



**El campo es una forma de vida, detrás de cada alimento,
está el trabajo de su gente**



OJS: revistas.peruvianscience.org/index.php/rlca
Mail: informes@peruvianscience.org
Teléfono: +51 942 723 906

VOLUMEN 1
NÚMERO 2
Distribución Gratuita

El campo es una forma de vida, detrás de cada alimento está el trabajo de su gente

REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AGRARIAS

Vol 1, N° 2 – Diciembre 2023

La RLCA -Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias es una revista de publicación semestral de acceso abierto, editada por Peruvian Science. Dedicada a la difusión científica de artículos originales, de revisión, inéditas, de autores de universidades, instituciones de investigación, organismos oficiales, empresas. El criterio principal para la publicación es que el manuscrito debe contener ideas originales y significativas que conduzcan a una mejor comprensión del campo agrícola. Los artículos centrados en los diferentes cultivos deberán ser de interés para una amplia audiencia y los métodos empleados dan como resultado una mejora sustancial sobre las técnicas y enfoques establecidos existentes. El idioma puede ser español, inglés y/o quechua. La revista busca a partir de las publicaciones promover el desarrollo de la investigación en el sector agrícola.

Edición: Diciembre 2023

Depósito Legal N° 202307404

ISSN: 2961-2764 (en línea)

© CENTRO EDITORIAL PERUVIAN SCIENCE S.A.C.

Dirección:

MZA. E LOTE. 7 URB. SANTA FE DE NARANJAL, SAN MARTIN DE PORRES

Lima, Perú

Teléfono: 942723906

Editor en Jefe

Ing. Ana Lizeth Luna Abarca

Equipo Editorial

Ing. David Saravia Navarro

Dr. Armando Vasquez Matute

Mg. Neiba Yadira Echeagaray Solorza

Ing. Kennedy Zela Uscamayta

Mg. Wilmer Aquino Minchan

Mg. Francisco Andrés Villalobo Brunello

Blga. Ana Belén Espinoza Jara

Comité Científico Internacional

Dr. Liberato Cervantes Martínez

Dr. Andrés Ultreras Rodríguez

Ing. Albana Rocío Cáceres Borzaga

Ing. Augusto Carlos Contreras Díaz

Dr. Mario Ben-Hur Chuc Armendáriz

Equipo de apoyo Editorial de RLCA

Jaime Manuel Castillo Estela Web Master | Perú

Lic. Oliver Rosman Quispe Huillca Interpreter Translator | Perú

Lic. Karla Ines Romero Velásquez

ÍNDICE

Presentación	1
Artículos:	
Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	3
Análisis de calidad física y fisiológica en semillas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) Var. Panamito	19
Principales plagas que afectan al cultivo de repollo (<i>Brassica Oleraceae</i> var. capitata) en el Valle de Santa	30
Uso de control químico para <i>Pyricularia Oryzae</i> en el cultivo de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) en el valle del Santa - Ancash	40
Producción de hojas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en Puno	51



REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AGRARIAS

El campo es una forma de vida, detrás de cada alimento está el trabajo de su gente

Bienvenidos a nuestra Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias, en este volumen 1, número 2, nos adentraremos en diversas temáticas relacionadas con el apasionante mundo de la agricultura y la producción de alimentos. En esta presentación, exploraremos temas clave como la fitopatología, agroecología, nutrición vegetal, agroforestería y fitomejoramiento, que son fundamentales para el cultivo sostenible y el mejoramiento de las prácticas agrícolas.

En el área de fitopatología tratamos el estudio de las diversas enfermedades que afectan a las plantas y su impacto en la agricultura. A través de este campo de investigación, se busca comprender las causas, el diagnóstico y el control de las enfermedades vegetales, con el objetivo de proteger los cultivos y garantizar una producción saludable y sostenible.

En la agroecología se busca integrar la ciencia agrícola con los principios de sustentabilidad y respeto por el medio ambiente. A través de prácticas agroecológicas, como el uso de métodos naturales de control de plagas y la promoción de la biodiversidad, se busca reducir el impacto negativo de la agricultura en los ecosistemas y promover sistemas de producción más equilibrados y resilientes.

Con las investigaciones del área de la nutrición vegetal, profundizamos sobre los estudios de los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En esta sección de la revista, exploramos los diferentes elementos necesarios para una nutrición balanceada en los cultivos, así como las técnicas de fertilización y manejo que permiten maximizar la calidad y cantidad de la producción agrícola.

Y, por último, consideramos el fitomejoramiento, con esta temática el objetivo es, desarrollar variedades de plantas más resistentes, productivas y adaptables a las condiciones del cultivo. Exploraremos las técnicas y avances científicos que permiten mejorar la calidad y la productividad de los cultivos, con especial atención en la resistencia a enfermedades y adaptación al cambio climático.

En este número 2, de nuestra Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias, hemos recorrido diversas temáticas fundamentales para la agricultura moderna. Desde la comprensión de las enfermedades vegetales hasta el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y la búsqueda de variedades mejoradas, es evidente que la ciencia agraria juega un papel crucial en la alimentación y en la protección del medio ambiente. Esperamos que esta revista sea una fuente de inspiración y conocimiento para todos los apasionados por las ciencias agrarias.

Ing. Ana Lizeth Luna Abarca

Editor en Jefe



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el
enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de
pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Effects of efficient microorganisms (EM) on rooting and
vegetative development of pitahaya (*Hylocereus undatus*)
cladodes

Elvis Michael Carrera Abanto

[0000-0001-5492-7096](tel:0000-0001-5492-7096)

Universidad Científica Del Sur

18000902@cientifica.edu.pe

Cita en APA: Carrera, E. M. (2023). Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias, 1(2), 3-18.



Resumen

La principal forma de propagar la pitahaya (*Hylocereus undatus*) es de manera vegetativa por lo que es importante la calidad del material utilizado, ya que de ello depende el resto del proceso productivo. En los objetivos se consideró determinar los efectos de tres dosis de (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Las evaluaciones se realizaron en unidades experimentales homogéneas, con 48 cladodios de pitahaya de 30 cm, los factores de estudio fueron los EM en dosis de 25 ml/L, 50 ml/L y 75 ml/L. Los resultados evidenciaron que la aplicación de EM influyó significativamente en la longitud de brote, peso fresco y peso seco de brote, así como en la longitud de raíz, peso fresco y peso seco de raíz, logrando incrementar sus valores con la aplicación de 75 ml/L de EM (T3).

Palabras claves: Microorganismos eficientes, enraizamiento, desarrollo vegetativo, pitahaya

Abstract

The main way to propagate pitahaya (*Hylocereus undatus*) is vegetatively, so the quality of the material used is important, as the rest of the production process depends on it. The objective of this research was to determine the effects of efficient microorganisms (EM) on rooting and vegetative development of pitahaya (*Hylocereus undatus*) cladodes. The evaluations were carried out in homogeneous experimental units, with 48 pitahaya cladodes of 30 cm, the study factors were the EM in doses of 25 ml/L, 50 ml/L and 75 ml/L. The results showed that the application of MS had a significant influence on shoot length, fresh weight and shoot dry weight, as well as on root length, fresh weight and root dry weight, increasing their values with the application of 75 ml/L of MS (T3).

Keywords: Efficient microorganisms, rooting, vegetative development, pitahaya

Introducción

La pitahaya es una especie perenne, hemiepífita de carácter trepadora con tallos de forma triangular y acostillados; por lo que requiere de un adecuado sistema de tutorado. Esta especie pertenece al orden Caryophyllales, familia de las cactáceas, género *Hylocereus* (Kishore, 2016) y es originaria de América Tropical, principalmente de América Central y el Caribe, y tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales, razón por el cual está siendo sembrada ampliamente y es apreciada a nivel comercial en países asiáticos como China, Vietnam, Indonesia y Corea (Verona et al., 2020), y en países de América Latina como Colombia, Brasil, Venezuela, México, Ecuador y Costa Rica los cuales son a su vez los principales países productores y exportadores de pitahaya (Enciso et al., 2011).

Asimismo, la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) es una especie que posee flores grandes de aproximadamente 29 cm de longitud, de coloración verdosa o amarillenta, e interiormente cuenta con segmentos de perianto de color blanco. El fruto de la pitahaya es por lo general de color rojizo y de pulpa blanca, cubierto por bracteolos de color rojo y verde en las puntas. El tamaño promedio del fruto es de 11.3 cm a 14.2 cm, mientras que la circunferencia promedio del fruto es de 25.5 cm a 29.1 cm (Warusavitharana et al., 2017). Además, presenta tallos triangulares, de ángulo convexo entre las yemas del tallo.

La demanda de la pitahaya a nivel internacional ha generado gran interés en el territorio nacional, por lo que se han incrementado las áreas de cultivo de pitahaya principalmente en la región de Piura, Lambayeque, Ica y San Martín. Las variedades de pitahaya roja tienen mejor adaptabilidad al clima costero del Perú, mientras que las variedades de pitahaya amarilla se adaptan mejor a climas amazónicos. Es por ello que la pitahaya amarilla es más cultivada en la selva peruana, principalmente en la región San Martín, donde se cultiva la especie *H. megalantus* (Vargas & López, 2020).

Respecto a la mejora del cultivo de pitahaya, hay investigaciones que enfatizan que la propagación de estacas debe pasar por un proceso de enraizamiento previamente al sembrado con la finalidad de que los brotes y raíces se desarrollen uniformemente, puesto que la siembra directa de las estacas tiene una tasa muy baja de desarrollo y enraizamiento (Garbanzo et al., 2021). Los injertos son otra alternativa para la propagación asexual, para lo cual es esencial un material vegetal de calidad con características genéticas óptimas para ser injertadas en otras variedades (Costa et al., 2006). También se puede realizar cultivos in vitro, de esta manera se asegura que se obtengan plantas saludables y libres de enfermedades. Además, este procedimiento es usado para mejorar genéticamente cualquier especie (Cuellar et al., 2006; Montesinos et al., 2015).

Los mayores avances sobre los EM iniciaron con las investigaciones del profesor Teruo Higa en Okinawa (1970), quien siempre tuvo el interés por la búsqueda de nuevas alternativas naturales en la agricultura, y tras varios experimentos reunió y seleccionó 80 especies de microorganismos con efectos positivos en el desarrollo vegetativo y la productividad de los cultivos (Morocho & Leiva, 2019). Entre los microorganismos fotosintéticos que forman parte de los EM se encuentra el *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides* (Hoyos et al., 2008). Además, los EM contienen bacterias rizosféricas

que promueven la producción de auxinas y citoquininas, ambas fitohormonas importantes para el desarrollo vegetativo y radicular de las plantas (Zafar et al., 2012).

Con respecto a la eficiencia de los EM, existen diversos estudios que documentan sus beneficios; por ejemplo, en el cultivo de tomate tras la aplicación de microorganismos eficientes, los resultados de biomasa y rendimiento fueron mejores en comparación con el grupo de control, obteniendo 20% más en el rendimiento (Alarcon et al., 2020). Asimismo, en el cultivo de frijol se determinó que los microorganismos eficientes influyen significativamente en los parámetros morfológicos y productivos, incrementando la producción de hojas en 92%, la altura de planta en 72% y el rendimiento del cultivo en 153% (Calero et al., 2019).

El objetivo general del presente estudio es conocer qué microorganismos son más beneficiosos para el crecimiento y desarrollo de los cladodios de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Como otro objetivo se consideró, determinar la dosis adecuada que permita un mejor desarrollo vegetativo pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Método

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero de pitahayas Perú, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Ancón del departamento de Lima (11°44'09.7"S 77°08'45.5"W) a 80 m s. n. m. El lugar de estudio presenta un clima cálido, con una temperatura promedio de 26.2 °C en verano, y de 14.3 °C en invierno, con una precipitación media anual de 12.7 mm, de acuerdo a la data meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

La investigación fue del tipo experimental, adaptado de Alarcon et al. (2020). Consistió en un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y doce repeticiones. Asimismo, fase experimental tuvo una duración de cuatro meses, desde marzo hasta julio del 2022. El análisis de las variables y la recolección de los datos fueron realizados al segundo mes (día 60) y cuarto mes (día 120) del experimento. Para cada evaluación, se analizó 6 plantas por tratamiento. Para el análisis del enraizamiento se realizó la medición del tamaño, peso fresco y peso seco de las raíces; y para el desarrollo vegetativo, se evaluó el tamaño, peso fresco y peso seco de los brotes. Para determinar el peso fresco se utilizó una balanza electrónica, y para la determinación del peso seco, los brotes y raíces fueron colocadas en una estufa por 24 h a 115 °C, y posteriormente fueron pesadas.

El desarrollo de la fase experimental consistió en una recolección de 48 estacas de pitahaya de 30 cm de plantas madre de 6 años de la especie *H. undatus* del fundo San José ubicada en la ciudad de Huaral, Lima. El corte de las estacas se realizó en punta hacia la parte de la base y se dejó que el corte cicatrice por 7 días para evitar que se infecten. Para facilitar el enraizamiento se realizó el despunte del esqueje y posteriormente fueron colocadas en bolsas de vivero de 2.5 L con su respectivo sustrato. Toda la etapa experimental se desarrolló en condiciones de vivero con 50% de luz directa para lo cual se

utilizó un techo de malla raschel. El riego de las plantas se realizó 2 veces a la semana, 4 litros por riego.

El EM utilizado fue el producto comercial EM*1®, el cual, según sus especificaciones técnicas, contiene bacterias fotosintéticas ($\geq 1.6 \times 10^4$ UFC/ml), bacterias ácido-lácticas ($\geq 4.3 \times 10^3$ UFC/ml), levaduras ($\geq 3.3 \times 10^4$ UFC/ml) y enzimas. Para elaborar el activado inicial de EM, en un recipiente herméticamente cerrado se diluyó 5% del producto comercial y 5% de melaza en 90% de agua. Se dejó reposar la mezcla durante 3 a 6 días hasta que emita un olor agrídulce y un pH de 3.5. Posteriormente, para la aplicación en los tratamientos se diluyó en agua en las proporciones especificadas en la en la siguiente tabla (ver Tabla 1). La aplicación fue directo al sustrato cada 10 días durante los dos primeros meses.

Tabla 1

Tratamiento y dosis utilizados en la investigación

Tratamientos	Dosis ml/L	Compuesto
T0	0.0	Agua
T1	25	EM
T2	50	EM
T3	75	EM

Nota: Testigo absoluto (T0), tratamientos (T1, T2yT3).

Fuente: Elaboración Propia.

La aplicación de EM genera efectos positivos en la nutrición y adquisición del agua. Estimula el desarrollo de las raíces incrementando el tamaño radical debido a que los nutrientes se encuentran más disponibles para la planta. Los EM están compuestos por grupos microbianos tales como los microorganismos que producen ácido láctico, las bacterias que producen luz, los parásitos, los hongos, los actinomicetos y los gusanos filamentosos son todos ejemplos de fermentación (Morocho & Leiva, 2019). Algunos de estos microorganismos tienen la capacidad de solubilizar nutrientes tales como P y K, y de fijar el N₂ atmosférico convirtiéndolos en formas asimilables para la planta.

Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 20.1. Asimismo, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con las variables de desarrollo vegetativo y desarrollo radicular. Además, se realizó la prueba de comparación de medias a través de la prueba de Tukey. Los análisis se realizaron con un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

Los resultados obtenidos se describen a continuación en orden a las variables analizadas.

Características físicas, químicas y de contenido de nutrientes del suelo. En el análisis inicial del sustrato realizado en el mes de marzo del 2022 (ver Tabla 2), se evidencia que el suelo utilizado para el experimento es arenoso, con contenido medio de materia orgánica, muy ligeramente salino y con ligera acidez. No hubo cambios en la clase estructural del sustrato. La disponibilidad de nutrientes: fósforo, nitrógeno y potasio, es media. Mientras que al

cuarto mes se evidenció algunos cambios, el pH pasó a ser ligeramente alcalino, y el contenido de nitrógeno mejoró. No obstante, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el contenido de CaCO₃, fósforo y potasio disminuyeron. En cuanto al contenido de materia orgánica (M.O), al cuarto mes el T3 (75 ml/ L de EM) experimentó una disminución de 3.82 % en la evaluación inicial a 2.55%.

Tabla 2

Características físicas y químicas del suelo, según fecha y tratamiento

Característica	Marzo 2022	Julio (4 meses), según tratamiento			
		Testigo	T1	T2	T3
Físicas					
Arena (%)	95	96	96	96	96
Limo (%)	2	4	4	4	4
Arcilla (%)	3	0	0	0	0
Clase textural	A	A	A	A	A
Químicas					
pH (H ₂ O)	6.33	7.01	7.33	7.3	7.42
CaCO ₃ (%)	1.62	0.89	0.89	0.8	0.89
M.O (%)	3.82	4.86	5.64	5.3	2.55
N (%)	0.04	0.05	0.06	0.0	0.08
P (ppm)	8.2	2.9	1.6	2.4	2.6
K (ppm)	165	56	76	89	114
CE (mS/cm)	0.12	0.64	0.61	0.5	0.61
Ca ⁺² (meq/100g)	4.59	5.79	5.7	4.4	4.59
Mg ⁺² (meq/100g)	1.22	0.54	0.61	0.5	0.67
K ⁺ (meq/100g)	0.19	0.06	0.09	0.1	0.17
Na ⁺ (meq/100g)	0.23	0.01	0.01	0.0	0.01
Suma de cationes	6.23	6.4	6.4	5.1	5.44
Suma de Bases	6.23	6.4	6.4	5.1	5.44
% Saturación de Bases	93	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. M.O: materia orgánica; CE: conductividad eléctrica.

