

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de
arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación.
Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Yuder MACCANASCCA CURAHUA

ASESOR:

Mtro. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia. Principalmente, a mis abuelos (Víctor y Mercedes) que me apoyaron y contuvieron en los momentos difíciles y más estresantes. Quiero agradecerles por enseñarme a hacer frente a las dificultades de la vida sin perder la calma ni dejarme vencer por ellas.

También, quiero dedicarle este trabajo a mi madre Sonia, sin duda ella es lo mejor que tengo, y que estuvo en todo momento para darme el ultimo empujón que me faltaba para culminar el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la segunda universidad fundada en el Perú (en 1677), y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme brindado un espacio en mi formación personal y profesional.

A la Escuela Profesional de Agronomía y, en especial, a los docentes que contribuyeron en mi formación profesional.

A mi asesor, Mtro. Walter Augusto Mateu Mateo, por su amistad, orientación y asesoramiento en todo el proceso de investigación.

A mi querida madre, hermanos y toda mi familia, de quienes estoy muy orgulloso y agradecido por todo el apoyo brindado.

Agradezco a los miembros del jurado por el tiempo dedicado a evaluar mi proyecto de tesis y borrador de tesis, así como por sus consejos e ideas sobre cómo proceder con la investigación.

A todas las amistades que me apoyaron directa e indirectamente en todo el proceso del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2. BASES TEORICAS	8
1.2.1. Los biofertilizantes.....	8
1.2.1.1.Trichoderma sp.....	10
1.2.1.2. Microorganismos eficientes.....	10
1.2.1.3 Ácidos húmicos y fúlvicos.....	12
1.2.1.4. Extracto de algas marinas.....	14
1.2.1.5. Micorrizas.....	15
1.2.2. Agricultura de conservación.....	16
1.3. Cultivo de arveja.....	18
1.3.1. Ubicación taxonómica.....	18
1.3.2. Fenología y Características botánicas.....	19
1.3.3. Variedades de arveja.....	23
1.3.4. Requerimientos edáficos y climáticos.....	25
1.3.5.Manejo Agronómico.....	26
CAPÍTULO II	31
METODOLOGÍA.....	31
2.1. Ubicación del experimento.....	31
2.2. Características del suelo	32
2.3. Características del guano de islas	33
2.4. Condiciones climáticas.....	34
2.6. Criterios para evaluar los indicadores dependientes.....	38
2.7. Método procedimental.....	39
2.8. Tratamientos	39

2.9. Características del campo experimental	42
2.10. Instalación y conducción del experimento	44
CAPÍTULO III	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1. Altura de planta	47
3.2. Número de vainas por planta	49
3.3. Longitud de vaina	51
3.4. Diámetro de vaina.....	52
3.5. Número de granos por vaina.....	55
3.6. Peso de vainas por planta.....	57
3.7. Peso de granos/5 vainas.....	58
3.8. Rendimiento de vaina verde	60
CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS	65
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características físico-químicas del suelo. Canaán - UNSCH, 2750 msnm.....	33
Tabla 2.2. Resultado de análisis químico del guano de islas.....	34
Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022.....	35
Tabla 2.4. Descripción de los tratamientos.....	40
Tabla. 2.5. Cronología de las labores culturales realizadas.....	46
Tabla 3.1. Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	47
Tabla 3.2. Análisis de variancia de número de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	49
Tabla 3.3. Prueba de Tukey de los efectos secundarios de número de vainas por planta de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	50
Tabla 3.4. Análisis de variancia de la longitud de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	51
Tabla 3.5. Análisis de variancia del diámetro de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja; Canaán 2750 msnm.	53
Tabla 3.6. Prueba de Tukey de los efectos secundarios del diámetro de vaina de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	54
Tabla 3.7. Análisis de variancia de número de granos por vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	55

Tabla 3.8. Análisis de variancia de peso de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	57
--	----

Tabla 3.9. Análisis de variancia de peso de granos de 5 vainas en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	59
---	----

Tabla 3.10. Análisis de variancia de rendimiento de vaina verde en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.	60
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Vista de satelital del Centro Experimental Canaán UNSCH	32
Figura 3.1. Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta de las variedades de arveja y de biofertilizantes. Canaán 2750 msnm.	48
Figura 3.2. Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de vaina de las variedades de arveja. Canaán 2750 msnm.	52
Figura 3.3. Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el número de granos por vaina en arveja. Canaán 2750 msnm.	56
Figura 3.4. Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el peso de vaina por planta en arveja. Canaán 2750 msnm.	58
Figura 3.5. Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el peso de granos de 5 vainas en arveja. Canaán 2750 msnm.	59
Figura 3.6. Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el rendimiento de vaina verde en arveja. Canaán 2750 msnm.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos ordenados de campo de arveja de las variables evaluadas	70
Anexo 2. Panel fotográfico	73

RESUMEN

El experimento se realizó en el Centro Experimental Canaán a 2750 msnm, provincia de Huamanga, Ayacucho, entre marzo y julio del 2022, para valorar el dominio de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum L.*), en agricultura de conservación. Se utilizó el Diseño de Parcelas Divididas, correspondiendo las parcelas a las variedades y las sub parcelas a los biofertilizantes, con arreglo factorial de seis biofertilizantes y cuatro variedades de arveja, con 24 tratamientos y 03 repeticiones. Los factores estudiados fueron: aplicación de biofertilizantes (Micorrizas, *Trichoderma* sp, Ácido húmico-fúlvico, Extracto de algas, EM, Testigo) y variedades de arveja (Remate, Usui, Quantum, Utrillo). El abonamiento general de fondo fue de una t. ha⁻¹ de guano de isla. Los resultados fueron, que los biofertilizantes y las variedades de arveja respondieron de manera independiente en el rendimiento de vaina verde. La aplicación de Micorriza y *Trichoderma* tuvieron efecto positivo en el rendimiento de vaina verde de arveja alcanzando rendimientos de 7.40 t ha⁻¹, 7.27 t ha⁻¹, respectivamente; el segundo grupo, conformado por ácidos húmicos, EM y extracto de algas reportaron 6.61 t ha⁻¹, 6.39 t ha⁻¹ y 6.34 t ha⁻¹, pero superiores al testigo. La aplicación de Micorriza y *Trichoderma* tuvieron influencia positiva en peso de granos por vaina, peso de vainas por planta, número de granos por vaina, número de vainas por planta y altura de planta. Las variedades Remate y Usui, tuvieron mejor respuesta a la aplicación de biofertilizantes, alcanzando rendimientos de vaina verde de 7.47 t ha⁻¹ y 7.04 t ha⁻¹, respectivamente, superiores a las variedades Quantum y Utrillo que tuvieron rendimientos de 5.69 t ha⁻¹ y 5.55 t ha⁻¹, respectivamente. El estudio de Micorriza, muestra mayor refutación en el rendimiento superando al testigo, pero sin diferencia estadística con el resto de biofertilizantes.

Palabras clave: *Pisum sativum*, variedades, biofertilizantes, agricultura de conservación.

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es efectivamente una leguminosa muy nutritiva y valiosa en la dieta humana. Su contenido proteico, que oscila entre el 22% y el 26%, la convierte en una fuente significativa de proteínas de alta calidad. Además, su perfil nutricional la hace rica en carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales como el calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K).

A nivel nacional se produce en promedio 3.2 t ha⁻¹ de vainas verdes y 0.94 t ha⁻¹ de granos secos, siendo la Sierra la que concentra la mayor superficie de producción, siendo sus principales zonas de producción Junín, Cajamarca, Huancavelica, Ancash y Ayacucho.

Con una producción de 550 toneladas, se sembraron 5,810 hectáreas de arveja (vaina verde) en la región Ayacucho durante la campaña agrícola 2022-2023. El rendimiento promedio de vaina verde por región es de 3,258 kg/ha (MIDAGRI, 2023).

La arveja presenta buena adaptación y tolerancia a factores ambientales desfavorables, sin embargo, reporta bajos rendimientos; las causas que se atribuyen son, la fertilización inadecuada, uso de variedades de bajo rendimiento, presencia de enfermedades, densidad de plantas, presencia de malezas, sin tutoraje, insuficientes riegos, etc.

El uso de los fertilizantes orgánicos y los microorganismos en reemplazo de los fertilizantes constituye una alternativa sostenible y ecológica para mejorar el rendimiento del cultivo de arveja (Gonzales-Pedraza, et al., 2023)

Los resultados de la investigación realizada son útiles para los agricultores de la región tomando en cuenta que los biofertilizantes son de fácil manejo y tienen menor costo.

