimax / 2 L/ha), con resultados de 10.3, 10.3 y 10.1 cm de longitud. También para granos por vaina registran los tratamientos de las claves: 4 (Proteimax / 2 L /ha) y 6 (UC Microcarbono / 2 L/ha), con resultados de 2.19 y 2.19 granos por vaina. Por último, la característica rendimiento grano seco (kg/ha) sobresalen las claves: 1 (Agropez / 2 L/ ha) y 2 (Agropez / 4 L/ha) con resultados de 2,681 y 2,569 kg/ha de grano seco de pallar.

Podemos indicar que los productos aplicados al suelo, tuvieron efectos en la variedad “Sol de Ica” (Ica-450-3-71), produciendo plantas sanas, con vigor y con granos de mejor calidad.

En cuanto al análisis económico, se puede apreciar que en la Tabla 25, los tratamientos de las claves: 1 y 2 (Agropez 2 L/ha y Agropez 4 L/ha, fueron los que rindieron los mejores beneficios económicos, con resultados de 15,208 y 14,192 soles de ingresos netos por hectárea. Agropez / 2 L / ha y Agropez /4 L / ha tuvieron los rendimientos más altos con 2.681 kg/ha y 2.569 kg/ha respectivamente, y no hubo una diferencia significativa entre ellos (ambos tienen la letra “a”). UC microcarbono /1.5 L/ha, UC microcarbono / 2 L / ha, Proteimax/ 1 L / ha, y Proteimax/ 2 L / ha tuvieron rendimientos más bajos que los tratamientos de Agropez, pero no hubo una diferencia significativa entre ellos (todos tienen la letra “b”). El tratamiento de control (Testigo) tuvo el rendimiento más bajo con 1.972 kg/ha y fue significativamente diferente de todos los demás tratamientos (tiene la letra “c”).

Por lo tanto, los tratamientos con Agropez resultaron en los rendimientos más altos, seguidos por los tratamientos con UC microcarbono y Proteimax, y finalmente el tratamiento de control. En cuanto al testigo su valor costo es cero, porque sus granos de pallar fueron deformes, partidos y de mala calidad, no siendo aptos para su comercialización como producto de primera o segunda.

Hipótesis general

Según la hipótesis general planteada, al evaluar las características agronómicas influenciadas por el bioestimulante uC Micro Carbono y los 02 Biofertilizantes, Proteimax y Agropez, se aprecia la mejora de la productividad, y el efecto positivo en la calidad de los granos. Los resultados del estudio apoyan la hipótesis general de que la aplicación de uC micro carbono y biofertilizantes en diferentes dosis puede incrementar la producción del Cultivar Sol de Ica 450-3-71 por la acción positiva que ocasiona en la fisiología de la planta.

Los productos a base de microcarbono (uC) y biofertilizantes han demostrado inducir respuestas fisiológicas favorables en las plantas, reflejadas en un incremento del crecimiento vegetativo, una mejora en el desempeño fenológico y una optimización del rendimiento del cultivo.

Señalamos, algunas investigaciones relacionadas con el ensayo a modo de referencia y comparación, la investigación de Espinoza. [30]. Señala que las variedades de pallar, la variedad “Criolla” de grano blanco y grande es la más comúnmente sembrada en la región de Ica, sin embargo, se han estado utilizando cultivares mejorados durante más de 40 años, como “Generoso de Ica” y “Señor de Luren”, “Sol de Ica” e “Iqueño Precoz INIA”. Estos últimos tienen un ciclo más corto y producen granos blancos de tamaño mediano. El pallar se establece principalmente entre los meses de febrero y abril, periodo que favorece el desarrollo de granos de alta calidad. A nivel regional, los rendimientos promedio oscilan entre 1200 y 1500 kg ha⁻¹ de grano seco; sin embargo, en el departamento de Ica se registran valores superiores, entre 2500 y 2800 kg ha⁻¹, destacando aún más la zona de Nasca, donde se alcanzan máximos de hasta 3500 kg ha⁻¹. En cuanto al valor comercial, el precio mínimo reportado ha sido de S/. 5.00 por kilogramo de grano seco. Es importante realizar estudios a largo plazo para evaluar el impacto del uso de uC micro carbono y los biofertilizantes en la sostenibilidad del cultivo de pallar. Por lo tanto, podemos aceptar la hipótesis general. Sin embargo, es importante recordar que estos resultados son específicos para este estudio y pueden variar en otros contextos o condiciones.

Zeña. [31]. Llevó a cabo una investigación en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la parte baja del valle Chancay-Lambayeque, con el objetivo de evaluar el efecto de distintas fuentes de fertilización sobre el rendimiento del cultivo. Dada la importancia nutricional y el valor organoléptico del pallar, así como las condiciones agroecológicas óptimas en la Costa peruana, el estudio se centró en fertilizantes inorgánicos, proteicos y biofertilizantes. En el diseño experimental, se aplicaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. El tratamiento 1 (sin fertilización) se empleó como testigo. Los

tratamientos fueron evaluados bajo un diseño completamente aleatorizado. El análisis estadístico incluyó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre medias. Resultados destacados, el tratamiento 3 (Biofertilizante: 1 tableta por 46 kg de semilla) obtuvo el mayor rendimiento de grano con 11,437.50 kg ha⁻¹, superando significativamente al tratamiento testigo, que alcanzó 4,208.82 kg ha⁻¹. Estos resultados evidencian el efecto positivo del biofertilizante en los factores agronómicos que influyen en el rendimiento, posiblemente asociados a una mayor disponibilidad de nutrientes y estimulación de la microbiota benéfica en la rizósfera. Implicancia agronómica, el uso de biofertilizantes como alternativa sustentable a la fertilización convencional demuestra un alto potencial para incrementar el rendimiento del cultivo de pallar en condiciones edáficas y climáticas similares a las del valle Chancay-Lambayeque. El estudio sugiere que la aplicación de biofertilizantes puede incrementar significativamente la productividad del cultivo de pallar. Por lo tanto, se requiere más ensayos para ratificar o rectificar estos resultados y explorar otras posibles intervenciones para mejorar la rentabilidad económica de las variedades de pallar.