Evaluación del desarrollo vegetativo del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Longitud de brote, se muestran las medias de la variable de longitud de brote (cm) en la Tabla 3, siendo el coeficiente de variación de 21.52% y 22.05% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente. Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió diferencia significativa del T2 (50 ml/L de EM) y T3 (75 ml/L de EM) con respecto al T1 (25 ml/L de EM) y el testigo (T0), cuya longitud inicial del esqueje fue de 30 cm. No existió diferencia significativa entre el testigo (T0) y T1, y el T2 y T3. Al día 120 de evaluación se evidenció diferencia significativa de todos los tratamientos (T1, T2, T3) con respecto al testigo. No se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3 (ver fig. 1).



Tabla 3
Longitud promedio de brote

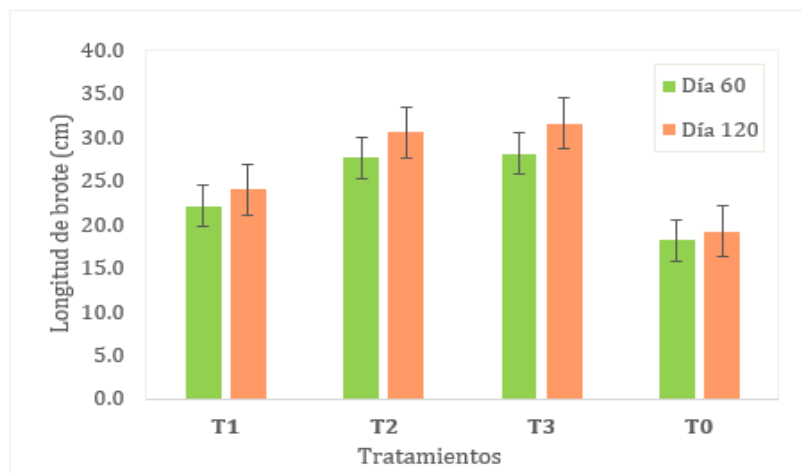
Tratamiento	Dosis	Longitud promedio de brote (cm)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	22.08 a	24.00
T2 EM	50 ml/L agua	27.67 b	30.50 a
T3 EM	75 ml/L agua	28.08 b	31.58 a
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	18.17 a	19.17
Coeficiente de variación (CV%)		21.52	22.05

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 1

Longitud de brote promedio de pitahaya



Fuente: Elaboración Propia.

Peso fresco de brote, se muestran las medias de la variable peso fresco de brote (g) (ver Tabla 4), siendo el coeficiente de variación de 14.15% y 22.16% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente. Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación no existió diferencia significativa entre todos los tratamientos (T1, T2, T3) y el testigo. No se evidenció diferencia significativa en el T2 y T3, y el T1 y T0. Al día 120 de evaluación si se evidenció diferencia significativa del T2 y T3 con respecto al T0 (ver fig. 2).

Tabla 4

Peso fresco promedio de brote

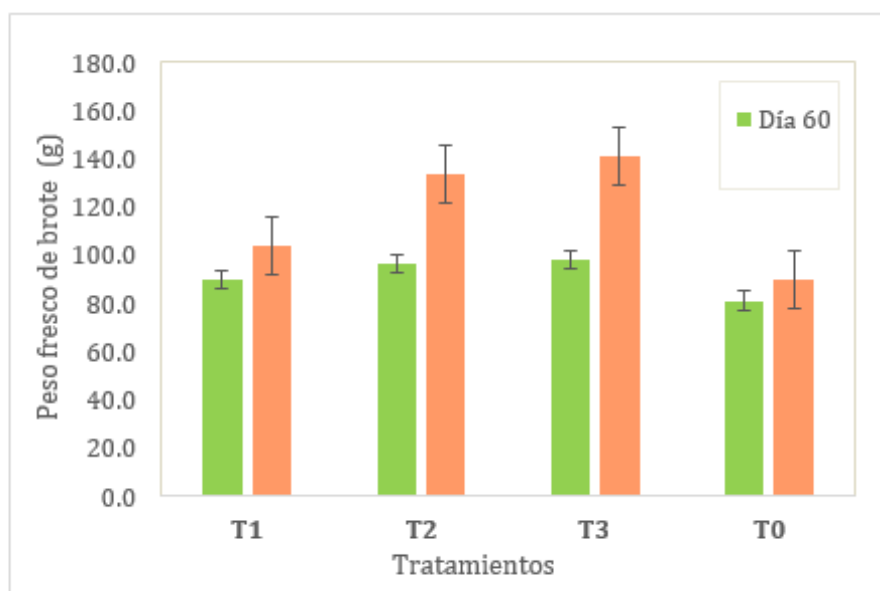
Tratamiento	Dosis	Peso fresco promedio de brote (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	90.07 a	104.03 a
T2 EM	50 ml/L agua	96.54 a	133.65 b
T3 EM	75 ml/L agua	98.30 a	140.83 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	81.17 a	90.25 a
Coeficiente de variación (CV%)		14.15	22.16

Fuente: Elaboración Propia.

Nota. Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 2

Peso fresco promedio de brote de pitahaya



Fuente: Elaboración Propia.

Peso seco de brote, se muestran las medias de la variable peso seco de brote (g) (ver Tabla 5), siendo el coeficiente de variación de 30.07% y 30.88% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió

diferencia significativa en el T1, T2 y T3 con respecto al testigo. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre el T2 y T3. El T3 (dosis: 75 ml/L de EM) tuvo mejor media de peso seco y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 3).

Tabla 5

Peso seco promedio de brote

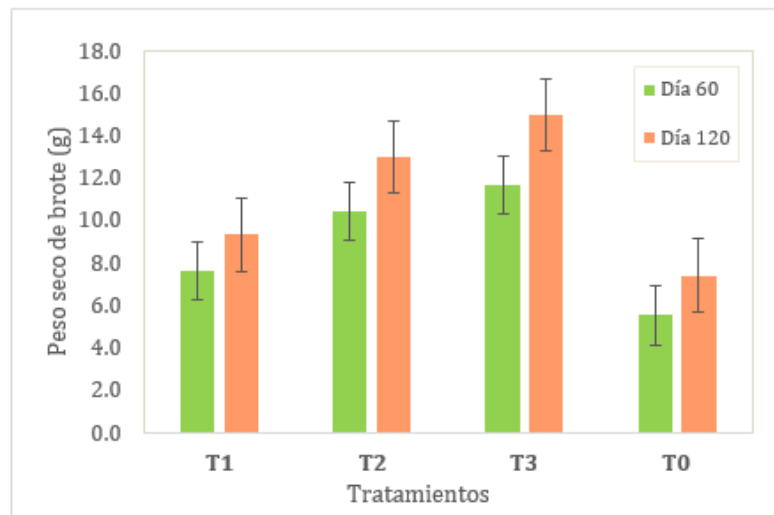
Tratamiento	Dosis	Peso seco promedio del brote (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	7.64	9.35 a
T2 EM	50 ml/L agua	10.46 a	13.01 b
T3 EM	75 ml/L agua	11.68 a	14.98 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	5.55	7.41 a
Coeficiente de variación (CV%)		30.07	30.88

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 3

Peso seco promedio de brote de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia

*Evaluación del desarrollo radicular del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*).*

Longitud de raíz, se muestran las medias de la variable de longitud de raíz (cm) (ver Tabla 6), siendo el coeficiente de variación de 14.14% y 14.34% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió diferencia significativa en el T1, T2, T3 con respecto al testigo. Sin embargo, no se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre los tratamientos T1, T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de longitud de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig.4).

Tabla 6

Longitud promedio de raíz

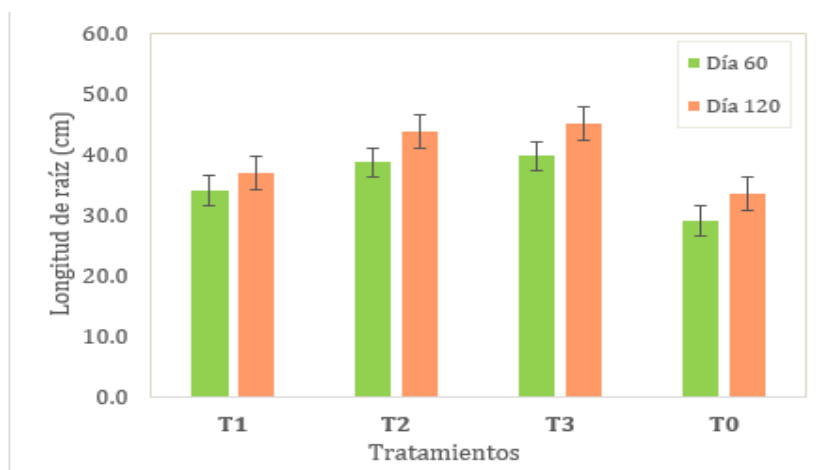
Tratamiento	Dosis	Longitud promedio de raíz (cm)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	33.93	37.00 a b
T2 EM	50 ml/L agua	38.63 a	43.67 b
T3 EM	75 ml/L agua	39.67 a	45.00 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	29.00	33.42 a
Coeficiente de variación (CV%)		14.14	14.34

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 4

Longitud promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Peso fresco de raíz, se muestran las medias de la variable de peso fresco de raíz (g) (ver Tabla 7), siendo el coeficiente de variación de 27.05% y 21.38% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió



diferencia significativa en el T1, T2, T3 con respecto al testigo. No obstante, no se evidenció diferencia significativa entre el T2 y T3. Al día 120 de evaluación no se evidenció diferencia significativa entre el T1 y T0, y entre los tratamientos T1, T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de peso fresco de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 5).

Tabla 7

Peso fresco promedio de raíz

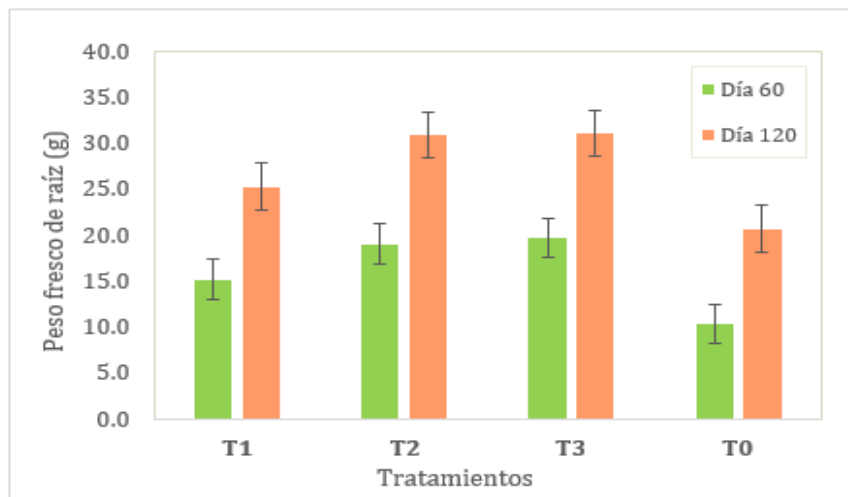
Tratamiento	Dosis	Peso fresco promedio de raíz (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	15.15	25.24 a b
T2 EM	50 ml/L agua	18.99 a	30.90 b
T3 EM	75 ml/L agua	19.62 a	31.10 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	10.30	20.64 a
Coeficiente de variación (CV%)		27.05	21.38

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 5

Peso fresco promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Peso seco de raíz, se muestran las medias de la variable de peso seco de raíz (g) (ver tabla 8), siendo el coeficiente de variación de 37.09% y 31.36% para el día 60 y 120 de evaluación respectivamente.

Según la prueba Tukey al 5%, se evidenció que al día 60 de evaluación existió

diferencia significativa en el T2, T3 con respecto al testigo. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre el T2 y T3; T1 y T2; y T1 y el testigo. Al día 120 de evaluación no existió diferencia significativa entre el T1 y el testigo, ni entre el T2 y T3. El T3 tuvo mejor media de longitud de raíz y el testigo la menor media en ambos días de evaluación (ver fig. 6).

Tabla 8

Peso seco promedio de raíz

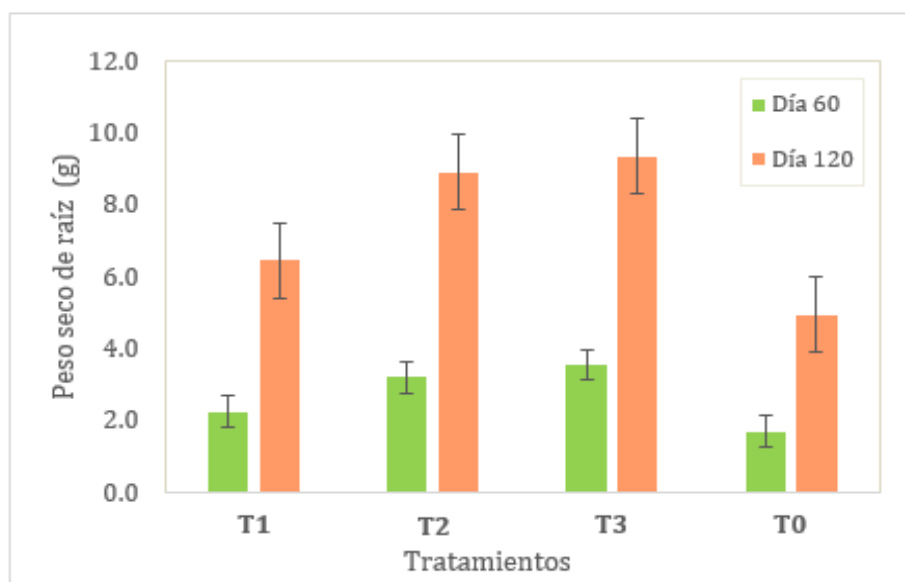
Tratamiento	Dosis	Peso seco promedio de raíz (g)	
		Día 60	Día 120
T1 EM	25 ml/L agua	2.25 a c	6.44 a
T2 EM	50 ml/L agua	3.19 b c	8.90 b
T3 EM	75 ml/L agua	3.54 b	9.34 b
T0 Testigo absoluto	Sin aplicación	1.69 a	4.94 a
Coeficiente de variación (CV%)		37.09	31.36

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 6

Peso seco promedio de raíz de pitahaya



Fuente: Elaboración propia

Discusiones

En cuanto a su investigación, con respecto al N en el suelo, se presentó un aumento en los tratamientos. Siendo el tratamiento con mayor contenido de N el T2 (dosis: 50 ml/L de EM) con 0.09%, seguido del T3 (dosis: 75 ml/L de EM) con 0.08% y el T1 (dosis: 25 ml/L de EM) con 0.06%. Así mismo, mencionan que este comportamiento es debido a que se añadieron microorganismos eficientes, compuesta por una gran diversidad microbiana con capacidad de fijar, solubilizar y liberar elementos como el nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio y magnesio (Monge et al., 2022). Por otro lado, en cuanto al contenido de K, al cuarto mes (julio) se observó una disminución en todos los tratamientos, lo cual es debido a que tanto en los tratamientos como en el testigo no se aplicaron enmiendas que incrementen el contenido de K en el suelo. La disponibilidad del fósforo (P) es importante para el desarrollo y crecimiento vegetativo puesto que forma parte de más del 0.2% del peso seco de la planta (Banerjee et al., 2010).

En esta investigación el contenido de P en el mes de julio presentó una disminución drástica en los tratamientos con la aplicación de EM a 25 ml/L (1.6 ppm), 50 ml/L (2.4 ppm), 75 ml/L (2.6 ppm) en comparación con la evaluación inicial (marzo), en el cual se obtuvo 8.2 ppm de P. Esto es debido a que durante el experimento no se añadieron enmiendas, por lo que la planta absorbió el fósforo soluble disponible. Además, que los EM añadidos contienen microorganismos solubilizadores de fosfato que mediante diferentes mecanismos biológicos solubilizan los fosfatos insolubles. Ruiz (2021) menciona que los microorganismos eficientes tienen la capacidad de producir proteasas y fosfatasa, siendo ambas enzimas esenciales en el proceso de solubilización y mineralización del fósforo orgánico, mejorando la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el mantener adecuada la relación suelo - planta.

Por su parte, Satyaprakash et al. (2017) señalan que los microorganismos eficientes que solubilizan fosfato en el suelo tienen diversos mecanismos. Producen ácidos orgánicos que facilitan la solubilización de los fosfatos insolubles (fosfatos secundarios y terciarios) principalmente en el área del sistema radicular. Posteriormente, los fosfatos solubles son absorbidos por la planta, favoreciendo así su desarrollo vegetativo.

Respecto al contenido de materia orgánica en la primera evaluación, solo en el T3 se evidenció una reducción de 3.82% a 2.55% al cuarto mes de evaluación, a una dosis de aplicación de 75 ml/L de EM. Este comportamiento se debe a la presencia de microorganismos eficientes que aceleran la metabolización de la materia orgánica y genera que los macro y micronutrientes se encuentren más disponibles para la planta (Medina et al., 2014), teniendo efectos positivos en la tasa de germinación de semillas, así como en el desarrollo y crecimiento de brotes vegetativos y reproductivos (Ruiz, 2021). Los EM al entrar en contacto con la materia orgánica sintetizan y liberan ácidos orgánicos, minerales quelatados y sustancias antioxidantes, facilitando la descomposición de la materia orgánica, aumentando el contenido de humus, y modificando la micro y macro flora de los suelos, convirtiéndose así en supresores de enfermedades para los cultivos (Morocho & Leiva, 2019).

Conclusiones

La disponibilidad de nutrientes: fósforo, nitrógeno y potasio, es media. Mientras que al cuarto mes se evidenció algunos cambios, el pH pasó a ser ligeramente alcalino, y el contenido de nitrógeno mejoró. No obstante, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el contenido de CaCO₃, fósforo y potasio disminuyeron. En cuanto al contenido de materia orgánica (M.O), al cuarto mes el T3 (75 ml/ L de EM) experimentó una disminución de 3.82 % en la evaluación inicial a 2.55%.