Objetivo General

Determinar la influencia de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación en Canaán -Ayacucho.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento de arveja, en Canaán a 2750 msnm.
- Determinar la respuesta de las variedades de arveja a los tratamientos estudiadas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Najarro (2023) evaluó la influencia del estudio de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja en vaina verde (*Pisum sativum L.*), Canaán 2750 msnm-Ayacucho:

Utilizando un arreglo factorial de seis biofertilizantes y cuatro variedades de arveja (6F*4V), se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar. Se contaron 24 tratamientos y 3 repeticiones. Los factores que se examinaron fueron los biofertilizantes (Micorrizas, Trichoderma sp., ácido húmico y fúlvico, extracto de algas marinas, EM, Control) y las variedades de arveja (Remate, Usui, Quantum, Utrillo). Se aplicó Terrasur (1 t ha⁻¹) como fertilizante base. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de contraste de Tukey (0.05) y el análisis de varianza. Las variedades Quantum, Remate y Usui son las de mayor altura de planta (101.1 cm); las variedades Remate y Quantum son las más precoces, cosechándose a los 95 dds y 100 dds, respectivamente; la variedad Remate presenta el mayor rendimiento en vaina verde, superando estadísticamente a las demás variedades con 14,582.3 kg ha⁻¹; la variedad Utrillo supera a las demás en longitud de vaina 10.5 cm; las variedades Utrillo, Quantum y Remate no difieren estadísticamente en cuanto al número de granos por vaina; las variedades Quantum, Remate y Usui presentan el mayor número de vainas por planta con promedios de 18.35, 17.70 y 16.06 vainas, respectivamente; la variedad Remate es la de mayor número de vainas por planta. (p. 10)

Quispe (2020) en su trabajo de tesis “Microorganismos eficaces (E.M.) en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum L.*) , variedad remate en Canaán a 2750 msnm - Ayacucho”:

Empleó un diseño de bloques completamente al azar (DCBA), con un arreglo factorial 2M X 4A (dos tipos de microorganismos benéficos y cuatro formas de aplicación), tres repeticiones y un control de comparación adicional que no

recibió ningún tratamiento. Para evaluar los datos se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y luego la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Se obtuvieron los siguientes resultados: La producción del cultivo de arveja aumentó de 9.11 t/ha en T2 (07 aplicaciones cada 10 días), 7.79 t/ha en T3 (03 aplicaciones cada 20 días), 6.78 t/ha en T4 (02 aplicaciones cada 30 días) y 6.58 t/ha en T1 (una sola aplicación al momento de la siembra) gracias a la aplicación foliar del microorganismo local. Al mismo tiempo, se obtuvieron 7.35 t/ha en T6 (07 aplicaciones cada 10 días), 6.36 t/ha en T7 (03 aplicaciones cada 20 días), 6.45 t/ha en T8 (02 aplicaciones cada 30 días) y 6.32 t/ha en T5 (aplicación única en la siembra) utilizando microorganismos comerciales. La aplicación de microorganismos preparados localmente siete veces al cultivo de arveja durante la fase vegetativa produjo la mayor rentabilidad, 291% fue el valor obtenido. (p.10)

Moisés (2017) en las condiciones de Tambillo-Ayacucho, informa que un mayor número de granos por vaina en la fertilización con guano de isla a 1.5 y 2.0 t.ha⁻¹, y se observó un aumento lineal en el número de granos a medida que aumentaban los niveles de guano de isla. A medida que aumentaban los niveles de guano de isla, se observó un rendimiento creciente. Los rendimientos más altos, 7249 y 6913 kg. ha⁻¹, se obtuvieron con 2.0 y 1.5 t. ha⁻¹ de guano de isla, respectivamente.

Guerra (2016) encontró que el rendimiento de los microorganismos más efectivos, que destaca en un promedio de 10.034 kg/parcela y tiene un valor estimado de 6.968 kg/ha, es de 2.0 mL. L⁻¹ de H₂O, siendo esta la dosis de aplicación más adecuada, pero cuando se utilizó la prueba de regresión polinómica para determinar la dosis ideal, el resultado fue de 1.7 mL. L⁻¹ de H₂O.

Gálvez (2015) consigna en su trabajo de investigación en las condiciones de Pampa del Arco – Ayacucho:

la aplicación de extracto de algas con y sin microelementos a diferentes concentraciones da como resultado un rango de rendimiento de vainas verdes (kg/ha⁻¹) de 7.084 a 16.342 (kg/ha⁻¹). Estos hallazgos se alinean con lo descubierto en Canaán. Utilizando siete aplicaciones del preparado local,

Quispe (2010) encontró que el rendimiento de vainas verdes para el tratamiento produjo 9.11 t ha⁻¹ de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate a 2750 msnm – Ayacucho, que fue estadísticamente mayor que el rendimiento de microorganismos comerciales, que reportó 7.35 t ha⁻¹. (p. 8)

Quispe (2010) encontró que el rendimiento del cultivo de arveja:

Se puede incrementar de 9.11 t. ha⁻¹ (siete aplicaciones cada diez días), 7.79 t. ha⁻¹ (tres aplicaciones cada veinte días), 6.78 t. ha⁻¹ (dos aplicaciones cada treinta días) y 6.58 t. ha⁻¹ (una aplicación en la siembra) mediante la aplicación foliar de microorganismos benéficos nativos. Se alcanza 7.35 t. ha⁻¹ (siete aplicaciones cada diez días), 6.36 t/ha (tres aplicaciones cada veinte días), 6.45 t. ha⁻¹ (dos aplicaciones cada treinta días) y 6.32 t ha⁻¹ (una aplicación en la siembra) con microorganismos comerciales. (p. 8)

Eraso (2014) al evaluar observaron diferencias significativas antagónicamente del hongo *Trichoderma* sobre *F. oxysporum* en arvejas entre C14 y C21 en comparación con C7 y el control. Con su capacidad antagónica constante, las cepas C14 y C21 son útiles para controlar el hongo *F. oxysporum* en arvejas.

Carlos et al. (2019) estudió el rendimiento de tres variedades de arveja (Alderman, Quantum y Early):

Con aplicación de tres fertilizantes orgánicos (Te de estiércol, Biol y Super Magro) donde lograron los siguientes resultados: Las variedades en estudio presentan un rango de altura de 1,58 a 0,64 metros, número de vainas por planta de 61.67 a 15.19, peso de 8.26 a 5.85 gramos, longitud de 8.28 a 7.11, diámetro de 1.34 a 1.08 centímetros, peso de vainas por planta de 240.16 a 54.34 gramos y rendimiento en toneladas por hectárea de 16.04 a 3.63. El tratamiento T2 (variedad Alderman – Biol) produjo el mayor rendimiento, 16.04 toneladas por hectárea. Se aconseja utilizar el biofertilizante orgánico tipo Biol en la siembra de la variedad de arveja Alderman. (p. 10)

Soto (2015) evaluó el rendimiento de vainas verdes de la arveja (*Pisum sativum* L.)

aplicada con biofertilizante:

Donde se observaron los siguientes hallazgos: un porcentaje de germinación que osciló entre 20 y 80%, con un promedio de 39.71%. Ecovida (79.05%) fue el tratamiento que superó el promedio general, mientras que el control (24.29%) fue el más bajo. El número nódulos en arveja Var. Usui variaron de 23 a 70 unidades, cuya media general fue de 43.60 unidades; los tratamientos que superaron la media general fueron Ecovida con 62.00 nódulos, Aminovigor con 48.67 nódulos y el testigo con 32.67 nódulos. El contenido de materia seca de la Var. Usui varía de 9,89% a 59,52%, con valores promedio que van de 17.73% a 34.56% y un promedio general de 26.13. Ecovida (28.87) y Fortiprotec (34.56) fueron los tratamientos que superaron el promedio, siendo el testigo (17.73) el inferior. Las plantas de la Var. Usui tienen un rango de altura de 42 a 58 cm, con valores promedio que van de 45.33 a 55.67. El promedio general es de 50.33. Ecovida (53.67) y el testigo (55.67) fueron los tratamientos que superaron el promedio, mientras que Fortiprotec (45.33) fue el inferior. El número de flores de la Var. Usui varía de 28 a 64 unidades, los valores medios varían de 31.67 a 57.33, la media general 44.27; los tratamientos que superaron la media general fueron Ecovida (57.33) y el Aminovigor (51.33) siendo más bajo el testigo (31.67). En el cultivo de arveja Var. Usui, los valores promedio de unidades vegetales afectadas por plagas y enfermedades oscilan entre 2.82 y 4.76, con un promedio general de 4.00. Los tratamientos que superaron el promedio fueron el testigo (4.76), Fortiprotec (4.76) y Agrobiol (4.29), los cuales fueron inferiores a Aminovigor (2,86). Con respecto al rendimiento, que oscila entre 4.0 y 6.9 t ha⁻¹, Ecovida (6.70 t ha⁻¹) y Fortiprotec (5.70 t ha⁻¹) superaron el promedio general, mientras que el testigo (4.20 t ha⁻¹) fue menos productivo. (p. 10)