Hipótesis específica

El uso de uC micro carbono y biofertilizantes, optimizaran los eventos fisiológicos e incrementan la productividad, así mismo, el uso del uC micro carbono y biofertilizantes aumenta la rentabilidad del pallar. Los resultados del estudio apoyan la hipótesis específica de que el uso de uC micro carbono y biofertilizantes optimiza los eventos fisiológicos del cultivo de pallar. Los productos uC micro carbono y biofertilizantes, Proteimax y Agropez, tienen un efecto positivo en la fisiología de la planta, lo que se traduce en un mayor crecimiento vegetativo, una mejor fenología y un mayor rendimiento del cultivo.

En el desarrollo del ensayo y al aplicar el análisis estadístico se aprecia una mayor altura de planta, los tratamientos con uC micro carbono (claves 5 y 6) y biofertilizantes (claves 1, 3 y 4) mostraron un aumento significativo en la altura de la planta. Para el inicio de floración y vainas, los tratamientos con uC micro carbono (clave 5) y biofertilizantes (claves 2, 4 y 6) adelantaron el inicio de la floración y la formación de vainas. En cuanto a la mayor longitud de vaina, los tratamientos con biofertilizantes (claves 2, 3 y 4) aumentaron la longitud de la vaina. Y con respecto al mayor número de granos por vaina, los tratamientos con uC micro carbono (clave 6) y biofertilizantes (clave 4) aumentaron el número de granos por vaina.

Los resultados del estudio apoyan la hipótesis específica de que el uso de uC micro carbono y biofertilizantes incrementa la productividad del cultivo de pallar.

Los tratamientos con biofertilizantes (claves 1 y 2) mostraron un mayor rendimiento de grano seco. El análisis económico indica que el uso de uC micro carbono y biofertilizantes puede ser rentable en el cultivo de pallar.

Los resultados del estudio apoyan parcialmente la hipótesis específica de que el uso de uC micro carbono y biofertilizantes al optimiza los eventos fisiológicos e incrementar la productividad y la rentabilidad del cultivo de pallar y el uso de uC micro carbono y biofertilizantes puede ser una alternativa rentable para los agricultores de pallar.

Señalamos la investigación de Condeña y Flores. [32]. Los autores señalan que, en el estudio realizado, examinaron el impacto de la aplicación foliar de ácido fúlvico y transportadores de glúcidos en la producción y otras características del cultivo de pallar. Utilizan un diseño de Bloque Completamente Aleatorizado en Factorial 3x3 (3 dosis de ácido fúlvico x 3 dosis de transportadores de glúcidos) más un testigo y 5 repeticiones, sumando un total de 50 unidades experimentales.

Observaron que el número de vainas por planta era mayor con 6 L/ha de ácido fúlvico (27.52 vainas/planta) y también con 6 L/ha de transportadores de glúcidos (27.71 vainas/planta). El peso promedio de 100 granos secos fue mayor con 6 L/ha de ácido fúlvico (134.81 g) y con 6 L/ha de transportadores de glúcidos (134.87 g).

El rendimiento total de pallar seco por hectárea fue mayor con 6 L/ha de ácido fúlvico (2,393 kg/ha) y con 6 L/ha de transportadores de glúcidos (2,406 kg/ha). Las combinaciones de ácido fúlvico y transportadores de glúcidos superaron al testigo (2,106 kg/ha). La combinación más efectiva fue Kelpway fúlvico 6.0 L/ha + Movaxion 6.0 L/ha (2,348 kg/ha).

El tratamiento más rentable fue Kelpway fúlvico 6.0 L/ha + Movaxion 6.0 L/ha, con una relación beneficio costo de S/ 0.85 de rentabilidad por cada S/ 1 invertido.

Por lo tanto, la aplicación foliar de ácido fúlvico y transportadores de glúcidos puede mejorar la producción y otras características del cultivo de pallar. La dosis de 6 L/ha de ambos productos resultó ser la más efectiva. La combinación de Kelpway fúlvico 6.0 L/ha + Movaxion 6.0 L/ha resultó ser la más rentable.