La dosis de EM que permitió obtener las mayores medias en los parámetros de desarrollo vegetativo (longitud de brote, peso fresco y peso seco de brote) y desarrollo radicular (longitud de raíz, peso fresco y peso seco de raíz) en el cultivo de pitahaya fue la aplicación de 75 ml/L de EM.

La aplicación de EM para el enraizamiento y desarrollo vegetativo del cultivo de pitahaya fue favorable en todos los tratamientos. A pesar que se evidenció una tendencia al incremento de los valores de los parámetros a medida que la dosis fue mayor, no se encontraron diferencias significativas entre el T2 (50 ml/L de EM) y T3 (75 ml/L de EM). En este sentido, para hacer el uso eficiente de los EM en los cultivos de pitahaya, y obtener efectos positivos en el desarrollo de la planta es suficiente con la aplicación de dosis de 50 ml/L de EM (T2).

Referencias

- Alarcon, J., Recharte, D., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendía, M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67- 73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Banerjee, S., Palit, R., Sengupta, C., & Standing, D. (2010). Stress induced phosphate solubilization by *Arthrobacter* sp. and *Bacillus* sp. isolated from tomato rhizosphere. *Australian Journal of crop science*, 4(6), 378-383.
- Calero, A., Pérez, Y., Quintero, E., Olivera, D., & Peña, K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 295-308. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460
- Costa, D., Pio, R., Scarpore, J., Neubern, M., Paes, L., Dias, T., & Bakker, S. (2006). Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings. *Ciencia e Agrotecnología*, 30(6), 1106-1109. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542006000600009>
- Cuellar, L., Morales, E., & Trevino, J. (2006). La germinación in vitro una alternativa para obtener explantes en Cactáceas. *Zonas Áridas*, 10, 129-133.

<http://www.lamolina.edu.pe/CIZA/PDFs/ZA10%20%20FINALweb.pdf#page=129>

- Enciso, T., Zazueta, M., Rangel, M., Torres, J., Romero, M., & Verdugo, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(1), 63-72.
- Garbanzo, G., Vega, E., Rodríguez, J., Urbina, C., Lázaro, W., Alvarado, K., Barrientos, R., Duarte, K., Mora, J., Trujillo, V., & Rojas, J. (2021). Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. *Agronomía Costarricense*, 45(2), 29-40. <https://doi.org/10.15517/RAC.V45I2.47765>
- Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., & Mattar, S. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (em®) en una explotación avícola de córdoba: Parámetros productivos y control ambiental. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1369-1379. <https://doi.org/10.21897/rmvz.397>
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294-302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.047>
- Monge, J., Loría, M., y Oreamuno, P. (2022). Efecto de un biol en las características del suelo y la producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus* sp.). *UNED Research Journal*, 14(1), e3836-e3836. <https://doi.org/10.22458/URJ.V14I1.3836>
- Montesinos, J., Rodríguez, L., Ortiz, R., Fonseca, M., Ruíz, G., y Guevara, F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500007
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93-103.
- Ruiz, J. (2021). *Comparación productiva del cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus) a la aplicación de microorganismos de montaña y microorganismos eficientes en el recinto de Cerecita - Guayas* [Tesis de licenciatura, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RUIZ LOYOLA JOSSELYN.pdf>
- Satyaprakash, M., Nikitha, T., Reddi, E. U. B., Sadhana, B., & Satya, S. (2017). Phosphorous and phosphate solubilising bacteria and their role in plant nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 2133-2144. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.251>
- Vargas, K. y López, R. (2020). *Guía Técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1052>

- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., & Viera, W. (2020). *Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Verona, A., Urcia, J., y Paucar, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.03.16>
- Warusavitharana, A., Peiris, K., Wickramatilake, K., Ekanayake, A., Hettiarachchi, H., & Bamunuarachchi, J. (2017). Performance of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) in the low country wet zone (LCWZ) of Sri Lanka. *ISHS Acta Horticulturae*, 1178, 31-34.
<https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2017.1178.5>
- Zafar, M., Abbasi, M. K., Khan, M. A., Khaliq, A., Sultan, T., & Aslam, M. (2012). Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Growth, Nodulation and Nutrient Accumulation of Lentil Under Controlled Conditions. *Pedosphere*, 22(6), 848-859.
[https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(12\)60071-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(12)60071-X)



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Análisis de calidad física y fisiológica en semillas de
frijol (*Phaseolus vulgaris*) Var. Panamito
Analysis of physical and physiological quality in bean seeds
(*Phaseolus vulgaris*) Var. Panamito

Jhojana Marilia Lorenzo Quispe

[0009-0003-7702-3972](tel:0009-0003-7702-3972)

Universidad Nacional Agraria La Molina

20221547@lamolina.edu.pe

Cita en APA: Lorenzo, J. M. (2023). Análisis de calidad física y fisiológica en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) Var. Panamito. Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias, 1(2), 19-29.



Resumen

El uso de semilla de calidad para la producción de frijol constituye una de las inversiones más rentables para el agricultor y justifica ampliamente la investigación en técnicas adecuadas para generarla. El objetivo fue Determinar la calidad de la semilla de frijol mediante el uso de los parámetros de evaluación de germinación en semillas. Se realizó la revisión bibliográfica de análisis de calidad de las semillas en bases de datos como Scopus, SciELO y Redalyc; se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) de 25 semillas por cuatro repeticiones y 9 tratamientos con los 9 días desde la siembra a la germinación. Se utilizó el software infostat para los cálculos estadísticos y diagramas. Los resultados obtenidos fueron para calidad física 48.88% con 9.1 % de humedad de semillas; calidad fisiológica el porcentaje de germinación fue 77 % con un valor cultural de 37.63% que demuestran baja calidad de semilla.

Palabras claves: Análisis de calidad, *Phaseolus vulgaris*, semilla de calidad

Abstract

The use of quality seed for bean production is one of the most profitable investments for the farmer and amply justifies research in appropriate techniques to generate it. Objectives. To determine the quality of bean seed by using seed germination evaluation parameters. Method. A bibliographic review of seed quality analysis was carried out in databases such as Scopus, SciELO and Redalyc; a completely randomized design (CRD) of 25 seeds by four replications and 9 treatments with 9 days from sowing to germination was used. Tool. The infostat software was used for statistical calculations and diagrams. Results. For physical quality, 48.88% purity was obtained, which is acceptable according to the seed production and certification standard, and 9.1% seed moisture is considered low according to the bibliography; for physiological quality, the germination percentage was 77%, which is considered low, and a cultural value of 37.63%, which shows low seed quality and low viability.

Keywords: Quality analysis, *Phaseolus vulgaris*, quality seed

Introducción

La semilla es el principal órgano reproductivo de un gran número de plantas superiores terrestres y acuáticas (Doria, 2010). También es definida como toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie según la ley general de semillas (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2008). Es el punto de partida para la producción e indispensable para la alimentación humana.

Asimismo, la semilla de buena calidad representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo a mejorar la producción en términos de calidad y rentabilidad (Doria, 2010). En tal sentido, la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, por sus siglas en inglés) describe los principios, definiciones, fijan los métodos, técnicas y procedimientos estandarizados para el muestreo y análisis de semillas. Un adecuado análisis de estas brinda información sobre la calidad de la semilla antes de la siembra, describiendo sus características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2012).

Se han realizado diversos trabajos de investigación con el objetivo de expresar matemáticamente el complejo proceso de germinación, por lo que se han propuesto diferentes índices, fórmulas y modelos para su evaluación y análisis.

En ese sentido, el objetivo de este artículo es evaluar la calidad de la semilla de frijol Var. Panamito a través de los parámetros de análisis de pureza, porcentaje de contenido de humedad, porcentaje de germinación, tiempo de germinación, índice de velocidad de germinación y valor cultural. A continuación, se explica brevemente sobre estos parámetros.

Según Romero et al. (2020), el análisis de pureza es el porcentaje del peso de la muestra a analizar y la composición del lote de semillas (semilla pura, otras semillas y materia inerte) que constituye la muestra. Para determinar el porcentaje de contenido de humedad en las semillas permite conocer la cantidad de agua dentro de la semilla para permitir su mejor almacenamiento. En el caso del frijol Var. panamito, Aguirre (1990) menciona que esta semilla mantiene su calidad fisiológica al estar almacenado con una humedad máxima de 12%. Asimismo, el porcentaje de germinación, según la International Seed Testing Association (ISTA, 2016), es la proporción del número de semillas que produjeron plántulas clasificadas como normales en las condiciones dadas y dentro de los plazos establecidos. Por otro lado, el tiempo de germinación es una medida del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas (González-Zertuche & Orozco-Segovia, 1996). Por último, el valor cultural es la relación entre el poder germinativo y la pureza físico botánica dividida entre 100 (Alarcón, 2006).

Método y materiales

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Calidad de Semillas de la Universidad Nacional Agraria la Molina - UNALM. Se determinaron los parámetros de calidad física durante el desarrollo del curso, utilizando balanzas y determinadores de humedad. Para

determinar los parámetros de calidad fisiológica, cada estudiante sembró en envases de plásticos 25 semillas, haciendo un total de cuatro repeticiones. Además, y acorde a lo propuesto por ISTA (2016), las evaluaciones para semillas de *Phaseolus vulgaris* se realizaron por nueve días.

Figura 1

Germinación de semillas de frijol



Fuente: Elaboración propia

a) **Parámetro de evaluación de calidad física**

Análisis de pureza: Consiste en determinar la composición porcentual por peso de la muestra que se analiza y a su vez determinar las especies de semillas y partículas inertes que constituyen la muestra. Por lo que se pesó una muestra de semillas de 52.42 g (muestra de trabajo) y separó según los componentes que indica la FAO (2019): semillas puras, otras semillas, materia inerte. Además, se pesó cada grupo encontrado con una balanza analítica. Los resultados se expresaron como porcentaje con dos decimales y se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \text{PSP/PTM} \times 100$$

PSP: Peso de semilla pura

PTM: Peso total de la muestra

Determinación del contenido de humedad: Esta evaluación es importante para conservar la calidad de las semillas almacenadas y mantener su viabilidad. Se realizó por el método indirecto señalado en las normas ISTA (2016), a la vez que se utilizó un medidor de humedad, ya que estos son prácticos y especialmente útiles para obtener resultados rápidos.

b) **Parámetro de evaluación de calidad fisiológica**

Para realizar esta evaluación, se sembraron 100 semillas de frijol, dividiéndose en cuatro repeticiones de 25 semillas. Se sembraron en envases de plásticos con tapa, sobre papel toalla y se regaron con agua destilada según la necesidad de las semillas. Según ISTA (2016) recomienda realizar pruebas de germinación con cuatro repeticiones de 100 semillas. Las evaluaciones se realizaron desde el primer día de la siembra hasta el noveno día.

Porcentaje de germinación (PG): Indica la proporción del número de semillas germinadas en relación a las semillas sembradas.

Fórmula

$$PG = \frac{N^{\circ} SG}{N^{\circ} SS} \times 100$$

Donde:

PG: Porcentaje de germinación.

N° SG: Semillas germinadas.

N° SS: Semillas sembradas.

Las plántulas se evalúan y se clasifican como:

Plántulas normales: son aquellas que tienen el potencial para convertirse en plantas satisfactorias cuando se cultivan en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Se clasifican como plántulas normales a plantas intactas, con leves defectos y con infección secundaria.

Plántulas anormales: son aquellas sin potencial para convertirse en plantas normales cuando se cultivan en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Se clasifican como plántulas anormales a plantas dañadas, deformadas o desequilibradas descompuestas.

Semillas sin germinar: son aquellas que no germinaron al final del periodo de prueba, pudiendo ser: duras, frescas, muertas.

Tiempo promedio de germinación (T): Es una medida del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas para germinar.

Fórmula:

$$T = \frac{\sum(n_i t_i)}{\sum n_i}$$

T = tiempo promedio de germinación.

t_i = número de días después de la siembra.

n_i = número de semillas germinadas el día i.

Índice de velocidad de germinación (IVG): Es la integración de los tiempos medios de germinación de cada semilla (Manguire, 1962) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i}$$

IVG = Índice de velocidad de germinación.

t_i = Número de días desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

n_i = Número de semillas germinadas el día i.

Valor cultural: Es un indicador de la calidad de la semilla, indica la cantidad de semilla pura presente y el potencial de germinación bajo condiciones ideales en laboratorio. Se calculó multiplicando el porcentaje de pureza por el porcentaje de germinación y dividiendo este valor entre 100.

Fórmula:

$$VC = \frac{P \times G}{100}$$

Donde:

VC = Valor cultural.

P = Coeficiente de pureza.

G = Coeficiente de germinación.

c) Diseño del Experimento

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias aplicando la prueba Duncan al (p 0.05) de probabilidad con el programa estadístico InfoStat versión 2017.1.2.

Resultados y discusiones

Se evaluaron los parámetros del análisis de calidad física y fisiológica, no se realizó ningún pretratamiento para las semillas, y la duración del ensayo fue por nueve días para evaluar los parámetros que determina la calidad fisiológica.

Análisis de calidad física:

Los resultados obtenidos del análisis de pureza fueron de 93.25 %, y para las otras semillas fue de 5.38%. En la Tabla 1 se detalla los porcentajes de semillas puras (sin daño y con daño) y otras semillas. Según las normas de producción y certificación de leguminosas de grano propuestas por el INIA (2009), el contenido de semilla pura mínimo para semilla certificada, básica, registrada y autorizada es de 98%, para materia inerte exige un máximo de 2%, y para otras semillas exige 0% para básica, 0.1% para certificada, autorizada y registrada. Según los resultados encontrados, se excede el porcentaje de otras semillas.

Por otro lado, Romero et al. (2020) realizaron pruebas de análisis de pureza en semillas de frijol común variedad palicero en Colombia, obtuvieron resultados similares con 99.98%, y para las normas de certificación de semilla del Instituto Agropecuario Colombiano exige un 98% de semilla pura para las clases de semilla básica, certificada y registrada.

Tabla 1:

Análisis de pureza con 48.88 g de muestra frijol

Concepto	Gramos	%
Semilla pura	48.88	93.25
Semilla pura sin daño	46.02	87.79
Semilla pura dañada	2.86	5.46
Otras semillas		
<u>Semillas de otros cultivos</u>	2.82	5.38
Phaseolus vulgaris L	1.6	3.05
Triticum spp.	1.22	2.33
Semillas de malezas	0	0.00
Materia inerte	0.72	1.37
Total	52.42	100
Peso inicial (5% = 10,9)		
Diferencia	0.1	

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al contenido del porcentaje de humedad de las semillas de frijol, se encontraron con 9,1 % humedad, lo cual es un porcentaje adecuado como indica Aguirre (1990), pues en su investigación se encontró que las semillas de frijol variedad Calima con alta calidad Inicial y con una humedad máxima de 12%, al ser almacenada herméticamente

en un ambiente a 30°C hasta por ocho meses no sufre pérdidas significativas en su calidad fisiológica.

Análisis de calidad fisiológica:

Se analizaron los parámetros porcentaje de germinación, tiempo promedio de germinación, índice de velocidad de germinación y valor cultural.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación fueron de 77%. Se tomaron en cuenta plántulas normales (72%) y plántulas anormales (5%). En la Tabla 2 se detalla los porcentajes por cada condición de las semillas. Según los resultados observados, existe un alto porcentaje de semillas no germinadas con 21%, siendo un indicador de que se está trabajando con semillas con poca viabilidad y muy mala calidad. Acorde a las reglas ISTA (2016) y las normas para la producción, certificación y comercio de semillas de leguminosas de grano propuestas por el INIA (2009), las semillas deben tener un mínimo de 98% de germinación para los cuatro tipos de certificación. Asimismo, Toledo et al., (2009) indican que un bajo porcentaje de germinación es la pérdida de la capacidad de las semillas para realizar sus funciones vitales.

Tabla 2

Determinación del porcentaje de germinación en semillas de frijol.

Repetición	N° de semillas sembradas	Semillas germinadas		Semillas No germinadas		
		Normales	Anormales	Duras	Frescas	Muertas
1	25	18	0	5	0	2
2	25	17	1	7	0	0
3	25	19	2	4	0	0
4	25	18	2	5	0	
Total	100	72	5	21	0	2
% G		77		21		2

77%

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el tiempo promedio de germinación, se calcularon los datos según la fórmula descrita en la metodología. Se obtuvo como resultado 3.9 días. Según Gordon, (1971) menciona que un retraso en la germinación sería por la resistencia que presentan cada especie para germinar. Los resultados de análisis de varianza (ver Tabla 3 y Tabla 4) analizados con InfoStat, muestra diferencias estadísticas significativas a partir del cuarto día.