Carapas et al. (2012) estudiaron tres variedades de arveja:

Lojanita (V1), Temprana Perfecta (V2) e Híbrida (V3), utilizando cuatro tipos diferentes de biofertilizantes: Control Químico (B1), Control Químico + Rhizobium (B2), Control Químico + Micorriza (B3) y Control Químico + Rhizobium + Micorriza (B4). Los hallazgos del estudio fueron los siguientes:

la producción del cultivo de arveja estuvo influenciada por las variedades que aplicaron Rhizobium y Micorriza. La variedad Híbrida arrojó los mejores resultados, como lo demostró la aplicación de B3 (Micorriza). En consecuencia, es la variedad con los mayores rendimientos de cultivo y grano, respectivamente. Se concluye que, en el área de investigación, las semillas híbridas pueden sembrarse con un mínimo control químico y biofertilizantes (Rhizobium y Micorriza). (p. 11)

1.2.BASES TEORICAS

1.2.1. Los biofertilizantes

Según Vessey (2003), citado por Afanador (2019), el término “biofertilizante” se refiere a materiales que contienen microbios vivos. Al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios, estos microorganismos pueden establecerse en la rizósfera, o en el interior, de una planta cuando se aplican a las semillas, las superficies de las plantas o el suelo. Este proceso promueve el crecimiento. Además, cabe mencionar que el término “biofertilizante” se utiliza erróneamente para referirse a una amplia gama de productos, incluidos el compost, el estiércol animal y los fertilizantes orgánicos, entre otros.

FAO (2018) señala que un fertilizante orgánico natural, el biofertilizante ayuda a las plantas a obtener todos los nutrientes que necesitan y mejora la calidad del suelo al fomentar un entorno microbiológico saludable.

Los productos agrobiotecnológicos denominados biofertilizantes, también denominados bioinoculantes, inóculos microbianos o inóculos de suelo, se aplican a los cultivos agrícolas con el fin de promover su crecimiento y productividad. Pueden contener microorganismos vivos o latentes (hongos o bacterias, solos o en combinación) (Aguado, 2012, p. 53)

Existe una corriente de pensamiento que considera que sólo los productos manufacturados que contienen hongos micorrízicos y consorcios bacterianos, que

pueden aportar fósforo y nitrógeno para la asimilación de las plantas, se consideran biofertilizantes (SAGARPA, 2017).

Entre los importantes fertilizantes orgánicos o biofertilizantes tenemos:

- Abono verde
- Bioinoculante o inoculante microbianos.
- Ceniza
- Carbón vegetal
- Estiércol
- Compost
- Lombricompostas
- Extractos húmicos y fúlvicos
- Guano

La mayoría de estos biofertilizantes forman humus o forman parte de él, y el humus es necesario para la fertilidad del suelo. La sustancia conocida como humus es lo que se forma cuando los restos orgánicos de plantas y animales se descomponen debido a los efectos combinados del aire, el agua y los microorganismos del suelo. Se encuentra en la zona del suelo y puede estar cubierto por una capa de restos vegetales, como hojas y ramas; esta es la zona donde la mayoría de los cultivos anuales o cíclicos hacen que la vegetación herbácea eche raíces. El humus cumple diversas funciones en el manejo del suelo, entre ellas, ayudar a la retención y el drenaje del agua, evitar la compactación y la formación de costras en el suelo, facilitar la labranza del suelo al dar equilibrio a los suelos livianos y dispersión a los pesados, y proporcionar microorganismos que actúan como fijadores de nitrógeno, controladores de patógenos y estimulantes del crecimiento de las plantas. El humus también contribuye a la CIC (capacidad de intercambio catiónico de los suelos), que es el medio físico en el que se inmovilizan y liberan diversos compuestos que contienen nutrientes para las plantas (fosfatos, amonio y potasio) (Guzman, 2018).

Trichoderma sp.

Su nombre comercial es T34 Biocontrol fabricado por la empresa Biocontrol Technologies, SL. Es un producto biofungicida compuesto por conidias secas del hongo *Trichoderma asperellum* cepa T34, seleccionada y aislada del medio natural por sus características excelentes como agente de control biológico, contra diferentes enfermedades. Dosis. 0.5 kg/ha.

El *Trichoderma* es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. Se caracterizan por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. De este género existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, y se presenta en diferentes zonas y hábitat. *Trichoderma* tiene diversas ventajas como agente de control biológico. Lleva a cabo la toma de nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, su velocidad de crecimiento es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo y controlar enfermedades. *Trichoderma* probablemente sea el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos capaces de aportar una inmensa gama de beneficios que demuestran su incalculable valor desde el punto de vista agrícola, beneficios que lo convierten en un microorganismo de imprescindible presencia en los suelos y cultivos (Valdez, 2014).

Microorganismos eficientes

Según Morocho (2009) El término "microorganismos eficientes" o "ME" (derivado de la palabra inglesa "efficient microorganism") se refiere a productos en forma líquida que contienen diferentes especies de microorganismos. Algunas de estas especies son anaeróbicas, aeróbicas o fotosintéticas, y su principal logro es su capacidad de coexistir e incluso complementarse entre sí como comunidades microbianas. Entre los muchos

usos que se han demostrado de los EM se encuentran el tratamiento de aguas residuales, la eliminación de olores desagradables, la creación de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos producidos por la producción agrícola, la industria de procesamiento de alimentos, las fábricas de papel, los mataderos y los municipios. Aunque los EM se han utilizado desde la década de 1960, Teruo Higa, profesor de horticultura en la Universidad de las Ryukyus en Okinawa, logró avances científicos significativos con sus estudios a partir de 1970. La búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola sirvió como fuerza motriz del investigador; durante sus primeros años de carrera, había experimentado personalmente los efectos nocivos de los pesticidas químicos.

Según Escalona (2021) los componentes fundamentales de los microorganismos efectivos son:

- 1) Bacterias del ácido láctico: estos microorganismos convierten los azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y las levaduras en ácido láctico. El ácido láctico favorece la solubilidad de la cal y el fosfato de roca y tiene la capacidad de suprimir microorganismos peligrosos como el *Fusarium* sp.
- 2) Levaduras: descomponen carbohidratos y proteínas complejas. Generan materiales bioactivos (enzimas, hormonas y vitaminas) que pueden promover el desarrollo y la actividad de plantas superiores y otras especies ME.
- 3) Las bacterias fotosintéticas: Fijan el nitrógeno atmosférico y el dióxido de carbono (CO₂) en moléculas orgánicas como aminos y carbohidratos. También pueden producir compuestos bioactivos mediante este proceso. Su fotosíntesis incompleta permite a la planta producir nutrientes, carbohidratos y aminoácidos sin necesidad de luz solar, lo que le permite optimizar toda su gama de actividades las 24 horas del día.
- 4) Actinomicetos: Al generar antibióticos con efectos tanto biostáticos como biocidas, actúan como antagonistas de numerosas bacterias y hongos fitopatógenos. Promueven el crecimiento y la actividad de las micorrizas y de *Azotobacter*.

Ácidos húmicos y fúlvicos

Super Humic es la marca de un producto elaborado por Comercial Andina Industrial S.A.C. Este fertilizante líquido es de fácil absorción por las plantas y contiene microelementos quelados que favorecen el crecimiento radicular. Además, ayuda a retener agua y facilita la asimilación de nutrientes y agroquímicos utilizados en el caldo a pulverizar, mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo.

La descomposición de la materia orgánica produce moléculas orgánicas complejas llamadas ácidos fúlvicos y húmicos, que tienen un impacto directo en la fertilidad del suelo, al tiempo que contribuyen de manera sustancial a su estabilidad, a la absorción de nutrientes y, en definitiva, al mejor crecimiento y desarrollo posible de las plantas (Argüello, 2014).