V. CONCLUSIONES

El estudio evaluó el efecto del uC Microcarbón y dos biofertilizantes sobre el rendimiento y desarrollo del cultivo de *Phaseolus lunatus* L., a partir de los tratamientos aplicados y el análisis estadístico correspondiente, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- 5.1 Las evaluaciones estadísticas reflejaron una alta confiabilidad del experimento, con coeficientes de variación entre 1.15% y 13.11%, valores dentro de los rangos aceptables estadísticamente para estos ensayos agronómicos, lo que respalda la validez de los resultados obtenidos.
- 5.2 En la prueba de “DUNCAN”, para el parámetro ancho de vaina, no se observaron diferencias estadísticas significativas, registrándose valores entre 1.6 y 1.9 cm, lo que sugiere que esta característica no fue afectada por los tratamientos aplicados.
- 5.3 Se registraron diferencias significativas en seis variables agronómicas clave, respondiendo al objetivo de comprobar el efecto de las dosis de biofertilizantes y microcarbón sobre la biometría del cultivo: Altura de planta: Destacaron UC Microcarbón (1.5 L/ha), Agropez (2 L/ha), Proteimax (1 y 2 L/ha). Inicio de floración: Con mejores resultados en UC Microcarbón (1.5 y 2 L/ha), Agropez (4 L/ha) y Proteimax (2 L/ha). Inicio de vainas: Los tratamientos con UC Microcarbón (2 L/ha) y Proteimax (2 L/ha) mostraron adelantos significativos. Longitud de vaina: Se observaron mejores respuestas en Proteimax (1 y 2 L/ha) y Agropez (4 L/ha). Granos por vaina: Sobresalieron Proteimax (2 L/ha) y UC Microcarbón (2 L/ha). Rendimiento de grano seco: Agropez (2 y 4 L/ha) fueron los tratamientos más eficientes, cumpliendo con el objetivo general.
- 5.4 En cuanto al análisis económico, el tratamiento con Agropez aplicado al suelo en dosis de 2 y 4 L/ha demostró ser el más rentable, generando ingresos netos de S/ 15,208 y S/ 14,192 por hectárea, respectivamente, cumpliendo con el segundo objetivo específico sobre rentabilidad.
- 5.5 La aplicación conjunta de biofertilizantes y UC microcarbón, en distintas dosis y vías de aplicación (suelo y foliar), demostró efectos diferenciados sobre variables fenológicas y productivas del cultivo de pajarito, lo que valida la eficacia del diseño experimental utilizado. Estos resultados permiten identificar estrategias de manejo sostenible que podrían ser replicables en contextos agroecológicos similares, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y respetuosas con el ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Repetir el presente experimento bajo condiciones similares, con el fin de validar o ajustar los resultados obtenidos, reforzando la consistencia estadística y la fiabilidad agronómica del ensayo.
- 6.2 Realizar futuras investigaciones en otras épocas de siembra, incorporando variables como la presión de plagas, enfermedades y nematodos, para identificar su posible incidencia en el rendimiento del cultivar “Sol de Ica” y establecer protocolos de manejo integrado más precisos.
- 6.3 Mientras no se tengan más evidencias de ensayos con estos productos, se recomienda promover el uso de productos específicos como Agropez (2 L/ha), Proteimax (1 L/ha) y UC Microcarbono (2 L/ha), en función de su desempeño agronómico y económico demostrado, con el propósito de optimizar la producción del cultivo de pallar en contextos similares.
- 6.4 Desarrollar estudios complementarios en diversas condiciones agroclimáticas y edafológicas, incluyendo ensayos de largo plazo que permitan evaluar el impacto de la aplicación de UC microcarbono y biofertilizantes en la sostenibilidad del sistema productivo y en la resiliencia del cultivo frente al cambio climático.
- 6.5 Difundir, a través de plataformas técnicas y educativas, el cultivo de pallar precoz erecto como una alternativa económica viable para pequeños productores de la Región Ica, destacando su capacidad de adaptación, rendimiento competitivo y potencial en sistemas de agricultura sostenible.
- 6.6 Integrar evaluaciones fisiológicas y microbiológicas en futuras investigaciones, como el seguimiento del establecimiento y eficacia de las cepas rizobacterianas en el sistema radicular, así como su interacción con los componentes del suelo y su influencia en el ciclo de nutrientes, lo cual permitiría profundizar en los mecanismos bioactivos responsables del desempeño agronómico observado.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. INDECOPI. Resolución N° 020525-2007/DSD-INDECOPI | Otorgamiento de la denominación de origen PALLAR DE ICA. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI. Dirección de Signos Distintivos. 2007. URI <http://hdl.handle.net/11724/4520>
2. A. Díaz, V. Perea y I. Maguiña. “Pallar de Ica” – Perú. INDECOPI. 2010. <https://docplayer.es/20849754-Pallar-de-ica-peru-angela-diaz-consultora-veronica-perea-isabel-maguina-indecopi.html>
3. F. Torres y C. Díaz. La empresa que absorbió al pueblo del pallar. Ojo-Publico.com 2018. <https://ojo-publico.com/especiales/acuatenientes/la-empresa-que-absorbio-al-pueblo-delpallar.html>
4. Intagri S.C. s/f. Los Biofertilizantes en la Agricultura. Agricultura Orgánica. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
5. M. Carrillo. Ventajas de los biofertilizantes aplicados a los cultivos de berries. Blueberries Consulting. 2021. <https://blueberriesconsulting.com/ventajas-de-los-biofertilizantes-aplicados-a-los-cultivos-de-berries/>
6. H. Falla-Urrutia; A. Solórzano-Acosta y R. Yaipén-Sirlopú. Efecto estimulante del producto micro carbono sobre el crecimiento de follaje en el cultivo de espárrago variedad UC 157. Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación. Ecofertilizing SAC. 2021.
7. M. Angelino. “Interacción entre *Bradyrhizobium sp.* y Micorrizas Vesículo Arbusculares en los Parámetros Biométricos y el Contenido de Clorofila del Pallar (*Phaseolus lunatus* L.) Cultigrupo Sieva Cv. UNALM-2". Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima-Perú 2006.
8. J. Antezana. “Respuesta en el rendimiento y contenido de nitrógeno de *Phaseolus lunatus* L. precoz, a la coinoculación con rizobacterias en Subtanjalla – Ica” Para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Facultad de Agronomía. Ica - Perú – 2023.
9. R. Chipana y L. Contreras. “Efecto de la aplicación foliar de tres dosis de un compensador energético y tres dosis de extracto de algas marinas en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar Ica 450-3-71, en la zona media del Valle de Ica”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Facultad de Agronomía. Ica 2019.