Tabla 3

Análisis de R2

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
GERMINACION	28	0.94	0.92	21.58

Fuente: Elaboración propia



Tabla 4

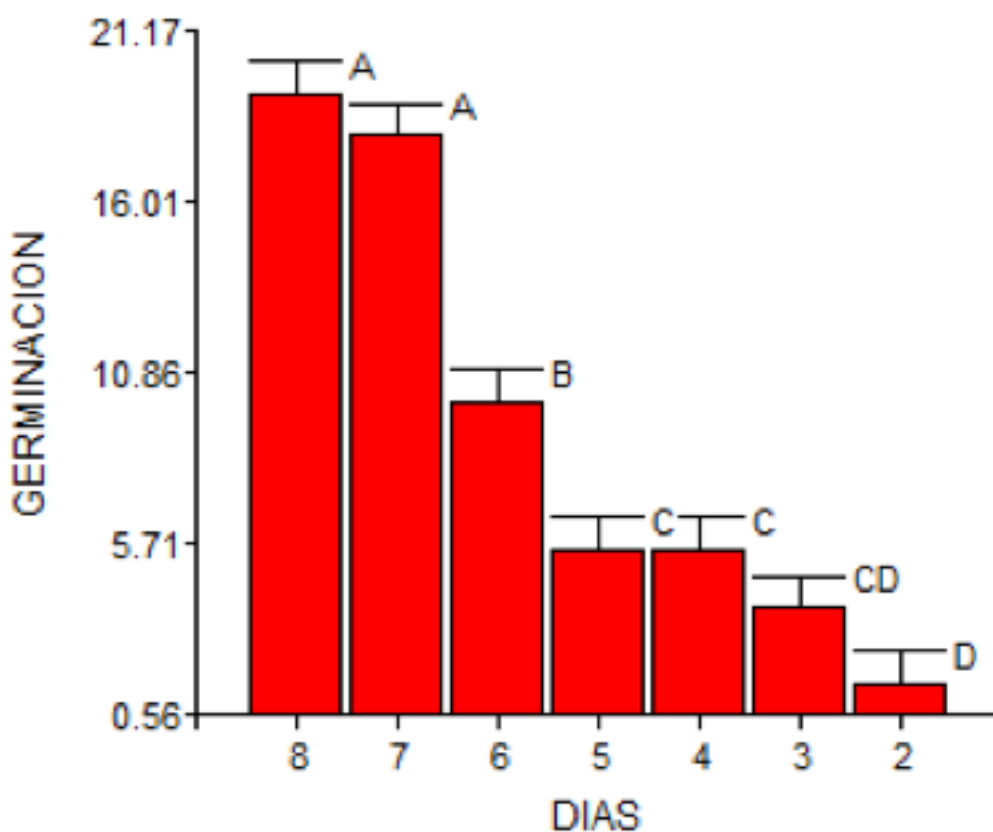
Análisis de la Varianza

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1181.36	6	196.89	51.36	<0.0001
DIAS	1181.36	6	196.89	51.36	<0.0001
Error	80.5	21	3.83		
Total	1261.86	27			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1

Evaluación de las semillas germinadas de frijol por día



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 1 se muestra que las semillas, en su mayoría, empezaron a germinar a partir del séptimo día, haciendo promedio de 18 semillas por repetición.

Para el índice de velocidad de germinación se tomó los resultados de la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación (Maguire, 1962). Las semillas de frijol obtuvieron como promedio de tiempo de germinación igual a 7 días y una germinación igual a 77%, debido a eso, su índice de velocidad de germinación fue muy bajo con 3.3 contando hasta ocho días de evaluación. Por ende, representa una semilla de

baja calidad que no es recomendable para su cultivo pues tiene un resultado errático debido a su baja viabilidad.

Rodríguez et al. (2016), tiene un resultado de 0.4 de velocidad de germinación semanal en semillas de *Juglans jamaicensis* a lo que denomina como germinación errática esto fue evaluado durante 90 días, siendo su promedio de germinación para la especie de 40 días aproximadamente.

Respecto a los resultados de valor cultural, se tomó en cuenta el porcentaje de semillas puras y el porcentaje de germinación que se halló en este estudio, en otras palabras, reúne los valores de pureza y poder germinativo. Este parámetro nos indica la cantidad de semillas útiles que pueden ser utilizadas para sembrar. En la Tabla 5 se muestra los resultados obtenidos por la multiplicación del porcentaje de pureza y el porcentaje de germinación divididos entre 100, dando como resultado 37.63%

Tabla 5

Determinación del valor cultural en semillas de frijol

Especie	% P	% G	% VC
Frijol	77	48.88	37.63

Fuente: Elaboración propia

Asto de la Cruz (2019) obtuvo un promedio de valor cultural de semillas de 86.5%, en cuatro variedades de lechuga confirmando la buena viabilidad de la semilla bajo condiciones óptimas. Tomando esto en cuenta, el resultado del análisis de valor cultural de la semilla de frijol (37.63%) muestra la baja calidad de la semilla al tener poca viabilidad, por lo tanto, si ésta se usará para siembra se necesitará incrementar el volumen de semilla el cual generaría un incremento en el costo de producción al tener que comprar semillas de calidad. Por otra parte, si el destino de la semilla es para conservación, esto no va a asegurar la longevidad de la semilla y conllevaría a un gasto innecesario de insumos y tiempo.

Conclusiones

Según el análisis de valor cultural de la semilla de frijol evaluada, esta no es recomendable para la siembra al demostrar baja calidad en los parámetros de calidad física y fisiológica demostrando así su poca viabilidad bajo condiciones óptimas.

Referencias bibliográficas

Aguirre, R. (1990). Efecto de la humedad en el almacenamiento hermético a corto plazo de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomía Mesoamericana*, 1(1), 35-44.

- Alarcón, A. L. (2006). Nutrición y Riego en los viveros. Revista Horticultura Internacional: Viveros II, 52-64.
- Asto de la Cruz, A. N. (2019). Determinación del valor cultural de cuatro cultivares de semilla de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo las condiciones del Valle Santa Catalina [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://n9.cl/2r53y>
- Escobar, R. (1978). Comparación de algunos métodos para la evaluación de la germinación en semillas de maíz (*Zea Mays* M.). Revista Agronomía Costarricense, 3(1), 7-11.
- González-Zertuche, L., & Orozco-Segovia, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. Botanical Sciences, (58), 15-30.
- Gordon, A. G. (1971). La prueba de resistencia a la germinación: una nueva prueba para medir la calidad de la germinación de los cereales. Revista Canadiense de Ciencias de las Plantas, 51(2), 181-183.
- International Seed Testing Association. (2016). Normas internacionales para el análisis de semillas. Bassersdorf.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor [Velocidad de germinación: ayuda en la selección y evaluación de la emergencia y el vigor de las plántulas]. Crop Sci., 2, 176-177.
- Pita, J. y Pérez, F (1998). Germinación de semillas. Hojas divulgadas. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Rodríguez Sosa, J. L., & Aguilar Espinosa, C. (2019). Estructura morfológica, germinación y vigor de semillas de *Juglans jamaicensis* C. DC. del Parque Nacional Turquino. Revista Cubana de Ciencias Forestales, 7(3), 283-296.
- Romero, E. P., Pelayo, W. V., Otalora, A., & Ortiz, M. T. (2020). Evaluación de la calidad de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Palicero en el banco de semillas de la Universidad Libre. Avances Investigación En Ingeniería, 17(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5897>
- Toledo, M. Z., Fonseca, N. R., Cesar, M. L., Soratto, R. P., Cavariani, C., & Crusciol, C. A. C. (2009). Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura [Calidad fisiológica y almacenamiento de las semillas de judía como resultado de la aplicación tardía de abonado superior nitrogenado]. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, 39(2), 124-133.



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Principales plagas que afectan al cultivo de repollo
(*Brassica Oleraceae* var. capitata) en el Valle de Santa

Main pests affecting the cabbage crop (*Brassica Oleraceae*
var. *Oleraceae* var. capitata) in Valle de Santa

Catalina Elizabeth Del Solar Norabuena

[0009-0001-5399-725X](tel:0009-0001-5399-725X)

Universidad Privada San Pedro

1117100942@usanpedro.edu.pe

Cita en APA: Del Solar, C. E. (2023). Principales plagas que afectan al cultivo de repollo (*Brassica Oleraceae* var. capitata) en el Valle de Santa. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 1(2), 30-39.



Resumen

Las plagas generan pérdidas significativas en la producción agrícola mundial al afectar la flora y productos vegetales. Esta investigación utilizó un diseño no experimental de alcance descriptivo cuya población incluyó a los productores del Valle de Santa y como técnica de recolección de data se utilizó encuestas.

Asimismo, se identificó las tres plagas que generan un mayor daño al cultivo de repollo y a la situación económica de los agricultores: la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), la mariposa blanca del mastuerzo (*Leptophobia aripa*) y el pulgón (*Brevicoryne brassicae*), además de la oruga de la col (*Trichoplusia ni*) como una plaga secundaria. Además, se encontró que las elevadas temperaturas climáticas aceleran la proliferación de plagas, por esta razón, se recomienda sembrar en temporadas frías para que los repollos desarrollen una adecuada formación de cabezuelas y se facilite el control integrado de las plagas por parte de los agricultores.

Palabras claves: Plagas, cultivo, repollo, agronomía, infestación.

Abstract

Pests generate significant losses in global agricultural production by affecting flora and plant products. This research used a non-experimental design with a descriptive scope whose population included the producers of the Santa Valley and surveys were used as a data collection technique.

Likewise, the three pests that cause the greatest damage to the cabbage crop and the economic situation of farmers were identified: the diamondback moth (*Plutella xylostella*), the white crested butterfly (*Leptophobia aripa*) and the aphid (*Brevicoryne brassicae*), in addition to the cabbage caterpillar (*Trichoplusia ni*) as a secondary pest. In addition, it was found that high climatic temperatures accelerate the proliferation of pests, for this reason, it is recommended to sow in cold seasons so that the cabbages develop adequate head formation and facilitate integrated pest control by farmers.

Keywords: Pests; crop; cabbage; agronomy; infestation.

Introducción

La palabra plaga puede ser tan general como lo define Zepeda (2018) con sentido antropocéntrico, señalando que el ser humano lo aplica a todo lo cual le perjudica, o en su acepción más corta y rigurosa para el agro, a cualquier artrópodo incómodo.

Actuales estimaciones llevadas a cabo para distintas plagas, proporcionan una iniciativa importante del grado de pérdidas económicas por el mal que producen y por la administración que es preciso en su funcionamiento. Ejemplificando, en la situación de la «polilla dorso de diamante» *Plutella xylostella*, se cree que la administración de control se encuentra entre USD 4 a 5 mil millones (Lizárraga, 2018).

La polilla de la col, *Plutella xylostella* (L), es una especie clave en cultivos del núcleo familiar de la *Brassicaceae*. Las larvas ingresan a las hojas y se alimentan de su tejido interno, consumiendo preferentemente por el envés sin influir las venas o nervaduras. Mientras las hojas crecen, los agujeros se agrandan y en ataques bastante intensos se disminuye el sector foliar. En épocas más secas, dichos perjuicios tienen la posibilidad de aumentar (INIA, 2017).

La palomilla dorso de diamante (*P. xylostella*), popular como polilla del repollo, es una especie de insecto lepidóptero del núcleo familiar *Plutellidae* con una repartición continua y universal. En regiones templadas no puede sobrevivir el invierno coloniza las zonas productoras de crucíferas finalmente de la estación de cultivos o mediante las plántulas de trasplante provenientes de zonas subtropicales (López y Sosa, 2016).

La larva de la *Plutella xylostella* L. es la que causa el mal, debido a que perjudica la calidad de la cabeza del repollo. El desempeño de esta plaga se hace difícil por el hábito de esconderse en la cabeza o en el envés de las hojas de repollo, además de que las hojas de repollo permanecen cubiertas de una capa de cera, lo cual hace difícil que los insecticidas puedan tener una buena cobertura y permanezcan un largo tiempo sobre las hojas (Marino, 2016).

Los factores climáticos inciden directamente en la duración del ciclo de vida de los insectos, reduciendo su supervivencia y provocando cambios temporales en el tamaño de sus poblaciones, en las que la temperatura y la precipitación son los principales ingredientes. En un análisis realizado en Brasil, se concluyó que la temperatura es el principal factor abiótico que afecta el crecimiento y supervivencia de *P. xylostella*, la cual completó su período entre los 10 a 32.5 °C (Martínez, Salas y Díaz, 2016).

Las larvas de *Leptophobia aripa* en sus primeros estadios son gregarias, alimentándose muchas veces una al lado de la otra, después se dispersan sobre toda la planta, para alimentarse primordialmente de las hojas exteriores, esqueletizándolas anterior a consumir el corazón del repollo. Las larvas además ensucian la cabeza del repollo con el excremento. Se alimenta con más voracidad en etapa seca y es más común en regiones altas del Salvador donde se generan los cultivos de crucíferas (Estrada, 2015). Es una plaga importante de los cultivos de crucíferas, debido a que afecta el incremento, ocasionando secciones deformadas de los tallos florales del brócoli y la coliflor o manchas en las hojas de la col. Las larvas consumen follaje, al principio en las hojas exteriores, después consumen la

mayoría de los tejidos de los adolescentes e inclusive tienen la posibilidad de llegar a el área de los meristemas (Pérez, Moreno, Sánchez, Arias y Sarmiento, 2012)

La *Leptophobia aripa* una especie que causa daños a las plantas de repollo, ocasionando grandes pérdidas económicas, los datos del departamento de control natural aún son limitados, habiendo estudiado las características biológicas de la especie, se ha reportado algunos enemigos naturales como: *Diadegma insulare* (Cresson) (*Ichneumonidae*); muestra por primera ocasión a *Ephialtes bazani* Blanchard (*Ichneumonidae*), especies que tienen la posibilidad de actuar como parásitos primarios o secundarios (Pérez, et al., 2012).

Los pulgones *Brevicoryne brassicae* (L.) es la especie de mayor relevancia, componen una de las plagas más severas en funcionalidad de los males directos que provocan y por ser vectores de virus fitopatógenos y contribuir al desarrollo de fumaginas, que crecen sobre sus excreciones azucaradas (INIA, 2017).

Olivares y Morán (2017) investigaron, *principales plagas presentes en los cultivos de repollo, tomate y lechuga*; concluyen que el daño más directo por *B. brassicae* es la succión de la savia, lo que crea una pérdida de color en la lámina foliar, pudiendo lograr conseguir un debilitamiento de la planta. En las zonas de las hojas donde se establecen las colonias además se crea un encarrujamiento.

Labou, Brévault, Sylla, Diatte, Bordat y Diarra (2017) investigaron, *incidencia espacial y temporal de las plagas de insectos en campos de coles de los agricultores en Senegal*; concluyen que la plaga clave *P. xylostella* está presente en cada una de piezas durante la temporada de cultivo. Se debe hacer más búsqueda en el campo (planta huésped) en indagación en el campo sobre la resistencia de las plantas hospedadoras, cultivos trampa y redes para insectos. y a escala (conservación de enemigos naturales autóctonos) para continuar en la gestión integrada y complementar la acción de los enemigos naturales en los sistemas de producción brassicas.

Sharma, Kumawat y Jhumar (2017) investigaron, *abundancia estacional de la polilla de la col y sus enemigos naturales en la col*; concluyen que la exploración será eficaz en la preparación de un calendario adecuado para la administración eficaz de esta plaga. En todo el presente estudio, se encontró que el cultivo estaba abundantemente infestado de *Plutella xylostella*.

Hernández (2013) menciona, respecto a la plaga del gusano falso medidor, además así conocido por diversos y su representación científica es *Trichoplusia ni*, esta plaga se encuentra presente principalmente en las hortalizas, los cambios de temperatura hacen de un clima favorable para el desarrollo de su población y cada vez aumentando más, asimismo las malezas del campo hacen que este gusano pueda aumentar y reproducirse de una manera más rápida.

También se han encontrado en los cultivos de hortalizas los trips, quienes ocasionan raspaduras en las hojas y en los sitios salvaguardados de la planta así mismo realizan un punteado clorótico, deformación y marchites de las hojas, debido a que este insecto es raspador y chupador de la savia (Zela, 2016).

Metodología

En esta investigación se utilizó el nivel descriptivo porque se ha buscado describir y detallar de una manera específica sobre la incidencia de las principales plagas que afectan al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* va. capitata) en el Valle de Santa.

El diseño que se utilizó fue no experimental, pero se aplica los enfoques (cualitativo y cuantitativo); la población fue conformada por los productores del valle de Santa (100 aproximadamente), de los cuales se consideró 50 agricultores para realizar la muestra de estudio, se realizó una encuesta participativa con los agricultores productores del cultivo de repollo de esta manera para poder recolectar los datos suficientes y poder identificar a las principales plagas que mayores daños les ocasionan al cultivo en el Valle de Santa, todo relacionado a las (plagas clave, factores que intervienen en la propagación de dichas plagas).

La muestra en este presente trabajo de investigación, fue conformada por 50 agricultores del distrito de Santa, para que se pueda realizar la recolección de datos se efectuó utilizando una encuesta como ya se había mencionado anteriormente.

La técnica que se utilizó en el trabajo de investigación fue la encuesta, ya que tuvo mayor relación al tipo de investigación que se viene realizando de esta manera para dar solución al objetivo general planteado, que consiste en determinar las principales plagas que afectan al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) en el Valle de Santa - Áncash.

En cuanto al instrumento que se utilizó, fue el cuestionario de encuestas, para poder obtener los datos necesarios de esta investigación, los ítems planteados son dicotómicos, es decir cumplen como respuesta solamente dos valores (SI y NO).

El valle de Santa es un distrito de la provincia de Santa, se encuentra situado en el margen izquierdo del río Santa, en la parte noroeste de la provincia del Santa, departamento de Áncash - Perú, a 6 metros sobre el nivel del mar, del km. 444 de la carretera Panamericana Norte, en las coordenadas Latitud Sur 08°59'04" y Longitud Oeste 78°37'14".

El valle de Santa cuenta con suelo fértil arenoso en algunas zonas adyacentes y de superficies planas. El valle del río Santa posee temperatura atmosférica de tipo sub tropical árido, con escasa y casi nula precipitación en su parte media o baja. Los parámetros climáticos representativos del valle corresponden la estación de Rinconada, que está ubicada próxima a los sistemas de riego de Irchím y Chimbote.