Ácidos fúlvicos como los húmicos son cruciales para los cultivos porque evitan que el suelo se compacte, ayudan en la transferencia de nutrientes del suelo - planta, mejoran la retención de agua, aceleran la germinación de las semillas y estimulan el crecimiento de la microflora del suelo, incrementando la capacidad de retención de humedad del suelo (Melo, 2006). Se cree que ácido húmico pueden retener agua en una relación de veinte veces su peso. Mejora la capacidad del suelo para el intercambio de cationes y aniones, lo que mejora la capacidad del suelo para almacenar nutrientes para el crecimiento de los cultivos (Guerrero, 2006).

Dado que los tratamientos con aplicación de sustancias húmicas no produjeron un aumento del diámetro de la planta, la influencia de los ácidos fúlvicos y húmicos es más directa sobre las raíces que sobre la parte aérea de la planta (Magaña, 2015).

Las aplicaciones más potenciales de los materiales húmicos se encuentran en la agricultura. Cuando se añaden al suelo, pueden mejorar el aprovechamiento de los microelementos, el fósforo y el equilibrio nutricional. La aplicación foliar aumenta el volumen de las raíces con pelos más absorbentes, disminuye la cantidad de fertilizantes necesarios y, lo más importante, proporciona un rendimiento económico muy satisfactorio. También ayuda a las plantas con deficiencias nutricionales a recuperarse más rápidamente (Singh, 2003).

Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos tienen un alto peso molecular, son solubles en medios alcalinos, tienen un color marrón oscuro, tienen una alta CIC (capacidad de intercambio catiónico) en el suelo, menor penetración foliar y radicular, y una buena movilidad de nutrientes en la planta (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014).

Los ácidos fúlvicos tienden a ser eficaces química y geológicamente, mientras que los ácidos húmicos son mucho más activos bioquímicamente. El uso óptimo será posible gracias al equilibrio entre estas dos sustancias húmicas (Horticultura, 2007).

Independientemente del pH, los ácidos fúlvicos y húmicos tienen dos funciones (nitrogenada y ácida), que dan lugar a dos sistemas tampón y amortiguador que ayudan a estabilizar el pH del suelo (Blasco, 2011).

Ácidos fúlvicos

El ácido fúlvico es una sustancia orgánica de menor peso molecular que es naturalmente soluble en agua y que se deriva del humus. Entre los diversos ácidos húmicos se encuentra el ácido fúlvico. Se denomina ácido húmico a una mezcla compleja de materia orgánica que se descompone en el suelo a partir de hojas, ramas, troncos y otros materiales. Los hongos y microorganismos llevan a cabo el proceso, generando ácido fúlvico. Estos ácidos tienen la capacidad de quelar, o combinar iones de carga positiva con compuestos de muy bajo peso molecular, para formar estos compuestos. Tanto las plantas como los animales pueden absorber fácilmente los compuestos minerales quelados. Las plantas son capaces de almacenar vitaminas y minerales gracias a este proceso innato de quelación (Aramendy, 2015).

Los ácidos fúlvicos poseen coloración marrón amarillento, un peso molecular más bajo, son solubles tanto en medios ácidos como alcalinos, tienen una CIC muy alta, una alta capacidad para completar el fósforo y otros microelementos como Zn, Mn, Cu y Mg, y tienen una mayor capacidad para penetrar tanto en el follaje como en las raíces. Los ácidos fúlvicos interactúan con los nutrientes minerales del suelo y ayudan a las plantas a absorber los nutrientes; sin embargo, cuando se aplican a un suelo que tiene un pH bajo y experimenta una alta pluviosidad, los ácidos fúlvicos pueden aumentar

la lixiviación de los nutrientes (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014).

Dosis: Normalmente, la dosis recomendada es de 500 a 600 ml en 200 litros de agua, de 50 a 60 ml en 20 litros de agua o de 1 a 1.5 litros por hectárea.

Extracto de algas marinas

El nombre comercial es Cropfield Algae y su fabricante es Chemical Processes Industries S.A.C. Estimula el crecimiento a nivel de raíz y hojas promoviendo síntesis de hormonal y enzimático involucradas en el metabolito de las plantas. Mejora el cuajado y tamaño de los frutos y tiene un efecto positivo en la floración. Además, fortalece la resistencia de los frutos a estresores bióticos y abióticos, incluyendo infecciones bacterianas y fúngicas.

Las citoquininas y auxinas, fitohormonas implicadas en el crecimiento y la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos, son abundantes en los extractos de algas marinas. El efecto bioestimulante de los productos formulados a partir de algas marinas es aumentar el crecimiento de las plantas, adelantar la germinación de las semillas, retrasar la senescencia, reducir la infestación por nematodos y aumentar la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas, entre otros efectos. Se ha reportado que los extractos de algas marinas actúan potenciando ciertas expresiones metabólicas y fisiológicas en las plantas (Dogra y Mandradia, 2012; Guerrero, 2016; Sánchez, 2018; Sultana et al., 2018).

Medjdoub (2018) indica que las citoquininas y auxinas, fitorreguladores que intervienen en el crecimiento y la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos, son abundantes en los extractos de algas marinas. La mejora del crecimiento de las raíces, el aumento de la producción de frutos y semillas y la aceleración de la maduración de los frutos son ventajas adicionales del uso de extractos de algas marinas en los cultivos.

Infoagro (2018) menciona que, las algas son ricas en fibra, vitaminas, aminoácidos, macro y micronutrientes y fitohormonas vegetales. Como resultado, acondicionan el suelo y ayudan a retener la humedad. También son una buena fuente de oligoelementos

y fertilizantes debido a su contenido mineral. Los cítricos, las orquídeas y las hierbas se cultivan utilizando algas como *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus* y *Laminaria*. Debido a su alto contenido de carbonato, las algas rojas se utilizan como fuente de muchos oligoelementos y como acondicionador del suelo para aumentar el pH en suelos ácidos.

Una investigación realizada en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal demostró que la aplicación tópica de extractos de algas (*Durvillea antarctica*) en las plantas permitió un aumento significativo tanto en la cantidad de materia seca acumulada en la porción aérea de la planta como en la cantidad total de materia seca en todos los árboles (Medjdoub, 2018).

Canales (2017) indica que, el uso de algas marinas y/o sus derivados aumenta el rendimiento y la calidad de los cultivos, ya que mejoran el suelo y dan energía a las plantas. Su aplicación ya está muy extendida en muchos países del mundo y, a medida que gane impulso, fomentará la agricultura sostenible al sustituir los insumos químicos por los orgánicos.

Dosis: 500–1000 ml en 200 litros de agua, 50–100 ml en 20 litros de agua o 1,5–3 litros por hectárea son las dosis típicas.

Micorrizas

Producido por Grow More Cardena, CA. EE. UU., el nombre comercial es Myco Grow. Las micorrizas son hongos útiles para el suelo que infectan al 83 % de las plantas dicotiledóneas, al 79 % de las plantas monocotiledóneas y todas las gimnospermas. Forman una relación simbióticamente con la raíz y plantas, mejorando la capacidad de la planta para absorber nutrientes y agua del sustrato o del suelo.

Las micorrizas son hongos beneficiosos del suelo que inducen una relación simbiótica con las raíces de las plantas e infectan al 83 % de las plantas dicotiledóneas, al 79 % de las plantas monocotiledóneas y a todas las gimnospermas. Esto aumenta en gran medida la eficiencia de las plantas a la hora de absorber nutrientes y agua del sustrato o del suelo. Las plantas inoculadas con micorrizas son más resistentes a las

enfermedades del suelo, lo que promueve la absorción de nutrientes a través de las raíces y aumenta el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Los principales beneficios de las micorrizas son:

- Facilita la absorción de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno.
- Ayuda la resistencia a condiciones que implican estrés hídrico y mejora la absorción de agua. La resistencia a condiciones de cultivo salinizadas está en aumento, particularmente en *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*.
- Su efecto antagonista aumenta la resistencia a los hongos patógenos que se encuentran en el suelo. Los hongos micorrízicos ayudan a fortalecer las defensas de la planta contra organismos nocivos colonizando sus raíces.
- Los agregados creados por las hifas y filamentos del hongo micorrízico, mediante la acción de una proteína conocida como glomalina, mejoran la estructura del suelo.
- Las raíces experimentan efectos hormonales que aceleran tanto su propio crecimiento como el desarrollo general de la planta.

Con tres especies endomicorrícicas y cinco ectomicorrícicas, Myco Grow tiene un amplio espectro de actividad en una variedad de plantas, incluidas las ornamentales, forestales, hortalizas y frutales. Se le añade ácido húmico. Antes de la siembra, aplicar cuarenta kilogramos por hectárea de dosis. Utilizar de cinco a quince gramos por planta de hortaliza.