10. J. Chávez. “Efecto de tres bioestimulantes (Ryz up, Prolamina y Aminofol) y tres dosis de aplicación, en el rendimiento en grano seco de frijol variedad Sumac Puka (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cajamarca”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía. 2018.
11. F. Bizzozero. Tecnologías apropiadas. Biofertilizantes Nutriendo cultivos sanos. CEUTA - Centro Uruguayo de Tecnologías Apropiadas noviembre de 2006. https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf
12. D. Castellanos, J. Rincón y H. Arguello. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. Scielo. Rev.colomb.cienc.hortic. vol.9 no.1 Bogotá Jan./June 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3747> <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3747>
13. L. Alvarado, E. Graillet, M. Martínez, J. Fernández y R. Arieta. El uso de biofertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción 2017. Agropecuaria. Universidad Veracruzana. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 5(2) ISSN: 2007-6940 Vol. 5 N° 2 julio diciembre 2017.
14. D. Jazmín-Marín. Impacto del Uso de Biofertilizantes a Base de Residuos Orgánicos en los Suelos. Conciencia Tecnológica, núm. 58, 2019. Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México. Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94461547008>.
15. E. Gonzales. Evaluación de un biofertilizante (Azotobacter y Rhizobium) para tarwi y frijol caupí como alternativa ambiental a la fertilización nitrogenada. Tesis Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias Ambientales con mención en Gestión y Control de la Contaminación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad del Perú. Decana de América Dirección General de Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica Unidad de Posgrado. Lima, Perú. 2019.
16. A. Aguilar. 04-01-2025. El pallar conquista mercados globales: el alimento peruano brilla en Estados Unidos y España. Infobae. [On Line]. Disponible en: <https://www.infobae.com/peru/2025/01/04/el-pallar-conquista-mercados-globales-el-alimento-peruano-brilla-en-estados-unidosyespana/#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1les%20son%20los%20beneficios%20de%20buen%20funcionamiento%20del%20organismo.>

17. Gobierno Peruano. 11-10-2016. Ica: Minsa recomienda el consumo de menestras para mejorar la alimentación. Ministerio de Salud [On Line]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/14707-minsa-recomienda-el-consumo-de-menestras-para-mejorar-la-alimentacion>
18. J. Risco. 28-06-2024. Pallar, ají páprika y frijol, los productos agrícolas con mayor intención de siembra. Diario El Pueblo. [On Line]. Disponible en: <https://diarioelpueblo.com.pe/2024/06/28/pallar-aji-paprika-y-frijol-los-productos-agricolas-con-mayor-intencion-de-siembra/>
19. E. Rodríguez, J. Gutiérrez, E. Mauricio, F. Zavaleta, V. Arellano & A. Fernández. *Phaseolus lunatus* L. (Fabaceae) “PALLAR” un pequeño gigante empleado en la alimentación desde épocas pre-hispánicas. Sagasteguiana Enero – Junio, 2023. [On Line]. Disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/5611-Texto%20del%20art%C3%ADculo-21176-1-10-20231103.pdf>
20. R. Sanchoyarto. Texturas del Suelo en el Viñedo. [On Line]. Disponible en: <https://www.aprenderdevino.es/suelos-textura/>
21. J. Vásquez. El cultivo de Pallar. Instituto Nacional de Investigacion Agraria. Dirección General de Investigacion Agraria. Serie RI N° 2-97 Manual. Lima, Perú. 1997. [On Line] Disponible en: https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/588/1/Cultivo_del_pallar.pdf
22. R. Yaipén. Micro Carbono. [On Line] Disponible en: <https://raulyaipen.com/producto/microcarbono/#:~:text=%CE%BC%20CARBONO%2C%20es%20un%20producto,diversidad%20de%20oligofructanos%2C%20todos%20los>
23. Chávez-Díaz, L. Zelaya, C. Cruz, E. Rojas, S. Ruíz y S. de los Santos. Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas volumen 11 número 6 14 de agosto - 27 de septiembre, 2020. [On Line] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n6/2007-0934-remexca-11-06-1423.pdf>
24. O. Grageda-Cabrera; A. Díaz-Franco; J. Peña-Cabriales; J. Vera-Nuñez. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 6, noviembre-diciembre, 2012, pp. 1261-1274. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Estado de México, México. [On Line] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123222015>
25. L. Ojeda. “Evaluación del biofertilizante foliar a base de frutas (Ferti Fruit) en la asimilación de nutrientes en la lechuga (*Lactuca Sativa* L.)”. Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero

- Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera: Ingeniería Agronómica. Cevallos – Ecuador 2017.
26. INEI. Producción Nacional Julio 2022. Informe Técnico. N° 9 Setiembre 2022. [On Line] Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-produccion-nacional-jul-2022.pdf>
 27. L. Espinoza de Arenas. Situación actual del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en el Perú: potencialidades y riesgos. Siembra. vol.9, suppl.3 2022. [On line]. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S247788502022000300008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2477-8850.
 28. M. Bendezú y I. Valenzuela. Potencial Productivo del Pallar (*Phaseolus lunatus* L.) Semi Precoz Guiador Asociado con Maíz (*Zea mays* L.) Amiláceo y utilizado como Tutor vivo en Huerto Familiar del Cercado de Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Facultad de Agronomía. Ica – Perú. 2019.
 29. Agraria.pe. 08-02-2023. Perú exportó pallares por US\$ 16 millones durante 2022. Exportaciones Pallares. Agrodata. [On line]. Disponible en: [https://agraria.pe/tag/pallares#:~:text=Cifra%20revela%20moderado%20incremento%20frente,por%20US\\$%207.927.107](https://agraria.pe/tag/pallares#:~:text=Cifra%20revela%20moderado%20incremento%20frente,por%20US$%207.927.107).
 30. L. Espinoza. "Caracterización Morfológica, Molecular y capacidad simbiótica con sus rizobios nativos de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la Costa del Perú". Tesis para optar el Grado de Doctoris Philosophiae en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Lima – Perú. 2023
 31. A. Zeña. “Efecto de la fertilización con fertilizantes inorgánicos, proteicos y biofertilizantes, sobre los parámetros agronómicos del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) tipo americano en la parte baja del valle chancay Lambayeque”. Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Facultad de Agronomía. Lambayeque – Perú 2018.
 32. Y. Condeña y E. Flores. “Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de transportadores de glúcidos en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar Ica 450-3-71, en la zona baja del valle de Ica”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica. Facultad de Agronomía. Ica – Perú 2019.

VIII. ANEXOS

8.1 Matriz de consistencia

8.2 Instrumentos de recolección de información

8.3 Otros

8.4 Fotos del Proceso

8.1 Matriz de consistencia

PROBLEMA General	OBJETIVOS General	HIPOTESIS General	VARIABLES Independiente	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Qué efecto tendrá la aplicación de 01 uC micro carbono y 02 biofertilizantes en diferentes dosis, para mejorar la producción y calidad del cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), cultivar Sol de Ica (Ica 450-3-71)?	Cuál será el efecto y respuesta del cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), cultivar Sol de Ica 450-3-71, a la aplicación al suelo y foliar de uC micro carbono y los biofertilizantes en diferentes dosis, comparándola con el testigo.	La aplicación al suelo y foliar uC micro carbono y de biofertilizantes en diferentes dosis en el cultivo de pallar, Cultivar Sol de Ica 450-3-71, incrementará la producción por la acción positiva que ocasionará en la fisiología de la planta.	Aplicación de biofertilizantes y Uc Carbono (X1).)	Proteimax, U carbono y Agropez Dosis de aplicación	- Mochilas manual - Equipo de protección personal - Tractor
Específico	Específico	Específico	Dependiente		
¿De qué manera el uC micro carbono y los 02 biofertilizantes, pueden mejorar la producción y otras características biométricas del cultivo de pallar, cultivar Sol de Ica 450-3-71? ¿En cuánto se incrementará la rentabilidad del cultivo?	-Comprobar la mejor dosis de uC micro carbono y biofertilizantes, aplicados al suelo y área foliar, con respecto a la producción y otras características biométricas en el cultivo de pallar, Cultivar Sol de Ica 450-3-71. -Efectuar un análisis económico de los tratamientos en estudio, que permita establecer la rentabilidad.	-El uso de uC micro carbono y biofertilizantes, optimizaran los eventos fisiológicos e incrementaran la productividad. -El uso del uC micro carbono y biofertilizantes aumentaran la rentabilidad del pallar.	Desarrollo e incremento de la producción (Y1)- Análisis económico.	- Kg/ha.	- Balanza - Calculadora

8.2 Instrumentos de recolección de información

Teniendo en cuenta observaciones, evaluaciones y otros parámetros predictivos estos se realizaron de acuerdo a los resultados que nos proporcione el empleo de biofertilizantes y uC micro carbono, en la dosis que se han planificado.

Se tomo en cuenta el análisis de suelo, la interpretación del mismo, así como los resultados de la estación meteorológica en cuanto al clima y los días de las actividades cronológicas del año 2022. Tambien se obtuvo información precisa y confiable de diferentes fuentes, como la observación directa, registrándose las características del crecimiento del pallar (altura, desarrollo de vainas, etc.) en diferentes momentos del ciclo del cultivo.

Se documento visualmente los cambios en el cultivo a lo largo del estudio.

Se consulto a especialistas y los técnicos sobre el uso de uC micro carbono y biofertilizantes, las dosis utilizadas, los resultados obtenidos y la percepción de los agricultores sobre estos productos.

Así mismo se consultó publicaciones científicas, sobre el uso de uC micro carbono y los biofertilizantes Proteimax y Agropez, información sobre las recomendaciones de uso y los resultados de ensayos realizados en otros cultivos. Al combinar diferentes instrumentos de recolección de información, se obtuvo una visión completa y precisa del impacto de la aplicación de uC micro carbono y los biofertilizantes en el cultivo de pallar, garantizando la confiabilidad y validez de los datos recolectados.