Resultados

En el presente trabajo de investigación se consideró dos objetivos específicos:

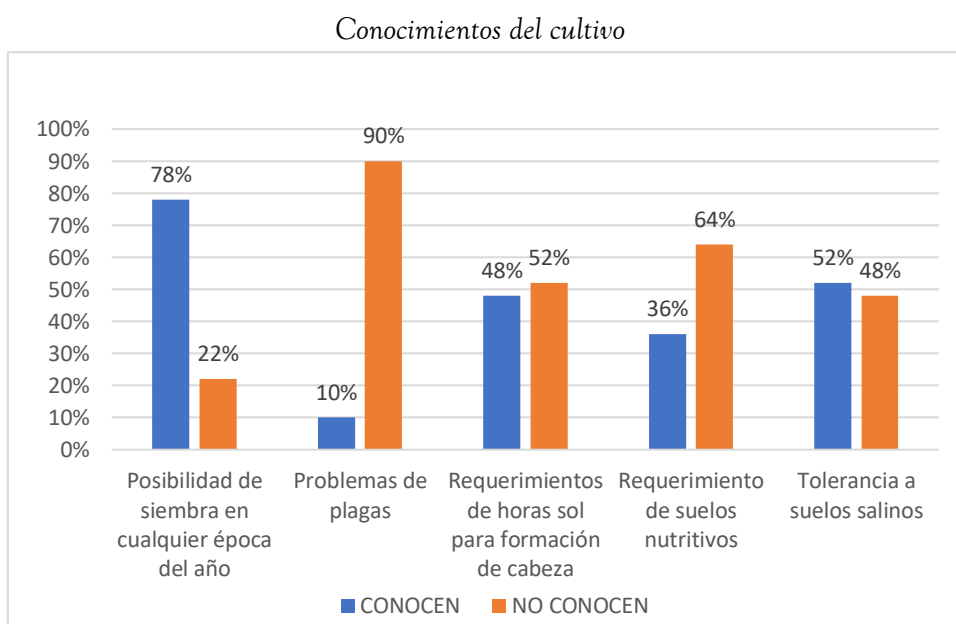
- Identificar la incidencia de las plagas y los daños que ocasionan al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) en el valle de Santa.
- Identificar los factores que intervienen en la propagación de las principales plagas que afectan al cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) en el valle de Santa.

Los resultados se muestran en base a los objetivos propuestos; se plantearon 20 interrogantes a los agricultores; del Valle de Santa, en la cual se realizó la división en cuatro grupos de dimensiones.

Conocimientos sobre el cultivo

En la figura 1 se muestra las primeras interrogantes planteadas a los agricultores en la cual respondieron que el 78% de agricultores afirma que si es posible sembrar en cualquier época del año y un 22% tiene desconocimiento de ello, el 10% de agricultores tiene conocimiento sobre los problemas que se presentan por las plagas y el 90% desconoce, por eso a veces no suelen realizar controles en dicho cultivo, y un 48% de agricultores conoce la importancia de las horas sol para la formación de la cabeza del repollo, y el 52% tiene desconocimiento acerca de ese tema; así mismo, el 36% de los agricultores conoce la importancia del requerimiento de los suelos nutritivos y el 64% lo desconoce, para finalizar este primer grupo de interrogantes acerca del conocimiento del cultivo de repollo, el 52% de los agricultores conoce sobre la tolerancia a suelos salinos y el 48% desconoce.

Figura 1



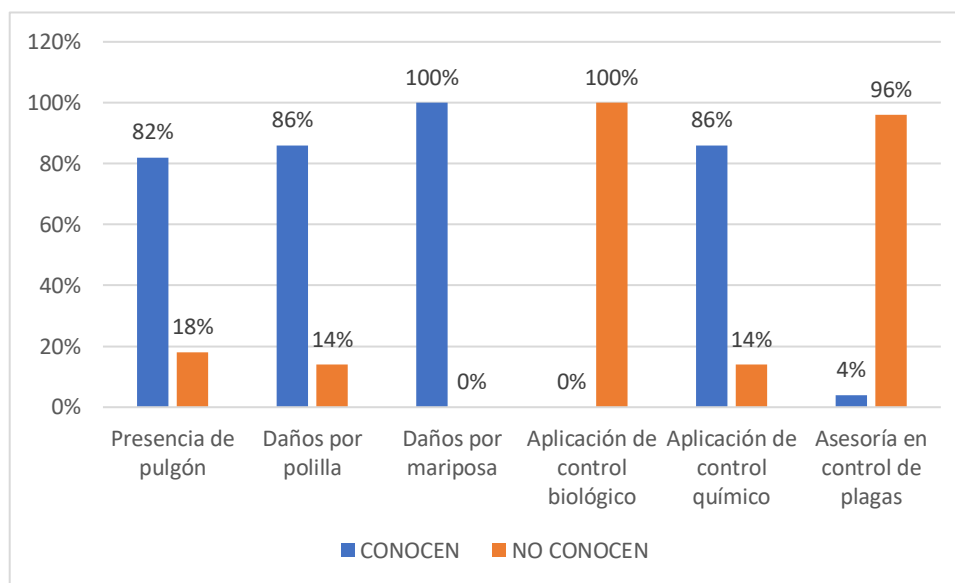
Fuente: Elaboración propia

Conocimientos sobre plagas

Como se señala en la figura 2, este grupo consta de seis interrogantes donde son relacionados sobre el conocimiento que tienen los agricultores acerca de las plagas, un 82% si conoce sobre la incidencia del pulgón en el cultivo de repollo, en cambio el 18% desconoce sobre la presencia del pulgón, el 86% de los agricultores conoce la presencia de daños por la polilla, solo el 14% no conoce los daños en específico y el 100% de agricultores conoce los daños que fueron ocasionados por la mariposa de la col; por otro lado, ninguno de lo agricultores utiliza el control biológico, al contrario el 86% utiliza el control químico y solo el 4% cuenta con asesoría de profesionales sobre el control de plagas.

Figura 2

Conocimiento en plagas



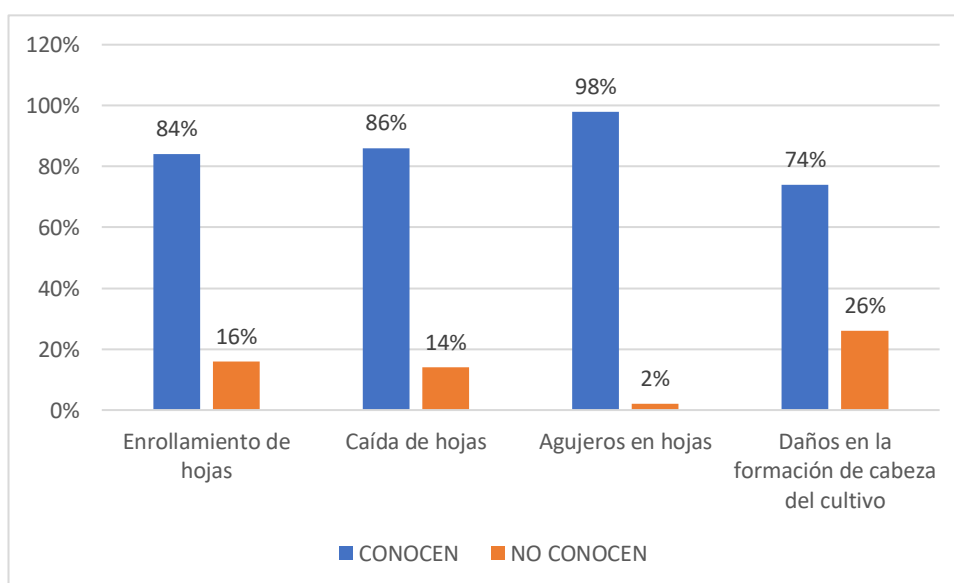
Fuente: Elaboración propia

Sintomatología vegetal

En la figura 3 se muestra que al 84% de los agricultores se le presentó el enrollamiento de hojas y logró reconocer que eran a causa de las plagas presentes en su cultivo, solo el 16% desconoció, también al 86% de los agricultores se les presentó la caída de hojas y el 14% respondió que no reconoció, y el 98% dijo que se les presentó agujeros en las hojas en su planta de su cultivo de repollo y el 74% dijo que tuvieron daños en la formación de cabeza del cultivo.

Figura 3

Signos y síntomas



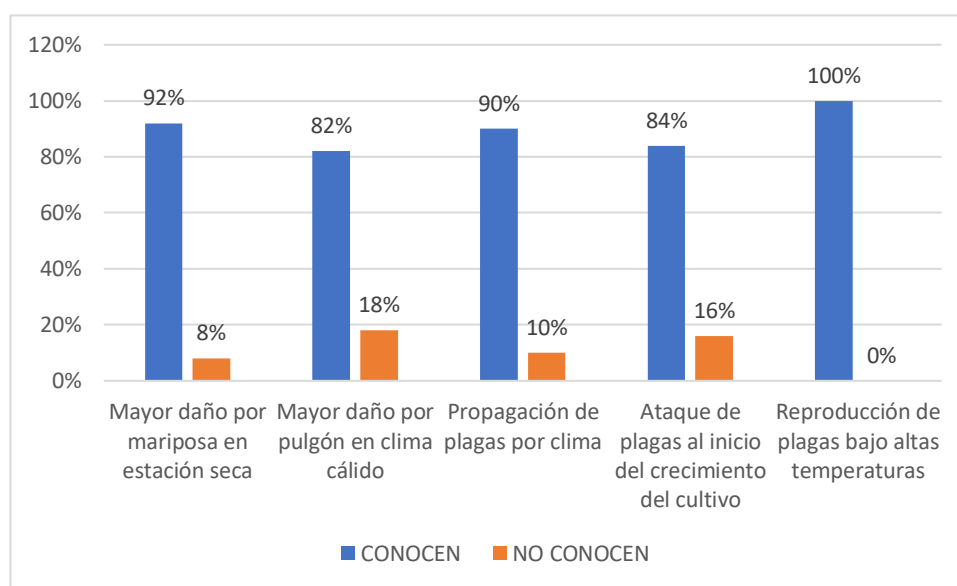
Fuente: Elaboración propia

Interacción Clima – Plaga

Acorde a la figura 4, el 92% de los agricultores respondió que el mayor daño por mariposa se presenta en la estación seca, así mismo, el 82% dijo que el pulgón también se presenta en clima cálido, del mismo modo, el 90% respondió que la propagación de plagas es por el tema del clima, así como también, el 84% reconoció que el ataque de plagas es más feroz cuando la planta se encuentra en sus primeros días de crecimiento y finalmente el 100% respondió que la reproducción de plagas se da por las altas temperaturas.

Figura 4

Interacción entre el clima y la plaga



Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Luego de haber realizado este proyecto de investigación podemos concluir que, dentro de todas las plagas que dañan al cultivo de repollo en el valle de Santa, encontramos tres plagas que son de mayor importancia económica entre ellas tenemos: la palomilla dorso de diamante o polilla de la col (*Plutella xylostella*), la mariposa blanca del mastuerzo (*Leptophobia aripa*), de ese mismo modo se pudo comprobar la presencia del pulgón (*Brevicoryne brassicae*) y la plaga secundaria que se encontró es a la oruga de la col o gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*).

El clima es uno de los principales factores que ayuda a la propagación de plagas, ya que el 100% de los agricultores encuestados lo consideran de esa manera; así mismo, consideran que las altas temperaturas ayudan que las plagas se propaguen de manera más rápida y se puedan incrementar en el cultivo, ya que atacan con más intensidad en tiempos de verano, por eso no se recomienda sembrar en esas épocas, lo más conveniente es realizar la siembra en tiempo de invierno, para que no sean atacadas con frecuencia y puedan formar sus

cabezuelas los repollos sin ningún problema y se pueda llevar un manejo integrado de plagas.

Referencias

- Estrada, C. (2015). Descripciones del ciclo biológico de la mariposa del repollo *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae) en El Salvador. [Descriptions of the life cycle of the cabbage butterfly *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae) in El Salvador]. *BIOMA*, 55(34), 7-15. Recuperado de <https://n9.cl/yewsx>
- Hernández, D. (2013). *Efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en mexquitic de Carmona*. [Biological effectiveness of entomopathogens for broccoli pest control in mexquitic de Carmona]. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Recuperado de <https://n9.cl/o7rgs>
- INIA (2017). *Pulgón de las crucíferas*. [Cruciferous aphid]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <https://n9.cl/doafx>
- Labou, B., Brévault, T., Sylla, S., Diatte, M., Bordat, D. y Diarra, K. (2017). Spatial and temporal incidence of insect pests in farmers' cabbage fields in Senegal. *International Journal of Tropical Insect Science*, 37(4), 225-233. doi: <https://doi.org/10.1017/S1742758417000200>
- Lizárraga, A. (2018). *Caracterización del capital humano asociado al desarrollo del control biológico de plagas agrícolas en el Perú*. [Characterization of human capital associated with the development of biological control of agricultural pests in Peru]. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Recuperado de <https://n9.cl/6q12v>
- López, L. y Sosa, M. (2016). *Estudio poblacional de Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) y Diadegma insulare Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae) bajo la influencia de tratamientos comerciales y selectivos en el cultivo de (Brassica oleracea L.)*. [Population study of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) and *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae) under the influence of commercial and selective treatments in the cultivation of (Brassica oleracea L.)]. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, República Dominicana. Recuperado de <https://n9.cl/kwc1z>
- Marino, M. (2016). *Diagnóstico del control químico de la Plutella xylostella L, en el cultivo de repollo, en Barraza - La LIBERTAD*. [Diagnosis of the chemical control of *Plutella xylostella* L, in the cultivation of cabbage, in Barraza - La LIBERTAD]. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de <https://n9.cl/4mo02>
- Martínez, O., Salas, M. y Díaz, J. (2016). Estimación del número de adultos de *Plutella xylostella* (Lepidóptera: Plutellidae) en función de temperatura en Irapuato. [Estimation of the number of adults of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) as a function of temperature in Irapuato]. *Entomología Agrícola*, 3, 375-381. Recuperado de <https://n9.cl/ovfsc>
- Olivares, N, Guzmán, A. y Morán, A. (2017). *Con apetito de hojas: Guía para el reconocimiento de la polilla de la col*. [With an appetite for leaves: Guide to cabbage moth recognition]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <https://n9.cl/28a4z>

Principales plagas que afectan al cultivo de repollo (*Brassica Oleraceae* var. capitata) en el Valle de Santa

- Olivares, N. y Morán, A. (2017). *Principales plagas presentes en los cultivos de repollo, tomate*. [Main pests present in cabbage and tomato crops]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <https://n9.cl/pe7kc>
- Pérez, A., Moreno, E. F., Sánchez, J., Arias, P. D. y Sarmiento, M. C. (2012). Registro de *Conura* sp. grupo *immaculata* (Hymenoptera: Chalcididae) parasitando *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) en *Brassica oleracea* var. *italica*. [Record of *Conura* sp. *immaculata* group (Hymenoptera: Chalcididae) parasitizing *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) on *Brassica oleracea* var. *Italica*]. *Entomotropica*, 27(2), 99-101. Recuperado de <https://n9.cl/zr0me>
- Sharma P., Kumawat K. C. y Jhumar L. (2017). Seasonal abundance of diamondback moth and natural enemies on cabbage. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 176-179. Recuperado de <https://n9.cl/mngyx>
- Zela, U. K. (2016). *Trampas de color para control de insectos plaga en hortalizas de hoja en el centro poblado de Jayllihuaya*. [Color traps for insect pest control in leafy vegetables in the town of Jayllihuaya]. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú. Recuperado de <https://n9.cl/ihl3y>
- Zepeda, I. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. [Sustainable management of agricultural pests in Mexico]. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(1), 99-108. Recuperado de <https://n9.cl/n7i1>



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Uso de control químico para *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L.*) en el valle del Santa - Ancash

Use of chemical control for *Pyricularia Oryzae* in rice cultivation (*Oriza sativa L.*) in the Santa Valley - Ancash

Brayan Julinho Gomez Castillo

[0000-0002-9546-3643](tel:0000-0002-9546-3643)

Universidad San Pedro

1717100219@cientifica.edu.pe

Cita en APA: Gomez, B. J. (2023). Uso de control químico para *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L.*) en el valle del Santa - Ancash. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 1(2), 40-50.



Resumen

Las enfermedades causadas por microorganismos fitopatógenos son la principal amenaza para la producción agrícola, generando pérdidas significativas en la cosecha y durante el almacenamiento de los productos para su posterior comercialización. Esta investigación fue tipo descriptiva, debido a que se enfoca en explicar, catalogar o definir el problema planteado, la naturaleza de los datos a obtener nos permite hacer una investigación de tipo cualitativa, porque inicialmente se hace la recolección de datos, luego los análisis de datos, es decir recopila datos no numéricos; en referencia al diseño de investigación se utilizó el diseño no experimental, porque no hay manipulación de las variables, el criterio de inclusión son todos aquellos agricultores que cuentan con el cultivo de arroz.

Asimismo, se identificó los controles químicos más utilizados por los agricultores del valle de Santa, también el tiempo de aplicación que realizan para poder tener mejores resultados en el control ante esta enfermedad que ataca en grandes proporciones.

Palabras claves: Microorganismos fitopatógenos, producción agrícola, pérdidas en la cosecha, investigación descriptiva, controles químicos agrícolas

Abstract

Diseases caused by phytopathogenic microorganisms are the main threat to agricultural production, generating significant losses in the harvest and during the storage of products for later commercialization. This research was descriptive, because it focuses on explaining, cataloging or defining the problem posed, the nature of the data to be obtained allows us to do qualitative research, because initially the data collection is done, then the analysis of data, that is, collects non-numerical data; In reference to the research design, the non-experimental design was used, because there is no manipulation of the variables, the inclusion criterion is all those farmers who grow rice.

Likewise, the chemical controls most used by farmers in the Santa Valley were identified, as well as the application time they carry out in order to have better results in controlling this disease that attacks in large proportions.