1.2.2. Agricultura de conservación

El objetivo de la agricultura de conservación (AC), una alternativa a la agricultura convencional, es preservar la fertilidad del suelo mediante una labranza más superficial que también es más rentable (Navarra agraria, 2008).

La agricultura de conservación se remonta a la época preincaica en el Perú. Consiste en sembrar directamente sin perturbar el suelo y mantener una cubierta vegetal protector sobre el mismo con herramientas como la kasuna, allachu, chakitaclia,

kituchi y otras. Estos agricultores ciertamente respetaban el medio ambiente, evitaban la erosión y utilizaban sistemas de riego por gravedad, que dirigían el agua por canales designados. Sin embargo, desde que comenzó la colonización en 1530, se introdujo una agricultura basada en el arado intensivo con rejas y/o vertederas, algunos aperos complementarios y el uso de tracción animal como fuerza motriz. Esta agricultura no era adecuada para el clima tropical del país (Grupo de investigación transdisciplinar sobre transiciones socio ecológicas, 2017).

Edward Faulkner publicó en 1943, un libro titulado “La insensatez del labrador: una buena razón para adoptar la cero labranza y sus efectos benéficos sobre el suelo y el ambiente”. Al mismo tiempo, una idea similar de cultivar sin labranza, se desarrolló en japon por Masanobu Fukuoka, “La Revolución de Rastrojos”. Fukuoka aún continúa trabajando en sus principios mediante en línea con agricultura de conservación.

La agricultura de conservación no es un paquete tecnológico, sino una técnica novedosa que se basa en tres principios rectores: rotación de cultivos con poco o ningún movimiento del suelo y rastrojo en la superficie. Estos principios deben coordinarse y aplicarse de forma específica para cada localidad (Enlace, 2010).

Principios de la agricultura de conservación

1. Cobertura permanente del suelo, que consiste en mantener el mayor parte del tiempo, sembrado sobre la cobertura de un abono o provechando el residuo de praderas y rastrojos
2. Preparación y movimiento de suelos mínimos o inexistentes. Los únicos materiales adecuados para asentar las semillas y el fertilizante antes de plantar el cultivo comercial son la cubierta vegetal y el suelo.
3. Las especies cultivadas en rotación con cultivos comerciales se conocen como "abonos verdes" y se depositan o talan en el suelo para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y al mismo tiempo gestionar mejor la humedad y los nutrientes.

Beneficios con la agricultura de conservación

- Como no hay labranza y los residuos protegen la estructura del suelo, aumenta la infiltración de agua (Bescansa et al, 2006).
- El estancamiento inducido por desechos aumenta la infiltración de agua, lo que disminuye la escorrentía y la erosión del suelo.
- Debido a que los residuos protegen la superficie del suelo de los rayos solares, se evapora menos humedad.
- Debido a que el contenido de humedad aumenta debido a la mayor infiltración de agua y la menor evaporación del suelo, el estrés hídrico de las plantas es menos común y menos grave.
- El precio de combustible y mano de obra se pueden reducir preparando la tierra con menos pasadas de tractor y requisitos de mano de obra.

Beneficios a mediano y largo plazo

- El aumento de la materia orgánica del suelo (MOS) aumenta la capacidad de intercambio de cationes, la disponibilidad de nutrientes y la retención de agua.
- Mejora la fertilidad biológica y facilita un control más efectivo de plagas al impulsar la actividad biológica en el suelo y el ambiente aéreo.

1.3.Cultivo de arveja

1.3.1. Ubicación taxonómica

Vilcapoma (1991) citado por Sollier (2019) describe la clasificación taxonómica de la arveja:

- Reino : Plantae.
- División : Magnoliophyta.
- Clase : Magnoliopsida.
- Sub clase : Dicotyledonae
- Orden : Fabales.
- Familia : Fabaceae.
- Sub-Familia : Faboideae.
- Tribu : Fabeae.
- Género : Pisum.
- Especie : *Pisum sativum* L.
- Nombres vulgares : Arveja, guisante, chícharo, etc.

1.3.2. Fenología y Características botánicas

a. Etapa de germinación

Pérez y Sánchez (2023) describen el proceso de germinación de la arveja en las siguientes etapas:

1. **Imbibición:** La semilla absorbe agua, lo que provoca su expansión y activa la maquinaria metabólica necesaria para la germinación.
2. **Activación Metabólica:** La absorción de agua rehidrata los tejidos y activa enzimas clave, lo que facilita la reanudación de la síntesis de proteínas y la movilización de reservas nutritivas.
3. **Emergencia de la Radícula:** La radícula (raíz embrionaria) emerge primero y crece hacia abajo para establecer el sistema radicular inicial.
4. **Crecimiento del Hipocótilo y Cotiledones:** El hipocótilo se alarga y las hojas embrionarias (cotiledones) emergen, comenzando la fotosíntesis y suministrando nutrientes a la plántula.
5. **Desarrollo de la Plántula:** La plántula desarrolla hojas verdaderas y continúa su crecimiento independiente gracias a la fotosíntesis.

b. Sistema radicular y nodulación.

Sánchez y Díaz (2023) discuten:

1. Sistema Radicular:

- Desarrollo de la Radícula: Tras la germinación, la radícula se desarrolla en las primeras etapas, formando la raíz principal que ancla la planta en el suelo.
- Raíces Laterales: Se desarrollan raíces laterales a partir de la raíz principal, aumentando la superficie de absorción de agua y nutrientes.
- Arquitectura Radicular: La estructura del sistema radicular de la arveja está adaptada para optimizar la captura de nutrientes y agua, con una red extensiva y ramificada.

2. Nodulación:

- Formación de Nódulos: La nodulación es un proceso en el que bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium* spp.) se asocian con las raíces de la arveja, formando nódulos que facilitan la fijación biológica del nitrógeno atmosférico.
- Desarrollo y Función de los Nódulos: Los nódulos se desarrollan en las raíces y son cruciales para la nutrición de la planta, ya que convierten el nitrógeno atmosférico en formas utilizables por la planta.
- Factores que afectan la Nodulación: La eficiencia de la nodulación puede ser influenciada por factores ambientales, la cepa de *Rhizobium* y la salud de la planta.

c. Tallo

Gómez & Fernández (2023) afirman que el tallo es generalmente herbáceo, con una estructura segmentada que soporta las hojas y flores. Presenta nudos y entrenudos que permiten el crecimiento vertical. El crecimiento es influenciado por factores

ambientales y genéticos, afectando la altura final de la planta y su capacidad para soportar las vainas y hojas. Durante el desarrollo, el tallo experimenta una elongación rápida, especialmente en las primeras fases del crecimiento vegetativo, además desarrolla características como zarcillos para trepar y soportar la planta en entornos con soporte limitado.

d. Ramas

Martínez & Silva (2023) detallan que, la arveja exhibe una ramificación determinante, donde el crecimiento de las ramas laterales es influenciado por el desarrollo del brote principal, estas se desarrollan a partir de los nudos del tallo principal y están involucradas en la producción de flores y vainas. La ramificación puede ser afectada por factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico, como la densidad de siembra y las prácticas de poda, además influye en la densidad de la planta y en la distribución de flores y vainas, afectando así el rendimiento total del cultivo.

e. Hoja

Suasnabar et al. (2021) describe las dos hojas primeras son conocidas “brácteas trífidas”, la que se forma después del nudo cotiledonar, pudiendo ser subterráneas o aéreas. La hoja verdadera es paripinnadas, compuestas y alternadas; la hoja inferior es bifoliadas, característica que se extiende a las ramas superiores donde se puede ver hasta seis folíolos de forma ovalada con margen dentado o entero; el raquis termina en la formación de estructuras delgadas, u hojas modificadas, llamadas zarcillos, que son más grandes que el pecíolo y simples o ramificados, con la propiedad de ser sensitivos.

f. Etapa de Floración

Kumar y Verma (2023) detallan las etapas de floración en la arveja:

1. **Desarrollo de Botones Florales:** Se inicia cuando los brotes vegetativos empiezan a diferenciarse en botones florales. Estos botones se desarrollan en las axilas de las hojas.
2. **Abertura de Flores:** Las flores comienzan a abrirse y están listas para la polinización. La polinización puede ser realizada por insectos o puede ser

autógama, dependiendo de la variedad.