Operacionalización de las Variables

a) Definición conceptual de las variables

VARIABLES	CORRELACIONAR	INDICADORES
Variable Independiente	- Bioestimulante y - uC micro carbono	Cantidad Frecuencia de aplicación.
Variable Dependiente	- Incremento de la producción.	Producción y cantidad de Vainas por planta. Kilogramos /Has. Calidad del grano

FUENTE: Elaboración propia

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S
 Latitud : 14° 4' 24" W
 Altitud : 407 msnm

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	32.8	32.6	32.9	32.3	29.9	26.3	25.6	26.9	26.9	29.1	30.5	31.6
2023	32.7	33.6	33.3	32.7	27.6	25.6	25.5	26.3	28.4	31.8	31.4	32.4

Parámetro : Temperatura Media Mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	26.0	25.3	S/D	22.6	19.9	17.0	16.4	17.1	17.3	19.0	21.3	S/D
2023	25.5	26.7	26.2	25.0	20.7	19.3	18.8	19.4	20.9	23.9	23.9	25.2

S/D = Sin Datos

Parámetro : Temperatura Mínima Mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	17.0	16.4	17.1	14.0	10.4	8.8	9.7	9.5	9.5	10.0	12.4	16.2
2023	17.8	19.9	19.2	16.7	13.6	11.8	11.7	12.1	12.9	15.0	14.8	16.4

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	60.3	63.1		64.8	70.9	77.6	78.0	75.2	74.5	71.1	68.5	S/D
2023	S/D	65.1	65.5	70.1	77.2	76.6	77.4	75.0	72.5	67.4	66.9	65.2

S/D = Sin Datos

Parámetro: Horas de sol total mensual (HS)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	246	157.5	191.6	260	251.6	201.4	217.4	251.1	218.9	270.7	252	216.3
2023	208.6	129.7	159	234.9	192.6	178.3	205.1	196	238	253.8	246.7	243.6

Parámetro : Velocidad media mensual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2022	2.4	2.4	2.4	2.6	2.3	2.1	2.3	2.3	2.5	2.4	2.1	2.2
2023	2.1	1.9	2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	2.2	2.1	1.9	1.9

Información preparada para: CHAU FIGUEROA, ALONSO ALEJANDRO

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

"ESTUDIO 01 UC MICRO CARBONO Y 02 BIOFERTILIZANTES APLICADOS EN CULTIVO DE PALLAR
 (phasedus lunatus L.) VARIEDAD SOL DE ICA (ICA 450-3-71) PARTE MEDIA DEL VALLE DE
 ICA,2022".

Ica, 10 de junio del 2025
 Parque Industrial MZ A lote 3-ica
 Telef. 056-228902
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

8.3 Otros

Biofertilizantes

Un biofertilizante está hecho a base de una bacteria o un hongo que le permite a la planta adquirir nutrientes para mejorar su desempeño. El Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Autónoma de México - UNAM, explica que estos microorganismos son extraídos del suelo, producidos en masa y posteriormente se regresan al mismo suelo.

Estos productos proporcionan nutrimentos a la planta, en especial nitrógeno y fósforo. bacterias que se utilizan para este fin se conocen como fijadoras de nitrógeno, ya que son microorganismos que toman el nitrógeno atmosférico, lo transforman en nitrógeno orgánico y se lo entregan a la planta.

Con los biofertilizantes, regresas al suelo microorganismos que estaban ahí, pero en menor cantidad, estos vuelven a reestructurar el suelo y mejorar el desarrollo de las plantas.

Experiencia en biofertilizantes

Uno de los microorganismos que más ha sido utilizado como biofertilizante y se comercializa en el mundo es Azospirillum brasilense. Es un microorganismo de vida libre, es decir, no se asocia a ninguna planta, pero convive con todas, por lo que puede entregarle nitrógeno a la mayoría de las plantas.

A partir del 2010, se han iniciado trabajos con Rhizobium etli, que es un microorganismo que se asocia principalmente con frijol y que funciona a partir de la formación de nódulos en su raíz.

Estos hongos se asocian a la raíz y crecen como una raíz “adicional”, por lo tanto, le permiten a la planta buscar y encontrar más nutrientes.

ANEXO: 1 ALTURA DE PLANTA (cm)

Rep.	t	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I		57.8	59.2	61.3	55.2	57.6	56.6	50.4	398.1	
II		50.0	50.2	54.6	58.8	62.0	48.8	48.2	382.6	
III		59.2	55.2	50.1	52.4	56.0	50.6	50.0	373.5	
IV		51.8	55.6	60.0	58.4	61.0	58.0	51.0	395.8	
Total		228.8	220.2	226.0	224.8	236.6	214.0	199.6	1550.0	
$\bar{X}$		57.2	55.2	56.5	56.2	59.2	53.5	49.9	55.36	$\bar{X}_G$

ANEXO: 2 INICIO DE FLORACIÓN (Días)

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I	66	68	66	68	70	70	65	473	
II	65	66	64	66	68	65	65	459	
III	67	67	66	67	70	68	66	471	
IV	66	69	68	67	68	66	66	470	
Total	264	270	264	268	276	269	262	1873	
$\bar{X}$	66.0	67.5	66.0	67.0	69.0	67.3	65.5	66.9	$\bar{X}G$

ANEXO: 3 INICIO DE VAINAS (Días)