Keywords: Phytopathogenic microorganisms, agricultural production, harvest losses, descriptive research, agricultural chemical controls

Introducción

El arroz es un cultivo que se puede desarrollar en una gran variedad de condiciones, es cultivado desde hace más de 7.000 años en el Sureste asiático y es esencial para la humanidad. Su origen se remonta a pruebas encontradas en China antes del 5000 a.C. y en el norte de Tailandia antes del 6000 a.C. Esta planta crece en ambientes cálidos y húmedos, alcanzando aproximadamente un metro de altura y produciendo flores perfectas y granos dispuestos en una panícula mutante en el ápice del tallo. La clasificación científica la ubica en el género *Oryza* de la familia de las gramíneas, siendo la variedad más cultivada *Oryza sativa*. En cuanto a su composición, es una monocotiledónea pobre en sustancias nitrogenadas y con alrededor del 8% de estas. Además, tiene poco más del 1% de materia grasa (González, 2022).

Dada su importancia, un aumento en la producción de arroz podría significar una contribución significativa para abastecer la demanda alimentaria en regiones en desarrollo, especialmente en Asia y las Américas, donde se concentran los principales consumidores de arroz. Sin embargo, las enfermedades que afectan el cultivo de arroz son una de las principales limitantes de su producción. Se han identificado alrededor de 74 diferentes enfermedades que afectan el cultivo de arroz, siendo solo una docena de estas, causadas en su mayoría por hongos, las que limitan los cultivos en América (González, 2022).

La producción de arroz a nivel mundial alcanzó las 513.7 millones de toneladas para finales de 2022, siendo China e India los países que contribuyen con más del 50% de la producción mundial de este cereal. A su vez, estos países también representan más del 50% del consumo de arroz a nivel mundial (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022)

La demanda y oferta de arroz tiene una tendencia al alza desde los últimos seis años, aunque la primera es suele ser mayor a la segunda (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

El Perú se encuentra en el puesto 20 de los productores de arroz a nivel mundial con una participación de 2.4 millones de toneladas. No obstante, el arroz peruano no es competitivo en el mercado internacional debido a su alto costo de producción, por lo que los destinos internacionales de este producto normalmente son países cercanos en la propia región (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

En los últimos 17 años la producción nacional de arroz ha mantenido un crecimiento que ha oscilado entre 1.7% y 2.26% (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

El ciudadano peruano consume en promedio 70 Kg de arroz por año (Unidad de Inteligencia Comercial, 2020), y se proyecta un mayor consumo de arroz en territorio nacional para los próximos años (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

Es el principal cultivo agrícola del país, incluso ha desplazado a un producto nativo como la papa. Para finales del 2021 representó el 11.5% del valor bruto de producción agrícola, (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

Es un componente esencial de la seguridad alimentaria del país y desempeña un papel significativo en la cocina peruana, siendo considerado como un componente esencial en la dieta de los ciudadanos país (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2020).

Actualmente existe una demanda creciente y no satisfecha por este cereal, por lo que se ha recurrido a importaciones para obtener arroz que tenga una mejor calidad incluso si está más caro que el producto local. Esta situación se ve potenciada por los impactos de cambios climatológicos que afecta al cultivo nacional de arroz (Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, 2022).

Pyricularia Oryzae

Las enfermedades causadas por microorganismos fitopatógenos son la principal amenaza para la producción agrícola, generando pérdidas significativas en la cosecha y durante el almacenamiento de los productos para su posterior comercialización. Este impacto negativo implica mayores costos de producción al requerir estrategias adicionales para controlar los microorganismos patógenos y mitigar sus efectos. En consecuencia, la producción agrícola se ha vuelto un proceso complejo que demanda la integración de conocimientos y datos provenientes de diversas fuentes mediante modelos o sistemas de apoyo para monitorear y controlar enfermedades y plagas (Medina et al., 2020).

El cambio climático ha generado un aumento en la ocurrencia de fenómenos ambientales como las sequías o inundaciones, así como en el nivel de incidencia de enfermedades que afectan a los principales cultivos utilizados para la alimentación y en la industria, los cuales representan más del 50% del área cultivable a nivel mundial. Se estima que entre un 12 y 13% de estos cultivos se vean afectados por estas enfermedades (Quiroga, 2016).

Uno de los principales cultivos señalados es el arroz (*Oriza sativa* L.), cuyo proceso de cultivo tiene como uno de sus principales problemas a las enfermedades causadas por bacterias, hongos, entre otros. Estos agentes bióticos tienen un impacto directo en la reducción de la producción de arroz, afectando la rentabilidad de los agricultores dedicados a este cultivo. Entre las principales enfermedades que representan un problema en las regiones arroceras de todo el mundo se encuentra la *Pyricularia* (Correa, 2014; InfoAgro, s.f.), también conocida como quemado del arroz, la cual es causada por el hongo *Pyricularia oryzae* y puede afectar la totalidad del cultivo de arroz en una locación (Garcés et al., 2012), especialmente si se encuentra en un época lluviosa, ya que está genera una mayor propagación de esta enfermedad (Cárdenas et al., 2010). Por ejemplo, en el año 2003 esta enfermedad causo la pérdida de 266,000 toneladas de arroz en la India, lo que representó un 8% de la producción de ese país (Salazar, 2008).

La *Pyricularia*, también conocida como la enfermedad más significativa del cultivo de arroz, presenta una amenaza considerable al ocasionar pérdidas de rendimiento que

pueden superar el 50%. Esta patología muestra una elevada sensibilidad a ciertas condiciones ambientales, siendo más propensa a desarrollarse en rangos de temperatura entre 25 °C y 28 °C, con mínimas de 19-23 °C. Además, factores como la humedad relativa superior al 80%, periodos prolongados de rocío de 12 a 14 horas, condiciones lumínicas reducidas, altas densidades de siembra y la aplicación de dosis elevadas de nitrógeno favorecen su proliferación. Estos datos destacan la importancia de comprender y gestionar de manera cuidadosa las condiciones ambientales y prácticas agrícolas para prevenir y controlar eficazmente la *Pyricularia* en los cultivos de arroz (Correa, 2014).

El ciclo de vida de este hongo es corto, lo que permite que una misma planta presente múltiples infecciones en poco tiempo. En un primer momento, este hongo ejerce una presión de 8 Mpa aproximadamente para penetrar en la hoja y se desarrolla sin afectar el normal crecimiento de la planta. A partir del tercer día, el hongo ocasiona una muerte en las células foliares y empieza a alimentarse de los restos de estas, lo cual se hace evidente al poder visualizarse lesiones en la planta (Herrera et al., 2023).

Los ataques de la plaga principalmente afectan a las hojas, nudos y el cuello de la panícula. Las lesiones en las hojas se manifiestan con manchas alargadas de color marrón uniforme, que luego desarrollan centros grisáceos y bordes marrones. La gravedad de las manchas puede llevar a la muerte de las hojas en plantas fuertemente afectadas. Además, se observan decoloraciones y áreas necróticas de color marrón en el nudo superior o en su proximidad. En la panícula, se forman lesiones oscuras, a veces causando la rotura de la panícula, y los granos resultan afectados, terminando vacíos o deficientemente llenos, con un color gris característico. La magnitud y apariencia de estas lesiones pueden variar según factores como condiciones ambientales, edad de la mancha, susceptibilidad del cultivar y niveles de suministro de nitrógeno (InfoAgro, 2014).

Aunque los daños en esta última son los más significativos y pueden disminuir la rentabilidad de la inversión necesaria para la explotación del cereal al afectar la calidad y cantidad de la cosecha, las infecciones foliares también pueden incidir en los rendimientos al reducir el número de macollas y la altura de las plantas, llegando incluso a provocar la muerte parcial o total de estas. La disminución de la superficie foliar propicia la entrada de malezas, las cuales compiten con el cultivo por los recursos disponibles (González, 2022).

Cabe mencionar que este tipo de control es ampliamente utilizado en los procesos de cultivo a nivel mundial. Sin embargo, su uso indiscriminado podría reducir la biodiversidad y contaminar el medioambiente (Bettioli et al., 1997), así como inducir el desarrollo de una resistencia a las sustancias químicas utilizadas por parte del patógeno, complicando así su erradicación (Landerio-Valenzuela et al., 2016).

El Codex Alimentarius define un plaguicida como cualquier sustancia utilizada para prevenir, destruir o controlar plagas en la producción y procesamiento de alimentos, productos agrícolas o piensos abarcando también reguladores del crecimiento de plantas y sustancias para proteger cultivos durante el almacenamiento. Esta definición excluye fertilizantes, nutrientes y medicamentos para animales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022).

Hay alrededor de 908 sustancias activas comercializadas como pesticidas en diversas formulaciones. Estas se clasifican en más de 100 categorías, entre las cuales destacan las benzoilureas, triazoles, estrobilurinas, neonicotinoides, carbamatos, organofosforados, organoclorados, piretroides, sulfonilureas y triazinas como los grupos más importante.

Asimismo, las propiedades físico-químicas de los plaguicidas varían ampliamente, abarcando características ácidas, básicas o neutras, volatilidad, y polaridad diferente, entre otras. Además, su estructura puede contener halógenos, fósforo, azufre y nitrógeno (Alder et al., 2006).

Según su finalidad, los plaguicidas se dividen en herbicidas, insecticidas, fungicidas, roenticidas, acaricidas, bactericidas y otras categorías (Pareja, 2012). La eficacia de la mayoría de los fungicidas utilizados en la agricultura es mayor cuando se aplican antes de que el patógeno infecte la planta. Al ser aplicados en la superficie vegetal, estos fungicidas tienen la capacidad de destruir esporas o inhibir el crecimiento de tubos de germinación, apresorios, hifas y otras estructuras fúngicas. En términos generales, la eficacia máxima se alcanza al prevenir la infección y el desarrollo subsiguiente de la enfermedad. Aunque también sucede que las medidas de control deben implementarse después de que se ha producido una infección, una vez que han aparecido los síntomas e incluso cuando los patógenos ya están esporulando (Ivic, 2010).

Aunque se han logrado avances en el Manejo Integrado de Plagas a nivel mundial, los plaguicidas siguen siendo útiles para evitar daños causados por plagas. Conocer el uso adecuado de estos es clave hasta que se puedan adoptar alternativas menos dañinas para el medio ambiente. Los fungicidas, que son plaguicidas sintéticos, son eficaces contra enfermedades causadas por hongos (Arolas et al., 2015).

Método

El presente trabajo de investigación fue descriptiva, debido a que se enfoca en explicar, catalogar o definir el problema planteado, la naturaleza de los datos a obtener nos permite hacer una investigación de tipo cualitativa, porque inicialmente se hace la recolección de datos, luego los análisis de datos, es decir recopila datos no numéricos; en referencia al diseño de investigación se utilizó el diseño no experimental, porque no hay manipulación de las variables, el criterio de inclusión son todos aquellos agricultores que cuentan con el cultivo de arroz. La población estuvo conformada aproximadamente por 500 productores de arroz (*Oriza sativa* L.) en el valle de Santa, en la cual se consideró una muestra de 100 agricultores de la zona, procurando en lo posible que la información sea brindada por los propietarios del predio. El instrumento de investigación utilizado constó con fichas de los cuestionarios donde se encuentran las 12 preguntas debidamente seleccionadas manteniendo la coherencia de la investigación, estas fueron respondidas con respuestas dicotómicas que constan de un SI o NO. Para poder lograr la validez se tuvo que presentar el instrumento de evaluación a tres expertos, así se obtuvo un valor de 68.3% este porcentaje nos indica que es muy válida, posterior a ello se procesó los datos en EXCEL,

este programa es muy útil para procesar los datos de manera más sencilla y rápida, por ello se obtuvo un resultado de 0.6 y esto significa que es un alto grado de confiabilidad.

Resultados

En el presente trabajo de investigación se consideró dos objetivos los cuales fueron:

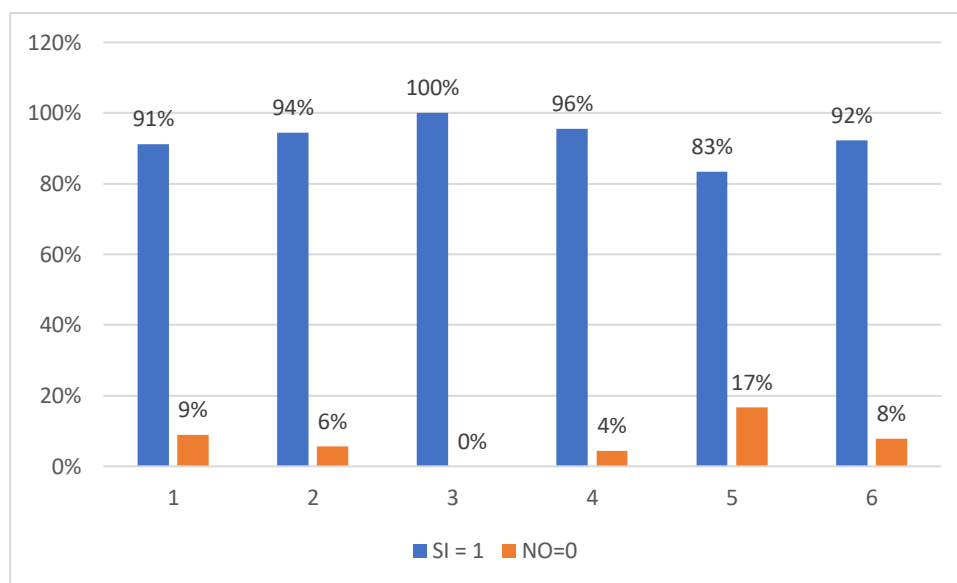
Identificar los insecticidas químicos que se utilizan con mayor frecuencia para el control de *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L.*) en el valle de Santa.

Determinar el tiempo de aplicación del control químico ante *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L.*) en el valle de Santa.

Para la solución de estos objetivos y al problema de investigación; se han planteado 12 interrogantes en dos grupos de dimensiones, para considerar la primera dimensión (objetivo 1), fueron los ítems de las interrogantes 1-6; de ese mismo modo para la segunda dimensión (objetivo 2); fueron los ítems de 7-12.

Figura 1

Identificar los insecticidas químicos más utilizados para el control de *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L.*) en el valle de Santa.



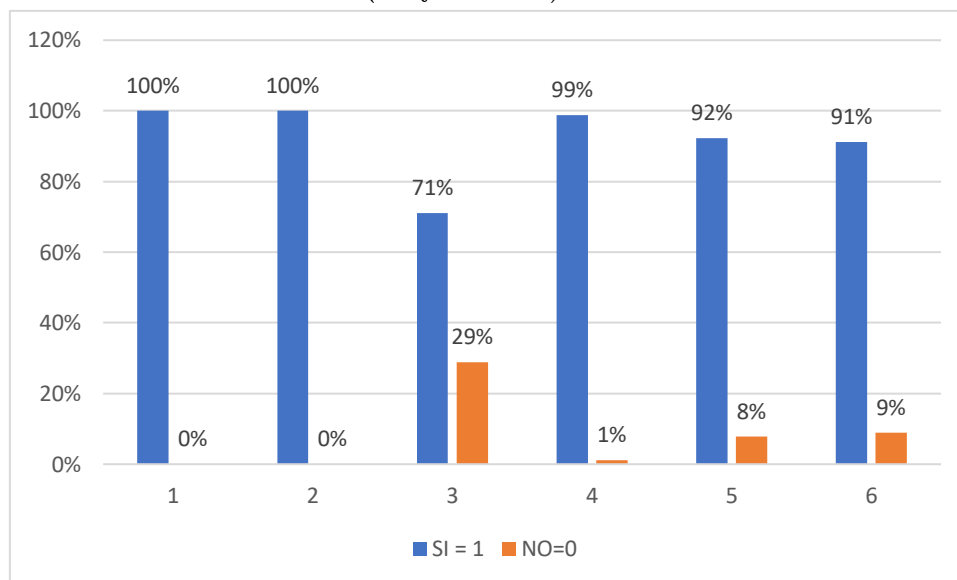
Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, podemos apreciar los resultados, después de la encuesta realizada a los 100 agricultores del valle de Santa, respecto a la aplicación insecticidas, en el cultivo de arroz, el 91% de los agricultores ya tienen destinado sus productos para que realicen la aplicación ante los problemas que se presenta, así mismo el 94% asegura que el producto folicur controla la enfermedad que ataca al cultivo de arroz, el 100% de los agricultores también utiliza el producto, Amistar para poder combatir los problemas que se presenta en dicho cultivo, de tal modo que el 96% utiliza el producto Sportak para poder combatir la *Pyricularia*, que se presenta con mayor frecuencia, por otro lado el 83% de los pobladores

se guía de la ficha técnica para poder majear la dosificación en su cultivo, el 92% considera que utilizar el protexin en una opción para poder combatir los daños.

Figura 2

Determinar el tiempo de aplicación del control químico ante *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en el valle de Santa.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 podemos apreciar los resultados de la segunda dimensión (objetivo 2), donde los agricultores respondieron de la siguiente manera, la encuesta realizada; en el ítem 7 el 100% de agricultores respondió que para el control de *Pyricularia*, los precios de los químicos se encuentran demasiado elevados, para poder controlar esta enfermedad el 100% aplica más de una vez, para así poder tener mayor efectividad, el 71% aplica los productos sin la presencia de los daños, ya que lo realiza como una manera de prevención, así evitar daños mayores, el 99% de agricultores recurre a la ayuda de un ingeniero agrónomo para poder combatir los daños presentados, de esta manera tener una solución, así mismo el 92% de agricultores realiza las aplicaciones sin realizar mezclas con otros productos, para evitar cualquier alteración en el cultivo aplicado, el 91% de los pobladores considera que el clima perjudica el momento de las aplicaciones, para ello eso se debe tener una buena programación de tiempo.