3. Desarrollo de Fruto: Tras la polinización, las flores fertilizadas se transforman en vainas que contienen las semillas. Este proceso incluye el crecimiento y la maduración de los frutos.
4. Maduración de Semillas: Las semillas dentro de las vainas maduran y se desarrollan completamente, lo que culmina en la preparación para la cosecha.

g. Flor

Suasnabar et al. (2021) afirma que, es típica de las papilionáceas, equivale a una flor cleistógama, con cinco pétalos dos alas, un estandarte bien consistente y una quilla formada por dos pétalos unidos, que alberga los órganos reproductores y cinco sépalos, que son pedúnculos huecos y delgados que miden entre 1.5 y 2 cm de longitud. Por su génesis axilar, producen una inflorescencia que se asemeja a un racimo axilar que presenta dos o tres flores.

h. Inflorescencia

Suasnabar et al. (2021) afirma que, la arveja presenta una apariencia escalonada de una o más flores que forman inflorescencias axilares. Los primeros cultivares suelen tener una estatura enana y florecer en los nudos basales.

i. Fruto

Suasnabar et al. (2021) afirma que, el fruto de la arveja, se le denomina legumbre, pero también se le llama vaina. Es bivalva, cilíndrica o aplanada, con una pequeña curvatura, y puede albergar de dos a diez semillas. Los colores de la vaina varían entre el verde claro, verde oscuro, verde blanquecino, verde azulado o grisáceo, y su textura puede ser lisa o rugosa. Su ancho varía de 1 a 2 cm, y su longitud fluctúa de 4 a 12 cm.

j. Semilla

Suasnabar et al. (2021) afirma que, las semillas son de tamaño variable, con forma

esférica o angular y diámetros variables: los granos pequeños miden menos de 8 mm, los medianos de 8 a 10 mm y los grandes de más de 10 mm. Según la variedad, la superficie puede ser lisa o rugosa, de color blanco cremoso, verde claro, verde azulado, gris o amarillo claro. Un hilio pequeño y elíptico puede ser de color claro o negro.

1.3.3. Variedades de arveja

1. Variedad Usui

Caritas (2007) menciona las siguientes características de la variedad:

- Hábito de crecimiento : enrame
- Periodo vegetativo : semi precoz
- Cosecha en vaina verde : 90 días después de la siembra
- Cosecha en grano seco : 140 días después de la siembra
- Altura aproximada : 1.40 m
- Color de grano seco : amarillo cremoso con hilio negro
- Rendimiento : 6000 kg/ha en verde y 1500 kg/ha en seco
- Longitud de vaina : 6.5 cm

2. Variedad Remate

INIA (2008) señala que en la planta vigorosa con granos grandes y vainas bien formadas están presentes las siguientes características:

Características morfológicas y agronómicas:

- Floración : 73 días
- Madurez fisiológica : 120 días
- Inicio de cosecha : 110 días
- Cosecha en grano seco : 150 días
- Altura de planta : 1,57 m
- Longitud de vaina : 9,13 cm
- Vainas por planta : 21
- N° de granos por vaina : 8 a 9
- Tamaño de grano : 7 mm
- Color de grano en seco : Crema-liso

Rendimiento promedio:

- En vaina verde: 1 t ha⁻¹ con tutores y 6.3 t ha⁻¹ sin tutores
- En grano seco : 2 t ha⁻¹ con tutores y 1.6 t ha⁻¹ sin tutores

Sistema de producción:

- Época de siembra : Septiembre - diciembre
- Cantidad de semilla : 70 kg ha⁻¹
- Distanciamiento : 0.80 m entre surco a chorro continuo
- Profundidad de siembra : 5 cm
- Germinación (inicio) : 7 a 10 días

3. Variedad Quantum

Es una variedad muy comercial en el país y su demanda en el mercado se debe a su excelente llenado de grano. La planta, de tamaño mediano y vigorosa, crece de manera semiindeterminada y produce flores concentradas. Es muy buscada en el mercado porque produce de 7 a 8 granos con buen llenado, buen rendimiento cáscara/grano y un excelente color de vaina (verde oscuro) (TQC, 2014).

4. Variedad Utrillo

El Manual Cultivo de Arveja en Comunidades Alto Andinas (2005) indica que la

producción verde se cosecha a los 4.5 meses, por lo que es una variedad semitardía. Sus granos rugosos de color crema contrastan con sus grandes vainas de color verde claro, que miden en promedio 14 centímetros de largo. El oídio es una amenaza grave para ella, especialmente durante la etapa de floración. Se recomienda plantar esta variedad cerca del lugar de empaque, ya que es muy delicada para el transporte.

1.3.4. Requerimientos edáficos y climáticos

Sánchez y Morales (2023) discuten:

a) Requerimientos Edáficos:

- Tipo de Suelo: La arveja prefiere suelos bien drenados y fértiles. Los suelos ideales son los arcillo-arenosos o limosos con buen drenaje para evitar el encharcamiento.
- pH del Suelo: El pH óptimo para el cultivo de arveja está entre 6.0 y 7.5. Los suelos con pH fuera de este rango pueden afectar la disponibilidad de nutrientes y la salud de la planta.
- Contenido de Nutrientes: La arveja se beneficia de suelos con niveles adecuados de nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también puede fijar nitrógeno atmosférico gracias a su relación simbiótica con *Rhizobium*.

b) Requerimientos Climáticos:

- Temperatura: La arveja se desarrolla mejor en temperaturas entre 15°C y 20°C. Las temperaturas extremas pueden afectar negativamente el crecimiento y la producción de vainas.
- Precipitación: Requiere una cantidad moderada de agua durante su ciclo de crecimiento. La distribución uniforme de la precipitación es crucial, especialmente durante la floración y la formación de vainas.
- Humedad: El cultivo de guisantes no se da bien en suelos o condiciones extremadamente secos; crece mejor en niveles bajos de humedad. El

riego debe ser mínimo porque demasiada humedad tiene un impacto en la atmósfera y el suelo. Se deben realizar dos riegos después de la siembra, uno al comienzo de la floración y otro al comienzo de la fructificación. Para evitar la caída de flores, trate de no regar durante la floración completa.

1.3.5. Manejo Agronómico

a. Preparación del terreno

Se debe realizar cuidadosamente para dejar el suelo bien mullido y nivelada. Se realiza una labor profunda de unos 20 cm. de profundidad con vertedera, subsolador, junto con la que se incorpora el abono de fondo. Para asegurar uniformidad en la germinación de semillas.

Como actividades preliminares se debe limpiar bien el campo y se debe incorporar estiércol, lo recomendable es 10 t ha^{-1} pero cantidades menores de 2 a 5 t ha^{-1} tienen un efecto beneficioso ya que mejoran la estructura del suelo.

b. Siembra y densidad

Según el INÍA (2004), para la siembra se deben utilizar 70 kg ha^{-1} de semilla certificada para producir un número suficiente de plantas. Las semillas se depositan en chorro continuo en el fondo del hoyo o surco, con una distancia entre cada surco de 0.80 m, a una profundidad de 5.0 cm en el suelo.

c. Fertilización

Según el INÍA (2004), para mejorar el suelo, se deben aplicar 10 t ha^{-1} de fertilizante orgánico cuando se prepara el terreno. Antes de plantar, se analiza químicamente el suelo para determinar la cantidad de fertilizante que se debe aplicar. Se recomienda fertilizar un área con 40-80-60 kg de N, P_2O_5 y K_2O por hectárea. La aplicación y la siembra se realizan al mismo tiempo.

d. Riego

Se debe evitar riegos pesados, especialmente en suelos con alta retención de humedad.

e. Control de malezas

El método de control de maleza utilizado en el cultivo es:

- Control cultural: Quitar las arvenses del campo de forma manual o mecánica una vez que ya han aparecido.
- Control químico: Es recomendable rotar los herbicidas utilizados si se utilizan productos aprobados por SENASA, para evitar que las malezas se vuelvan resistentes al producto.