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I	72	74	76	85	76	77	75	525	
II	74	76	76	77	76	78	76	533	
III	75	76	78	78	78	80	76	541	
IV	75	75	75	76	75	75	75	526	
Total	296	301	305	306	305	310	302	2125	
$\bar{X}$	74.0	72.8	76.3	76.5	76.3	77.5	75.5	75.9	$\bar{X}G$

ANEXO: 4 LONGITUD DE VAINA (cm)

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I	10.0	11.2	11.8	10.8	10.0	9.5	9.5	72.8	
II	9.8	10.0	9.8	9.8	9.9	9.6	9.6	68.5	
III	10.2	10.2	9.9	9.9	9.8	9.5	9.0	68.5	
IV	9.9	9.5	9.8	10.0	10.0	10.0	9.0	68.2	
Total	39.9	40.9	41.3	40.5	39.7	38.6	37.1	278.0	
$\bar{X}$	9.9	10.2	10.3	10.1	9.9	9.6	9.3	9.92	$\bar{X}G$
	4	2	1	3	5	6	7		

ANEXO: 5 SOL DE ICA ANCHO DE VAINA (cm)

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
-------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------------------------	--

I	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.6	12.7	
II	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.7	1.5	12.5	
III	2.0	1.8	1.9	1.8	2.0	1.8	1.6	12.9	
IV	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.6	13.2	
Total	7.8	7.4	7.6	7.4	7.6	7.2	6.3	51.3	
$\bar{X}$	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.6	1.83	$\bar{X}G$
	1	4	2	5	3	6	7		

ANEXO: 6 NUMERO DE GRANOS POR VAINA (Unid.)

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I	1.98	2.20	2.02	1.98	1.88	2.60	1.80	14.46	
II	2.02	2.18	1.90	2.00	2.00	1.98	1.75	13.83	
III	2.20	1.98	2.10	2.60	1.90	2.00	1.80	14.58	
IV	1.90	1.94	2.10	2.20	2.00	2.20	2.00	14.34	
Total	8.10	8.30	8.12	8.78	7.78	8.78	7.35	57.21	
$\bar{X}$	2.03	2.07	2.03	2.19	1.94	2.19	1.84	2.04	$\bar{X}G$
	4	3	5	1	6	2	7		

ANEXO: 7 RENDIMIENTO GRANO SECO (kg) 5.40 m²

t Rep.	1	2	3	4	5	6	7	Total /Rep.	
I	1.500	1.380	1.250	1.160	1.280	1.230	1.020	8.820	
II	1.440	1.410	1.180	1.170	1.260	1.240	1.040	8.740	
III	1.400	1.390	1.200	1.220	1.190	1.210	1.100	8.710	
IV	1.450	1.400	1.190	1.160	1.250	1.190	1.100	8.740	
Total	5.790	5.580	4.820	4.710	4.980	4.870	4.260	35.010	
$\bar{X}$	1.4475	1.3875	1.2050	1.1775	1.2450	1.2175	1.0650	1.2504	$\bar{X}G$
	1	2	5	6	3	4	7		

8.4 Fotos del Proceso

Hoyado para la toma de muestra de suelo



Entrega de los productos en estudio para las aplicaciones



Contaje del número de vainas



Contaje de numero de granos en 100 gramos



Pesaje del número de granos en 100 gramos



Campo donde se realizó el ensayo



Foto del autor de la tesis

FICHA TECNICA



FERTILIZANTE ORGÁNICO LIQUIDO DE PESCADO

EMPRESA: SAMADC S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

AGROPEZ: Es un insumo biológico obtenido de la **anchoveta** mediante un proceso de fermentación láctica (*Lactobacillus paracasei*) libre de bacterias y virus patógenos. Contiene macro nutrientes (N-P-K-Ca-Mg) y micro nutrientes (Fe-Cu-Zn-Mn-B) esenciales para el desarrollo de las plantas.

AGROPEZ: Mejora la nutrición de las plantas dándole una mejor resistencia contra las enfermedades y plagas, obteniendo una mayor cosecha a un menor costo, con productos orgánicos de mejor calidad y más saludables para los consumidores.

AGROPEZ 100% ORGÁNICO

- | | |
|--------------------------|---|
| - Enraizador | - Corrector de deficiencias nutricionales |
| - Bionutriente | - Inductor de resistencia a plagas y enfermedades |
| - Bioestimulante | - Aminoácidos libres |
| - Enzimas | - Materia Orgánica de Anchoveta |
| - Peptidos | - Microorganismos eficaces |
| - Anti estresante | - Macro y Micro Nutrientes |
| - Acidificación orgánica | - Aceites poliinsaturados Omegas |

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL PRODUCTO

Nitrógeno g/L	11.2	Hierro mg/L	201.77
Fósforo g/L	5.4	Cobre mg/L	0.21
Potasio g/L	13.1	Zinc mg/L	8.77
Materia Orgánica g/L	121.10	Manganeso mg/L	2.77
Calcio g/L	4.47	Boro mg/L	5.59
Magnesio g/L	1.09		





PROTEINMAX



Biofertilizante de efecto Inmediato a base de Proteína Líquida

Descripción:

Es un Biofertilizante reconstituyente, único en su género capaz de restituir las necesidades nutricionales de la planta y regenerador de los suelos al aportar gran cantidad de microorganismos, bacterias benéficas; teniendo dentro de sus componentes acción fúngica al usarlo frecuentemente, tanto foliarmente, como al suelo vía sistema de riego o drench.