Análisis y Discusión

En el presente trabajo de investigación se logró determinar los controles químicos que se requieren en el cultivo de arroz en el valle de Santa, además de ello se logró concretar que los agricultores ya tienen destinado los productos que van a utilizar ante los daños que les pueda causar cada campaña, la gran mayoría de agricultores utiliza el fungicida Amistar para poder combatir los problemas que se presenta en dicho cultivo, ya que este producto es un preventivo y curativo cuando la infestación no es a gran escala; así mismo, (Becerra,

2001) en su trabajo de investigación utilizó Azoxystrobin, la cuál es el ingrediente activo del Amistar y tuvo resultados favorables ante el control de la *Pyricularia Oryzae*, además se llevó sin causar toxicidad al cultivo de arroz; de esa misma manera.

También el producto folicur es un producto curativo cuando ya existe la presencia de hongo, este producto también es muy utilizado por la gran mayoría de agricultores, así mismo, Pérez (2014), concluye que la incidencia de *Pyricularia grisea* en el cultivo de arroz, tuvo un tratamiento satisfactorio con dicho producto. Así mismo, Trifloxystrobin es un producto muy utilizado para poder combatir los daños ocasionados en el cultivo de arroz, de esta manera coincide con (Vásquez, 2008) que, en su trabajo de investigación, sus resultados obtenidos demuestran que el fungicida Trifloxystrobin redujo significativamente los patógenos de *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* y *Rhizoctonia solani* incidiendo en el rendimiento y el beneficio económico para los agricultores.

Conclusiones

Después de realizar el trabajo de investigación podemos concluir que, los productos químicos más utilizados por los agricultores del valle de Santa son: Amistar para poder combatir los problemas que se presenta en dicho cultivo, de tal modo que el 96% utiliza el producto Sportak para poder combatir la *Pyricularia*, que se presenta con mayor frecuencia, por otro lado el 83% de los pobladores se guía de la ficha técnica para poder majear la dosificación en su cultivo, y una parte de los agricultores considera que utilizar el protexin en una opción para poder combatir los daños.

En cuanto al tiempo de aplicación, los agricultores manifiestan que, realizan en más de una ocasión para poder controlar dicha enfermedad en el cultivo de arroz y el 71% de agricultores aplica los productos sin la presencia de los daños, ya que lo realiza como una manera de prevención, así evitar daños mayores, con dichas aplicaciones frecuentes que realizan y la enfermedad se vuelve persistente, los agricultores optan por buscar una asesoría profesional para tener una buena orientación y resultados favorables.

Referencias

- Cárdenas, R. M., Mesa, S., Polón, R., Pérez, N., Cristo, E.; Fabré, L., & Hernández, J. J. (2010). Relación entre la incidencia de la piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el Complejo Agroindustrial Arrocero Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 14-18. <https://n9.cl/adcdgm>
- Salazar, W. (2008). Efecto de factores físicos y bioquímicos sobre la formación de estructuras infectivas de *Magnaporthe grisea* agente causal de pyriculariosis en arroz (*Oryza sativa*). *Universitas (León): Revista Científica de la Unan-León*, 2(1), 31-36. <https://doi.org/10.5377/universitas.v2i1.1641>



Uso de control químico para *Pyricularia Oryzae* en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en el valle del Santa - Ancash

- Garcés, F., Díaz, G., & Aguirre, A. (2012). Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* cav.) En germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano. *Revista Ciencia y Tecnología*, 5(2), 1-6. <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i2.125>
- Quiroga, A. (2016). Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos. *CropLife Latin America*. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://n9.cl/gyl2g2>
- Herrera, R., de Von Chong, & Cruz, A. (2023). Bioprospección y caracterización de hongos filósfericos con actividad biológica antagonica contra *Pyricularia oryzae* en el cultivo de arroz. *Revista Semilla del Este*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n1.4427>
- Media, Y., Santana, I. M., & Gonzalez, S. L. (2020). Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades y plagas en los cultivos del arroz, tabaco, tomate, pimiento, maíz, pepino y frijol. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. <https://n9.cl/fbq0s2>
- Bettiol, W., Tratch, R., & Galvão, J. A. H. (1997). *Controle de doenças de plantas com biofertilizantes* [Control de las enfermedades de las plantas con biofertilizantes]. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa do Médio Ambiente. <https://n9.cl/na4q7y>
- Landero-Valenzuela, N., Lara-Viveros, F. M., Andrade-Hoyos, P., Aguilar-Pérez, L. A., & Aguado Rodríguez, G. J. (2016). Alternativas para el control de *Colletotrichum* spp. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1189-1198. <https://n9.cl/zkitac>
- Correa, F. (2014, 29 de agosto). *Antiguas y nuevas enfermedades en arroz: el caso de Pyricularia y el añublo bacterial de la panícula* [Presentación de escrito]. XXV Jornada Nacional de Arroz, Concordia, Argentina. <https://n9.cl/uzt2o>
- González, B. (2002). *Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo del arroz*. <https://n9.cl/nzwt60>
- InfoAgro. (s.f.). *La Pyricularia oryzae del arroz*. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://n9.cl/ja07i>
- Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. (2022). *Observatorio de commodities: Arroz*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://n9.cl/5p70p>
- Unidad de Inteligencia Comercial. (2020). *Análisis de mercado 2016-2020: Arroz*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://n9.cl/h321k>
- Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. (2020). *Perú: producción, importaciones y precios del arroz*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://n9.cl/4gj5e>
- Olmos, S. (2007). *Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz*. Universidad Nacional del Nordeste. <https://n9.cl/p9e6t>

- Flores, E. Y., & Pérez, R. L. (2017). Evaluación de líneas y cultivares de arroz ante la infección del hongo *Pyricularia grisea* en la provincia Sancti Spiritus. *Centro Agrícola*, 44(3), 1-3. <https://n9.cl/in96im>
- Alcívar, G. F. (2015). *Control Químico del Manchado de Grano de la Variedad de Arroz INIAP 15 en la provincia de Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <https://n9.cl/fuci3>
- Aproscello (2013). *Ficha De Información Sobre La Especie Magnaporthe grisea (Herbert) Barr.* Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://n9.cl/5w6xl>
- Ivic, D. (2010). *Curative and Eradivative Effects of Fungicides* (O. Carisse, Ed.). InTech. <https://n9.cl/yk4gc>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Comisión del Codex Alimentarius*. Organización Mundial de la Salud. <https://n9.cl/np3rb>
- Alder, L., Greulich, K., Kempe, G., & Vieth, B. (2006). Residue analysis of 500 high priority pesticides: Better by GC-MS or LC-MS/MS? *Mass Spectrometry Reviews*, (25), 838-865. <https://doi.org/10.1002/mas.20091>
- Pareja, L. (2012). *Estudio de residuos de pesticidas en cultivos de arroz de Uruguay por métodos analíticos modernos y evaluación de procesos fotoquímicos para la remediación de aguas de campo*. Universidad de la República. <https://n9.cl/sqywh>
- Arolas, B., Trujillo, M., Rojas, M., Carreño, E. (2015). *Material actualizado de las principales características de los fungicidas utilizados en el cultivo del frijol*. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. <https://n9.cl/sg84d>
- Cantrell, C. L., Dayan, F. E., & Duke, S. O. (2012). Natural Products as Sources for New Pesticides. *Journal of Natural Products*, 75(6), 1231-1242. <https://doi.org/10.1021/np300024u>
- Céspedes, C. L., Salazar, J. R., Ariza-Castolo, A., Yamaguchi, L., Ávila, J. G., Aqueveque, P., Kubo, I., & Alarcón, J. (2014). Biopesticides from plants: *Calceolaria integrifolia* s.l. *Environmental Research*, 132, 391-406. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.003>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *InPhO: información sobre operaciones de poscosecha*. <https://n9.cl/vq4m1>



Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias

Producción de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*
Willd) con la aplicación de Microorganismos Eficaces
(EM) en Puno

Production of quinoa leaves (*Chenopodium quinoa*
Willd) with the application of Effective
Microorganisms (EM) in Puno

Lilya Grisel Mamani Gutierrez

[0009-0004-0117-0746](tel:0009-0004-0117-0746)

Universidad Nacional del Altiplano, Puno

lg.mamanig@est.unap.edu.pe

Cita en APA: Mamani, L. G. (2023). Producción de hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en Puno. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 1(2), 51-62.



Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), originaria de los Andes, ha adquirido reconocimiento mundial como un cultivo alimentario con potencial para mejorar la seguridad alimentaria en regiones desafiantes. Su estatus de pseudocereal y las hojas nutritivas, consumidas como vegetales saludables en América Latina, la convierten en una opción versátil y nutritiva en la dieta actual. En este estudio, se establecieron objetivos clave, incluyendo la determinación de la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas. El propósito principal fue encontrar las dosis ideales de extracto de microorganismos (EM) para maximizar la producción de hojas de quinua. Los resultados demostraron un impacto positivo en el desarrollo foliar del cultivo. Respecto a la cantidad de hojas por planta, el tratamiento T3 (EM al 10%) mostró un aumento promedio del 20% en comparación con el tratamiento T1 (Testigo). En términos de altura de las plantas, el tratamiento T3 exhibió un crecimiento promedio un 15% superior al tratamiento T1. En cuanto al tamaño de las hojas, se registró un incremento significativo en el área de hojas con el tratamiento T3 en comparación con el tratamiento T1. Se logró determinar con éxito las dosis ideales de EM para maximizar la producción de hojas de quinua, encontrando que una dosis del 10% proporcionó los mejores resultados en el desarrollo foliar del cultivo.

Palabras claves: Microorganismos eficaces, hoja de quinua, seguridad alimentaria, desarrollo foliar.

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), native to the Andes, has gained worldwide recognition as a food crop with the potential to improve food security in challenging regions. Its pseudocereal status and nutritive leaves, consumed as healthy vegetables in Latin America, make it a versatile and nutritious choice in today's diet. In this study, key goals were set, including determining the number of leaves per plant, the height of the plants and the size of the leaves. The main purpose was to find the ideal doses of microorganism extract (EM) to maximize the production of quinoa leaves. The results showed a positive impact on the foliar development of the crop. With regard to the number of leaves per plant, treatment T3 (EM at 10%) showed an average increase of 20% compared to treatment T1 (Testigo). In terms of plant height, treatment T3 showed an average growth of 15% higher than treatment T1. As for leaf size, there was a significant increase in leaf area with treatment T3 compared to treatment T1. The ideal doses of EM were successfully determined to maximize the production of quinoa leaves, finding that a 10% dose provided the best results in the foliar development of the crop.

Keywords: Effective microorganisms, quinoa leaf, food safety, leaf development.

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta que es originaria de la región andina alrededor del lago Titicaca en Bolivia y Perú, y ha ganado popularidad a nivel mundial debido a sus beneficios nutricionales excepcionales. Las civilizaciones precolombinas cultivaban y usaban quinua. A pesar de ser un alimento básico local en ese momento, cuando los españoles llegaron, la quinua fue reemplazada por cereales (FAO, 2013). La quinua es uno de los cultivos alimentarios más nutritivos y resistentes a la adversidad climática (Yadav et al., 2023).

La quinua es un cultivo pseudocereal con un gran potencial para mejorar la seguridad alimentaria de muchas partes del país, especialmente en áreas donde las personas no tienen acceso a fuentes de proteína o donde las condiciones de producción son difíciles debido a la aridez, la escasez de humedad y la falta de insumos (Alvarez, 2019).

Las hojas de la quinua son igualmente ricas en nutrientes y componentes bioactivos (Campos-Rodriguez et al., 2022). Según Vazquez-Luna et al., (2019), la quinua es una planta herbácea con hojas verdes polimórficas que se consumen tradicionalmente y se consideran vegetales saludables en América Latina. La mayoría de las verduras son buenas fuentes de micronutrientes como minerales, vitaminas, carbohidratos y fibra dietética, pero son bajas en proteínas, por lo que carecen de valor energético. El consumo de verduras hace que te sientas saciado y ayuda a reducir la cantidad total de calorías consumidas. Las hojas de quinua se pueden comer crudas o cocidas al vapor, ya que contienen la mayor parte de sus vitaminas y minerales (Vazquez-Luna et al., 2019).

De acuerdo con la información recopilada por Pathan & Siddiqui, (2022) aquí se muestra (Tabla 01) la composición nutricional de las partes de la planta de quinua y de las hojas de *Chenopodium album*, en el siguiente cuadro:

Tabla 01

Composición nutricional de las partes de la planta de quinua y de las hojas de *Chenopodium album*

Nutrientes	Partes de la planta de quinua			C. <i>album</i> Hojas
	Hojas	Brotes	Granos	
Composición proximal				
Proteína bruta%	28,2-37,0	6,1-12,3	9,1-15,7	28,7
% de grasa bruta	2,4-4,5	0,1-3,8	4,0-7,6	4,4
% de fibra bruta	6,9-7,8	4,6-23,5	7,0-14,1	0,1
Hidratos de carbono%	34,0	9,6-73,0	48,5-69,8	40,8
% de cenizas	2,1-20,0	0,9-3,4	2,0-7,7	21,0

Energía (kcal)	325	69	331-381	317,8
Aminoácidos esenciales (g 100 g ⁻¹ DW)				
Histidina (His)	0,7	0,7	1,4-5,4	0,4
Isoleucina (Ile)	1.6	1.1	0,8-7,4	0,5
Leucina (Leu)	2.7	2.0	2,3-9,4	1.3
Lisina (Lys)	1.9	1.3	2,4-7,5	1.8
Metionina (Met)	0,6	0,2	0,3-9,1	0,2
Fenilalanina (Phe)	1.8	1.2	0,1-2,7	0,9
Treonina (Thr)	1.5	1,0	2,1-8,9	0,8
Triptófano (Trp)	1.2	NA	0,6-1,9	NA
Valina (Val)	1.8	1.3	0,8-6,1	0,7
Minerales (mg 100 g ⁻¹ DW)				
Calcio (Ca)	147,0-1535,0	21,7	27,5-148,7	1438.9
Cobre (Cu)	1,0-1,1	0,2	1,0-9,5	1.1
Hierro (Fe)	11,6-148,0	NA	1,4-16,7	15.2
Magnesio (Mg)	14,0-902,0	219.3	26,0-502,0	1301.1
Fósforo (P)	39,0-405,6	NA	140,0-530,0	419.7
Potasio (K)	474,0-8769,0	525.2	696,7-1475,0	8125.2
Sodio (Na)	3,0-15,1	NA	11,0-31,0	573,9
Zinc (Zn)	3,3-6,8	NA	2,8-4,8	4.8

DW, peso seco; NA, no disponible

Fuente: Elaboración propia

Las hojas de quinua, tanto las hojas verdes como los brotes, son excelentes fuentes de nutrientes y compuestos que promueven la salud porque tienen propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, antidiabéticas, antioxidantes, antiobesidad y beneficios para el corazón (Pathan & Siddiqui, 2022).

Por otro lado, tenemos la tecnología de los Microorganismo Eficaces (EM), las investigaciones del profesor Teruo Higa en Okinawa (1970), quien siempre buscaba nuevas alternativas naturales en la agricultura, iniciaron los mayores avances sobre los Microorganismos Eficientes (EM). Después de varios experimentos, reunió y seleccionó 80 especies de microorganismos que tenían un impacto positivo en el desarrollo vegetativo y la productividad de los cultivos (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Los compuestos activos (EM) eliminan muchos fitopatógenos y afectan el desarrollo de las plantas, lo que, por supuesto, aumenta la producción de los cultivos. Se ha demostrado

que aceleran los procesos de crecimiento, floración y desarrollo de los frutos, así como favorecen la reproducción y germinación de las semillas, al aumentar la absorción de agua y nutrientes y la actividad fotosintética. Además, en los suelos optimizan su constitución física y fertilidad, mientras que en la preparación de abono orgánico reducen el tiempo de maduración (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Ttacca et al., (2021) sugiere que el uso de EM al 5% es la opción más adecuada para el biocontrol de uso sostenible de los cultivos de quinua bajo las condiciones climáticas y del suelo disponibles en la región de Puno. En contraste, PALAO, (2014) descubrió en su investigación "Producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos efectivos en el altiplano de Puno" que una dosis de EM del 15% y aplicaciones agroecológicas generan utilidades netas significativas, rentabilidades y relaciones B/C significativas.

El objetivo principal de este estudio es determinar cómo los microorganismos efectivos (EM) afectan el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mediante el análisis de variables importantes como la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas. Se busca también encontrar las dosis de EM ideales para maximizar la producción de hojas de quinua. Con este enfoque integral, aspiramos a proporcionar una comprensión más completa de la influencia de los Microorganismos Eficaces en el desarrollo y rendimiento de la quinua, contribuyendo así al conocimiento sobre prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.

Metodología

Esta investigación se desarrolló en la región de Puno, específicamente en la provincia de Lampa, localizada en el distrito de Cabanillas (15°29'17.54"S, 70°20'29.45"O), a una altitud de 3853 metros sobre el nivel del mar. La elección de este sitio se basa en su relevancia para el estudio, ya que proporciona un contexto geográfico y climático único.

La zona de investigación exhibe una notable variabilidad climática a lo largo del año. Las temperaturas medias muestran un rango de 12.6°C en julio a 16°C en noviembre, indicando condiciones predominantemente cálidas. Además, se observa una oscilación en las temperaturas bajas, que van desde -0.1°C en julio hasta 5.3°C en diciembre (Weather Atlas, 2023).

La humedad relativa promedio también experimenta fluctuaciones significativas, oscilando entre el 49% en los meses de julio y agosto, hasta alcanzar el 75% en febrero (Weather Atlas, 2023). Estos datos proporcionan una visión detallada de las condiciones ambientales que caracterizan el área de estudio.

En cuanto a la precipitación, se registran variaciones mensuales notables, desde un mínimo de 8 mm en junio hasta un máximo de 157 mm en diciembre. Además, se destaca la variabilidad en el número de días de lluvia, con un mínimo de 4.9 días en junio y un máximo de 23.6 días en enero (Weather Atlas, 2023). Estos elementos climáticos son

esenciales para comprender el entorno en el que se llevó a cabo la investigación, ya que influyen directamente en los procesos agrícolas y en los resultados obtenidos.