Durante los primeros cuarenta y cinco días siguientes a la siembra, se aconseja mantener el campo libre de malezas debido a la intensa competencia por los guisantes (SENASA, 2020, p.6).

f. Aporque

Según el INÍA (2004), para conseguir una mayor firmeza en las plantas, se debe realizar a los treinta días de la siembra. Además de eliminar las malas hierbas, este procedimiento también oxigena la zona que rodea el sistema radicular.

g. Tutoraje

Algunas variedades de arvejas se pueden cultivar con soportes para obtener mayores rendimientos y una mejor calidad. Este método de manejo de las plantas permite aprovechar mejor la luz solar, mejorar el control de plagas y enfermedades y facilitar la cosecha (SENASA, 2020, p.6).

h. Principales plagas

De acuerdo a Suasnabar et al. (2021), las siguientes son las principales plagas que dañan los cultivos de guisantes:

- **Gusano picador *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).** Aunque también ataca a las arvejas, que se consideran plagas potenciales, se trata de una plaga que está adquiriendo cada vez mayor importancia en el maíz. Se encuentra en todo el continente americano, incluida la selva alta, las zonas costeras y los valles cálidos de la sierra peruana
- **Gusanos cortadores o gusanos de tierra (*Agrotis ipsilon*, , *Agrotis subterranea*).** En el cultivo de arveja, la primera etapa del cultivo ocasiona daños porque implica cortar las plántulas recién surgidas, lo que disminuye el número de plantas por hectárea. Está distribuida en todo el mundo y en Perú se la puede encontrar en cualquier lugar donde haya huéspedes
- **Mosca minadora de las hojas (*Liriomyza huidobrensis*).** Aunque tanto los adultos como las larvas pueden causar daños, son las larvas las que provocan la mayor parte de los daños. Las "picaduras" que las hembras maduras hacen durante la oviposición y la alimentación no tienen ninguna incidencia en la economía. Más bien, las larvas se alimentan del parénquima, creando galerías y minas que con el tiempo se secan o se vuelven necróticas, disminuyendo la superficie de las hojas y obstruyendo también la capacidad de la planta huésped para realizar la fotosíntesis, lo que reduce el rendimiento de los cultivos y causa pérdidas económicas
- **Áfidos o pulgones (*Myzus persicae*).** Al succionar el floema, dañan a la planta, privándola de nutrientes que hacen que se marchite y deje de crecer. La fotosíntesis se ve obstaculizada por los azúcares que se expulsan y las proteínas del jugo se concentran en la cámara del filtro. Las toxinas de la saliva hacen que las hojas se marchiten.
- **Mosca blanca del tabaco (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*).** Provocada tanto por ninfas como por adultos. La succión de la savia para alimentarse produce daños directos, ya que debilita la planta y reduce la productividad del cultivo. Los síntomas graves de la infección se manifiestan como el secado y el amarilleamiento de las hojas. Los brotes de hongos que dan lugar a la formación de fumagina en la melaza que expulsan los insectos dañan indirectamente el medio ambiente al impedir

la fotosíntesis

- **Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus*).** Cuando se alimentan, dañan las hojas al succionar el contenido de las células con su estilete, lo que provoca sequedad y mancha amarilla que también daña las vainas. Las infestaciones a gran escala reducen los rendimientos al provocar la caída de las hojas. (pp. 98-138)

i. Principales enfermedades

- **Oidium (*Erysiphe polygoni*)**

Es una enfermedad fúngica que daña las plantas, provocando malformaciones en las hojas y tallos y disminución del rendimiento. Las manchas blancas circulares y polvorientas son los principales síntomas e indicadores de esta afección, que se notan más en la superficie superior cuando hay mucha humedad (INTA, 2013).

- **Chupadera (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.*)**

Las plantas pequeñas mueren como consecuencia de ello; entre los síntomas e indicadores se encuentran lesiones de hasta 1 cm de longitud en la corteza de color marrón rojizo del cuello. Las variedades de semillas susceptibles, las semillas no tratadas y el monocultivo son los factores que aumentan la probabilidad de aparición (INTA, 2013).

- **Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

Como resultado, se pierde tanto el rendimiento como la calidad del grano. Los síntomas e indicadores son manchas redondas, de color marrón violáceo y hundidas con bordes más oscuros y salientes. Semillas podridas. Las semillas contaminadas con patógenos son los principales factores que influyen en su incidencia. El rastrojo infectado fue causado por fuertes

lluvias durante el período de floración y formación de vainas (INTA, 2013).

- **Los mildius (*Peronospora viciae*)**

Estos patógenos atacan principalmente las hojas de las plantas y se propagan rápidamente atacando el tejido tierno, verde y joven de las plantas, incluidas las hojas, las ramas y las vainas. El culpable es *Peronospora viciae* (Suasnabar et al., 2021, p. 84). En las plántulas germinadas, los síntomas sistémicos se manifiestan como oscurecimiento y deformidad. En los órganos afectados, se observa una erupción de color plumizo, que indica esporulación fúngica. Se pueden ver 14 manchas grandes de color amarillo pálido en la superficie superior de las hojas inferiores, y la parte inferior de estas hojas tiene áreas grisáceas y afieltradas que son el resultado de la fructificación de los hongos (esporangióforos y esporangios). En situaciones extremas, el lado adaxial de la hoja también puede presentar síntomas (Velazquez, 2015)

j. Cosecha

Según el INÍA (2004), dependiendo del clima y la variedad, la recolección de las vainas verdes se realiza a mano y comienza entre 60 y 80 días después de la siembra. Cuando las plantas están secas, se cortan a ras del suelo para utilizarlas como grano seco.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), ubicado a 2.0 km, al este de la ciudad de Huamanga; cuyas condiciones son:

Latitud Sur : 13° 10' 00.06''

Longitud Oeste : 74° 12' 22.92''

Altitud : 2750 msnm.

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Andrés Avelino Cáceres

Figura 2.1.

Vista de satelital del Centro Experimental Canaán UNSCH



2.2. Características del suelo

Se tomaron muestras de suelo de la parcela experimental de la capa cultivable de 30 cm para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo. Estas muestras se combinaron en una sola mezcla homogénea, de la cual se extrajo solo 1 kg. Esta muestra fue llevada al Laboratorio de Análisis de Suelos y Foliare del Programa de Investigación en Pasturas y la Ganadería “Nicolás Roulet” de la UNSCH.

Tabla 2.1

Características físico-químicas del suelo donde se condujo el experimento. Canaán - UNSCH, 2750 msnm.

Características	Resultados		Interpretación
	Valores	Método	
Análisis físico			
Arena (%)	36.6	Hidrómetro de Bouyoucus	Franco Arcilloso
Limo (%)	24.2		
Arcilla (%)	39.2		
Textura			
Análisis químico			
pH (H ₂ O)	7.57	Potenciométrico (1:2.5)	Ligeramente alcalino
M.O (%)	1.95	Walkley y Black	Bajo
N total (%)	0.10	Semi – micro Kjeldahl	Bajo
P Disponible (ppm)	20.9	Colorímetro Bray – Kurtz ^l	Alto
K Disponible (ppm)	108.5	Turbidimétrico Morgam P.	Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - UNSCH.

Los resultados del análisis físico-químico del suelo se muestran en la tabla 2.1, donde se observa que el suelo tiene un pH ligeramente alcalino, 0.10% de N total, P disponible de 20.9 ppm y K disponible de 108.5 ppm. El resultado muestra que es pobre a medio.

2.3. Características del guano de islas

Tabla2.2*Resultado de análisis químico del guano de islas*

Componentes	Contenido
Humedad (%)	19.7
pH	8.46
C.E. (1:1)	75.5
M.O total (%)	39.4
N (%)	4.41
P ₂ O ₅ (%)	2.81
K ₂ O (%)	2.42
CaO (%)	6.87
MgO (%)	2.42
SO ₄ (%)	0.38

Fuente: Laboratorio de suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet"
del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH.

El guano de isla tiene un pH ligeramente alcalino y un contenido de NPK que indica una calidad intermedia.

2.4. Condiciones climáticas

La Estación Meteorológica del INIA, ubicada en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray-Huamanga-Ayacucho y con coordenadas de latitud sur 13° 10' 00.06" y latitud oeste 74°12'22.92", proporcionó los datos climáticos para este estudio.

La temperatura media durante el proyecto de investigación fue de 15.6 °C, con temperaturas mínimas y máximas de 6.0 °C y 25.2 °C, respectivamente. La precipitación total anual fue de 541.30 mm. Durante la temporada agrícola 2022-2023 se presentó deficiencia de humedad.