Aplicación y Dosis:

Cultivos perennes: Realizar las aplicaciones antes y después de la cosecha y/o antes del crecimiento de los brotes. Botón, floración y cuajado la dosis según sea el tamaño o edad de la planta.

Cultivos Anuales: Realizar las aplicaciones frecuentes y constantes sea como encapsulador de los fungicidas o insecticidas o con las aplicaciones foliares y hormonales.

Se usa durante todo el ciclo fenológico de la planta en pleno crecimiento del fruto o órganos de reserva a razón de 1 a 2 lts. Foliarmente con una frecuencia de 10 días.

Ventajas:

- Adelanta la maduración de los brotes minimizando el ingreso del minador, prodiplosis y pulgón.
- Efecto vigorizante de acción inmediata
- Alimenta las yemas y estimula la brotación y floración.
- Mejor floración y cuajado de frutos.
- Desarrollo rápido del cultivo, al ser un desestresante (sequías, salinidad, heladas, plagas, enfermedades) por lo que es necesario aplicarlo.
- No tiene contra indicación al ser un producto orgánico

Características Químicas:

PROTEINAS	70 - 75 %
FOSFORO	12 - 13 %
NITROGENO	8 - 9 %
POTASIO	6 - 7 %
CALCIO	4 - 5 %
HIERRO	1 %
MANGANESIO	0.94 %
ZINC	0.9 %

Características Físicas:

Color: Viscoso Ambar

pH: 5.8 -6.8

Densidad: 1.7



uC MICRO CARBONO

Es un producto de alta gama, biofuncional, con bioequivalencia fisiológica específica de naturaleza estimulante de la biogénesis de metabolitos primarios, es una fórmula para promover y estimular el crecimiento para potenciar el desarrollo estabilizado con una diversidad de oligofructanos, todos los mcarbonos se encuentran fosforilados

BENEFICIOS:

- En aplicación por vía foliar, las plantas alcanzan alta disponibilidad en los nutrientes traslocables y asimilables, ingresándolos en las principales rutas metabólicas.
- En aplicación por fertirriego la biomasa radicular incrementa y exuda metabolitos secundarios, que optimizan el efecto nutricional de los fertilizantes compensando la disminución porcentual de unidades aplicadas, sin alterar su desarrollo.
- La nanopartícula de unidades de carbono detoxifica las plantas en presencia de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Aluminio (Al), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), exudándolos por efecto de la gutación liberándolos a través de hidátodos, mientras los metales nutricionales son biodisponibles Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Cobalto (Co) y Molibdeno (Mo) para cumplir una función bioquímica y fisiológica.
- Estimula el metabolismo biogenético para lograr nuevos rebrotes, manteniendo la capacidad fisiológica de la estructura vegetal.
- Desintoxica la planta de metales pesados con lo último en nanotecnología
- Cero residuos en metales pesados provenientes de las sales nutritivas.
- Sin formaldehído, que impacte negativamente en la flora normal del suelo.

Descripción: Modo de empleo del producto

CULTIVOS	DOSIS x 200 L AGUA	DOSIS x/ha	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vid	1.25L	3 - 4.0L	Aplicar desde el brote y repetir cada 20 días hasta el crecimiento del racimo.
Espárrago	1L	3 - 4L	Al trasplante, e inicio del crecimiento vegetativo hasta 90 días en intervalos de 20 días.
Tomate, ají, páprika, pimiento.	0.5 - 0.75L	2 - 3L	Desde el crecimiento hasta la floración, repetir cada 15 a 20 días hasta la fructificación. Aplicar 2 veces.
Frutales: Mango, palto, lúcumo, manzano, etc.	1L	3 - 4L	Al rebrote de hojas, en prefloración, al cuajado y al crecimiento del fruto.
Cebolla, ajo	0.5 - 0.75L	1.5 - 2L	A los 20 días de emergencia repetir cada 15 días hasta el crecimiento del bulbo.

Cítricos: Mandarina, toronja, limón, naranja	1.75 - 2L	3 - 4L	Al inicio de floración, repetir cada 20 días hasta el crecimiento del fruto.
Blueberries y Fresa	0.5 - 0.75L	1.5 - 2L	Al primer mes y repetir cada 30 días hasta el crecimiento del fruto.
Alcachofa	0.75 - 1L	2 - 3L	En el crecimiento vegetativo. Repetir 2 veces.
Algodón	0.75 - 1L	2 - 3L	En el crecimiento vegetativo. Repetir 2 veces.
Girasol y Maíz	1L	2 - 3L	Hacer 2 aplicaciones antes de la floración.
Hortalizas: Nabo, zanahoria, poro, col, etc.	0.5 - 0.75L	2L	A los 20 días después de emergencia y repetir otra a los 15 días.
Leguminosas: soja, habas, lentejas, garbanzo, etc	0.25 - 0.75L	1.5 - 2L	Inicio de tres hojas verdaderas, en prefloración y otra en formación de vaina
Papa, olluco, yuca y oca	0.75 - 1L	2 - 3L	Después del aporque, repetir cada 20 días hasta el llenado del tubérculo.
Cucurbitáceas: Zapallo, melón, sandía.	0.75 - 1L	2 - 3L	Aplicar en prefloración y después del cuajado del fruto 2 a 3 veces.
Arroz, Coca, Quinoa, café, Cacao	2 - 3L	4 - 5L	Durante toda la campaña.