La investigación adoptó un enfoque experimental, aplicando el modelo estadístico de Diseño Completamente al Azar (DCA). Se llevaron a cabo evaluaciones utilizando tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones y distintas dosis de Microorganismos Eficaces (EM). Los tratamientos incluyeron: el primero, que sirvió como control, con una dosis de EM al 0%; el segundo, con una dosis de EM al 5%; y el tercero, con una dosis de EM al 10%.

Las tres repeticiones se distribuyeron a lo largo de tres estados fenológicos de la quinua. La primera repetición se llevó a cabo durante el estado fenológico de emergencia, la segunda durante el estado fenológico de dos hojas verdaderas (15 días), y la tercera en el estado fenológico de seis hojas verdaderas (30 días).

A continuación, se presenta en la Tabla 02 que resume de manera más concisa los tratamientos, repeticiones y estados fenológicos evaluados:

Tabla 02

Tratamientos, repeticiones y estados fenológicos evaluados

Tratamiento	Dosis de aplicación de Microorganismos Eficaces "EM"	Repeticiones	Estado fenológico de aplicación
		R1	Emergencia
T1	EM al 0 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)
		R1	Emergencia
T2	EM al 5 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)
		R1	Emergencia
T3	EM al 10 %	R2	Dos hojas verdaderas (15 días)
		R3	Seis hojas verdaderas (30 días)

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla proporciona una representación visual clara de los diferentes tratamientos, sus respectivas dosis de EM, y las repeticiones asociadas a los estados fenológicos específicos de la quinua.

La aplicación de EM mejora la nutrición y la captación de agua. Debido a que la planta tiene más acceso a los nutrientes, estimula el desarrollo de las raíces aumentando el tamaño radical. Los grupos microbianos que componen los EM incluyen bacterias que producen ácido láctico, bacterias que producen luz, parásitos, hongos, actinomicetos y gusanos filamentosos (Morocho & Leiva-Mora, 2019). Algunos de estos microorganismos pueden solubilizar nutrientes como P y K y fijar N₂ en la atmósfera, lo que los convierte en formas que la planta puede absorber (Michael & Abanto, 2023).

Para la activación de los Macroorganismos Eficaces se necesita, EM-1, melaza y agua hervida. El procedimiento consistió en mezclar 100 ml de EM-1, 100 ml de melaza para una concentración del 10% en 800 ml de agua y 50 ml de EM-1, 50 ml de melaza para una concentración del 5% en 900 ml de agua. Después, se fermentó en un recipiente cerrado bajo sombra durante 7 días. Durante el tercer día, se permite que el aire salga del recipiente cerrado una vez al día para evitar la presión interna del recipiente debido al fermentado de los microorganismos que descomponen la materia orgánica. Cuando la presión del aire ya no se siente, el EMA es apto y se conoce como Microorganismos Eficaces Activado (EMa). La aplicación se llevó a cabo mediante la mezcla de 10 mililitros de EMA en un litro de agua. Para ello, se identificaron las parcelas según las dosis sugeridas, y se utilizaron dos mochilas fumigadoras de 20 litros.

El programa estadístico R en su versión 3.63 se utilizó para analizar los datos obtenidos. La altura de las plantas, el número de hojas por planta y el área de las hojas fueron las variables que se tomaron en cuenta en un análisis de varianza (ANOVA). Posteriormente, se utilizó la prueba de Tukey para realizar la prueba de comparación de medias. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

Los resultados se presentan a continuación en orden de las variables analizadas.

La evaluación de los resultados se llevó a cabo en el estado fenológico de ramificación (50 días) del cultivo de quinua.

Evaluación de altura de planta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Altura de las plantas: En la Tabla 03 se presentan las medias variables de la altura de las plantas (en centímetros), con un coeficiente de variación del 16.29%. Según la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se observó una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (EM al 10%) y el tratamiento T1 (Testigo). Además, se identificó una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (EM al 5%) y el tratamiento T1 (Testigo). El tratamiento T3 exhibió un promedio de altura de planta de 18.75 cm, mientras que el tratamiento T2 presentó un promedio de 17.68 cm, y el tratamiento T1 (Testigo) mostró un promedio de altura de planta de 13.14 cm.

Tabla 03

Altura promedio de planta

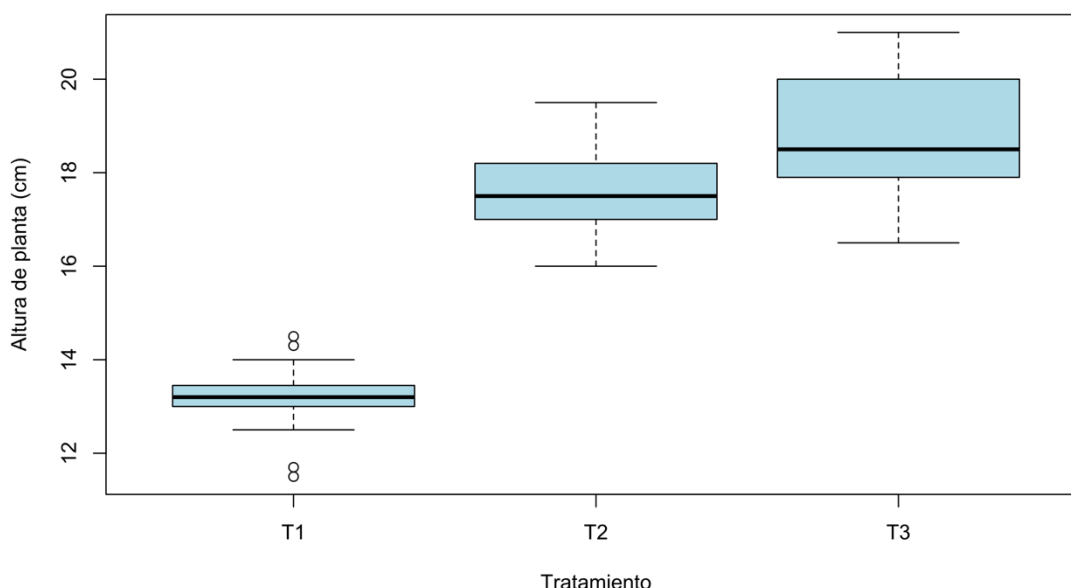
Tratamientos	Dosis	Altura promedio de planta (cm)
T1 (Testigo)	EM al 0 %	13.14 c
T2	EM al 5 %	17.68 b
T3	EM al 10 %	18.75 a
Coeficiente de variación (CV%)		16.29

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 01

Altura Promedio de Planta de Quinua



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de número de hojas por planta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Número de hojas por planta: En la Tabla 04 se muestran las medias variables del número de hojas por planta, con un coeficiente de variación del 15.17%. De acuerdo con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se evidenció una diferencia significativa entre el tratamiento T3, que recibió una dosis del 10% de "EM", y el tratamiento T1 (Testigo), con un notable aumento en el número promedio de hojas por planta. Asimismo, se observó una diferencia significativa entre T2 y T1, aunque esta no fue tan pronunciada como la diferencia entre T3 y T1. El tratamiento T3 registró un promedio de 9.812500 hojas por planta, en comparación con el tratamiento T2 que tuvo un

promedio de 8.866667 hojas por planta, mientras que el tratamiento T1 (Testigo) presentó un promedio de 8.000000 hojas por planta.

Tabla 04

Número de hojas promedio por planta

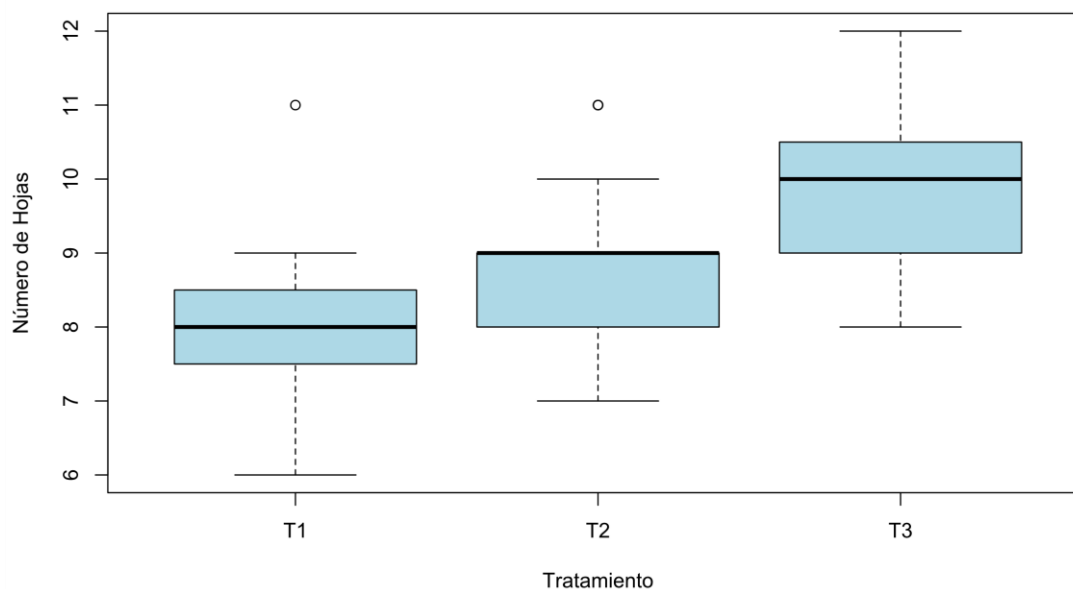
Tratamientos	Dosis	Número de hojas promedio por planta (cm)	
T1 (Testigo)	EM al 0 %	8.000000	b
T2	EM al 5 %	8.866667	ab
T3	EM al 10 %	9.812500	a
Coeficiente de variación (CV%)		15.17	

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 02

Número de Hojas por Planta



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de Área de hojas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Área de hojas: En la Tabla 05 se presentan las medias variables del área de hojas, con un coeficiente de variación del 30.30%. Según la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, se evidenció una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (con una dosis del 10% de "EM") y el tratamiento T1 (Testigo). Asimismo, se identificó una diferencia significativa entre el tratamiento T2 (con una dosis del 5% de "EM") y el tratamiento T1 (Testigo), y también se encontró una diferencia significativa entre el tratamiento T3 (10% de "EM") y el tratamiento T2 (5% de "EM"). El tratamiento T3 exhibió un promedio de 7.903333 cm² de área de hojas, en comparación con el tratamiento T2 que presentó un promedio de 6.436333 cm² de área de hojas, mientras que el tratamiento T1 (Testigo) mostró un promedio de 4.347333 cm² de área de hojas.

Tabla 05

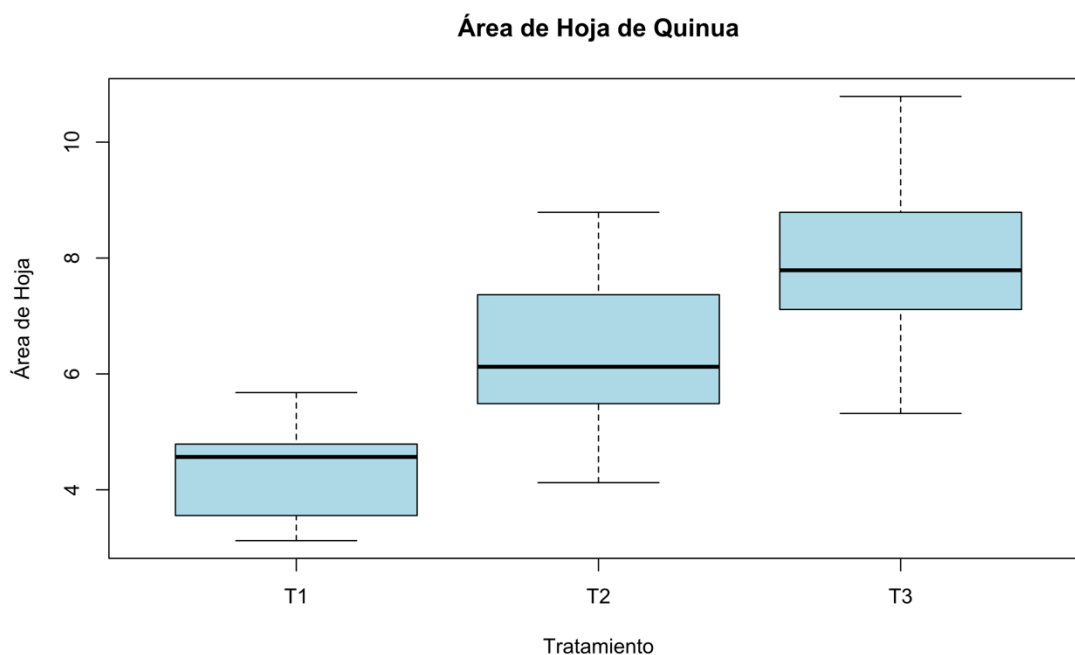
Área de hoja promedio

Tratamientos	Dosis	Área de hoja promedio (cm ²)
T1 (Testigo)	EM al 0 %	4.347333 c
T2	EM al 5 %	6.436333 b
T3	EM al 10 %	7.903333 a
Coeficiente de variación (CV%)		30.30

Fuente: Elaboración propia

Nota: Media con letra común indican que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Figura 03



Fuente: Elaboración propia

Discusiones

La investigación muestra que los Macroorganismos Eficaces (EM) tienen un impacto positivo en el crecimiento foliar del cultivo de quinua, llegando a una dosis adecuada de EM al 10% con los mejores resultados en la producción de hoja de quinua. En su estudio "Producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos efectivos en el altiplano de Puno", PALAO (2014) descubrió que una dosis de EM del 15% y aplicaciones agroecológicas generan utilidades netas, rentabilidades y relaciones B/C significativas. La producción de hoja es más rápida que la producción de grano y aún podemos ahorrar más dinero.

Conclusiones

Este estudio sobre la producción de hojas de quinua con la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en Puno proporciona valiosos insights para el ámbito agrícola. La investigación ha arrojado resultados consistentes que respaldan la influencia positiva de los Microorganismos Eficaces en el cultivo de la quinua, destacando mejoras significativas en variables clave como la cantidad de hojas por planta, la altura de las plantas y el tamaño de las hojas.

En cuanto a la cantidad de hojas por planta, se observó un incremento promedio del 20% en el tratamiento T3 (EM al 10%) en comparación con el tratamiento T1 (Testigo).

Este aumento significativo respalda la eficacia de la aplicación de EM para estimular el desarrollo foliar en la quinua.

En relación con la altura de las plantas, el tratamiento T3 (EM al 10%) exhibió un crecimiento promedio un 15% superior en comparación con el tratamiento T1. Este resultado subraya la capacidad de los Microorganismos Eficaces para promover un crecimiento vertical robusto en las plantas de quinua.

En lo que respecta al tamaño de las hojas, se registró un aumento significativo en el área de hojas en el tratamiento T3 (EM al 10%) en comparación con el tratamiento T1. El incremento promedio fue del 30%, destacando la influencia positiva de los Microorganismos Eficaces en la expansión foliar de la quinua.

Otro objetivo, encontrar las dosis de EM ideales para maximizar la producción de hojas de quinua, se logró con éxito; se encontró una dosis de EM del 10% que proporcionó el mejor resultado en el desarrollo foliar del cultivo de quinua. Estos datos adicionales refuerzan la consistencia y la robustez de los resultados obtenidos, respaldando la conclusión de que la aplicación de Microorganismos Eficaces, especialmente a dosis más elevadas, tiene un impacto positivo y significativo en la producción de hojas de quinua. La información detallada proporcionada contribuye no solo a la comprensión de los beneficios de los EM en este cultivo específico, sino también a la base de conocimientos más amplia sobre prácticas agrícolas sostenibles y eficientes.

Referencias

- Alvarez, C. (2019). Rendimiento y crecimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres densidades de siembra en riego por goteo. Tesis, 141.
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Paucar-Menacho, L. M., Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/10.17268/SCLAGROPECU.2022.019>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2013). *ORIGIN AND HISTORY*. <https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/en/>
- Michael, E., & Abanto, C. (2023). *Efectos de microorganismos eficientes en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios de pitahaya (Hylocereus undatus)* *Effects of efficient microorganisms on rooting and vegetative development of pitahaya cladodes (Hylocereus undatus)*. 1, 1-13.
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas* *Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications*. 46(2), 93-103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>

- PALAO, L. A. (2014). PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE ECOTIPOS DE QUINUA NATIVA DE COLORES (*Chenopodium quinoa* Willd.) CON MICROORGANISMOS EFICACES EN EL ALTIPLANO DE PUNO.
- Pathan, S., & Siddiqui, R. A. (2022). Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients*, 14(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/nu14030558>
- Ttacca, B. L., Coari, P. P. M., & Iturregui, L. A. P. (2021). Effective microorganisms and *Trichoderma* sp. in the biocontrol of mildew (*Peronospora variabilis*) in cultivation of quinoa crop. *Acta Agronomica*, 70(4), 380–385. <https://doi.org/10.15446/ACAG.V70N4.95351>
- Vazquez-Luna, A., Cortés, V. P., Carmona, F. F., & Díaz-Sobac, R. (2019). Quinoa leaf as a nutritional alternative. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 46(2), 137–143. <https://doi.org/10.7764/rcia.v46i2.2098>
- Weather Atlas. (2023). *Clima y previsión meteorológica mensual Lampa, Perú*. https://www.weather-atlas.com/es/peru/lampa-clima#google_vignette
- Yadav, R., Gore, P. G., Gupta, V., Saurabh, & Siddique, K. H. M. (2023). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)—a smart crop for food and nutritional security. *Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food*, 23–43. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90537-4.00007-7>