Tabla 2.3

Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2022-2023

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
 Provincia : Huamanga
 Departamento : Ayacucho

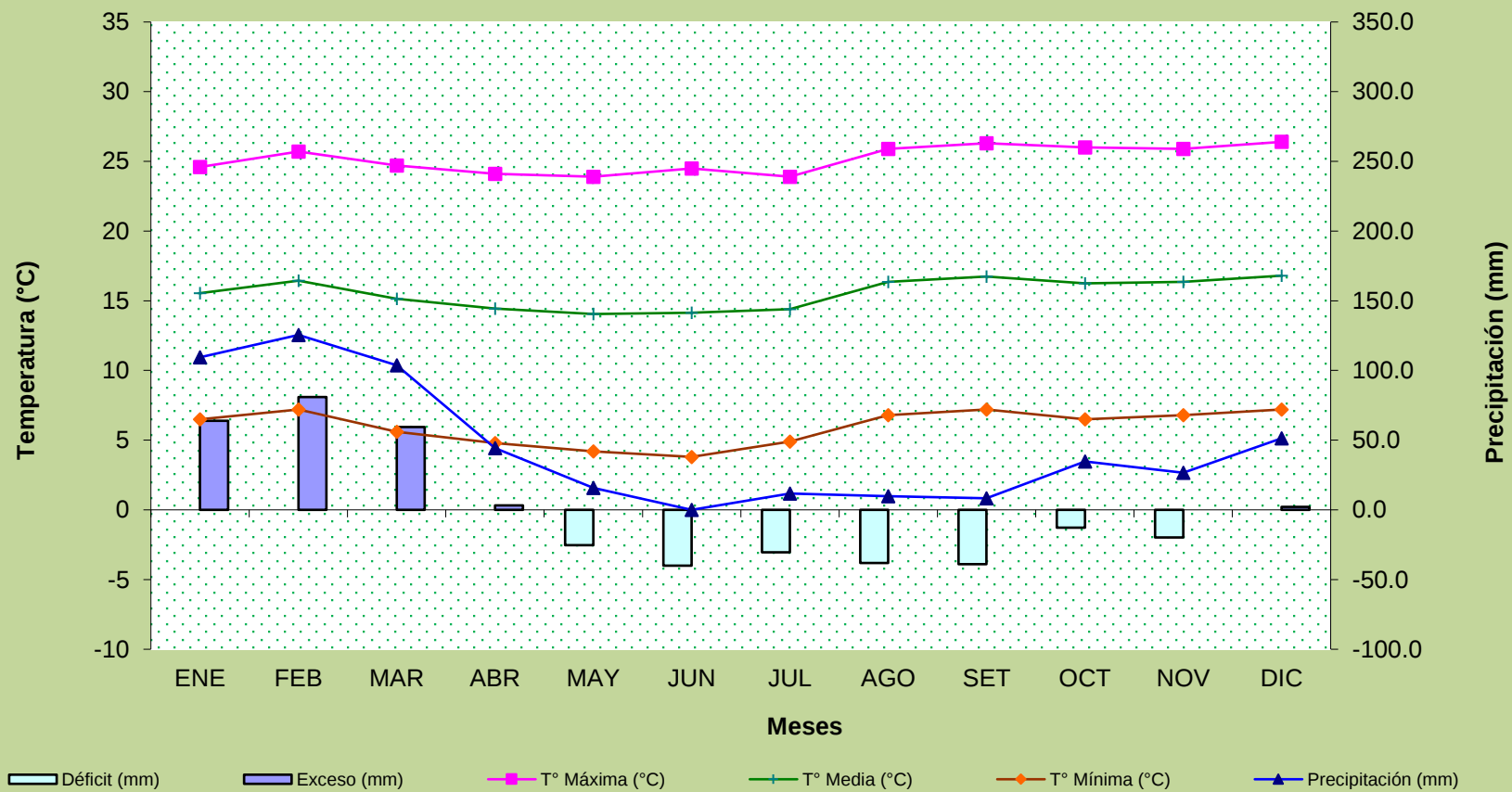
Altitud : 2756 m.s.n.m.
 Latitud : 13°10'00.06''
 Longitud : 74°12'22.92''

AÑO	2022-2023												Total	Prom
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima (°C)	24.6	25.7	24.7	24.1	23.9	24.5	23.9	25.9	26.3	26.0	25.9	26.4		25.2
T° Mínima (°C)	6.5	7.2	5.6	4.8	4.2	3.8	4.9	6.8	7.2	6.5	6.8	7.2		6.0
T° Media (°C)	15.6	16.5	15.2	14.5	14.1	14.2	14.4	16.4	16.8	16.3	16.4	16.8		15.6
Factor	4.96	4.60	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP (mm)	77.1	75.7	75.1	69.4	69.7	67.9	71.4	81.1	80.4	80.6	78.5	83.3	910.2	0.59
Precipitación (mm)	109.4	125.5	103.7	44.2	15.8	0	11.8	9.8	8.4	34.7	26.6	51.4	541.3	
ETP Ajust. (mm)	45.5	44.6	44.3	40.9	41.1	40.1	42.1	47.8	47.4	47.6	46.3	49.2		
H del suelo (mm)	63.9	80.9	59.4	3.3	-25.3	-40.1	-30.3	-38.0	-39.0	-12.9	-19.7	2.2		
Déficit (mm)					-25.3	-40.1	-30.3	-38.0	-39.0	-12.9	-19.7			
Exceso (mm)	63.9	80.9	59.4	3.3								2.2		

Fuente: Estación Meteorológica INIA- SINAMHI (s.f.)

Figura 0.1

Diagrama Ombrotérmico T° vs PP y balance hídrico



Fuente: Estación Meteorológica INIA-SENAMHI (s.f.)

2.5. Variables e indicadores

2.5.1. Variable independientes e indicadores

Variable independiente	Indicadores
1. Variedades (V)	v1: Remate v2: Utrillo v3: Quantum v4: Usui
2. Biofertilizantes (F)	f1: Micorriza f2: Trichoderma f3: EM f4: Extracto de algas f5: Acido húmico y fúlvico f6: Testigo

2.5.2. Variables dependientes e indicadores

Variable dependiente	Indicadores
Rendimiento	1. Altura de planta (cm) 2. Número de vainas por planta (u) 3. Longitud de vaina (cm) 4. Ancho de vaina (cm) 5. Número de granos por vaina (u) 6. Peso de vainas por planta(g) 7. Peso de grano por 5 vainas (g) 8. Rendimiento de grano verde (kg ha ⁻¹)

2.6. Criterios para evaluar los indicadores dependientes

Factores de rendimiento

a. Altura de planta

Utilizando una cinta métrica para medir desde el cuello de la planta hasta su ápice, se tomaron diez plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.

b. Número de vainas por planta

Para determinar el número total de vainas comerciales por planta, se utilizaron diez plantas seleccionadas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental para evaluar este parámetro.

c. Número de granos por vaina

Se eligió al azar 10 vainas cosechadas de surco central de cada tratamiento en madurez fisiológica, se contaron los granos de cada vaina.

d. Longitud de la vaina

Del surco central de cada tratamiento se escogieron al azar diez vainas para su evaluación.

e. Diámetro de la vaina

Del surco central de cada tratamiento se eligieron diez vainas al azar para poder evaluar.

f. Peso de vainas por planta

Se procedió con el pesado de todas las vainas que se cosecharon del surco central de cada tratamiento

g. Peso de granos por 5 vainas

Se realizó un pesaje de cada vaina extraída del surco central de cada tratamiento. Para completar el pesaje se utilizó una balanza analítica, que posteriormente fue extrapolada a una hectárea.

h. Rendimiento de grano verde por hectárea

Se procedió con el pesado de granos del surco central de cada tratamiento, el proceso de pesado se realizó en una balanza analítica y luego se inferió a una hectarea.

2.7.Método procedimental

2.7.1. Diseño experimental

El diseño experimental a utilizar fue el Diseño de parcelas divididas, con 24 tratamientos, 3 repeticiones y 72 unidades experimentales. En las parcelas grandes se ubicó variedades y en las parcelas pequeñas se ubicó biofertilizantes. Los resultados cuantitativos se sometieron a Análisis de Variancia (ANVA) y la prueba de contraste Tukey (0.05) para visualizar la diferencia.

El modelo aditivo lineal es el siguiente (Cochran y Cox, 1990).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$
$$\begin{array}{ll} i = 1, 2, 3, 4 & a = 4 \\ j = 1, 2, 3, 4, 5, 6 & b = 3 \\ k = 1, 2, 3 & r = 3 \end{array}$$

Donde:

μ : efecto de la media

β_k : efecto del k-ésimo bloque

α_i : efecto del i-ésima variedad

δ_j : efecto del j-ésimo biofertilizante

$(\alpha\delta)_{ij}$: efecto de interacción i-ésima variedad por la j-ésimo biofertilizante

ε_{ijkl} : error experimental

2.8.Tratamientos

Los factores en estudio para el presente experimento son:

a) Variedades de arveja (V)

- Remate
- Usui
- Quantum
- Utrillo

b) Biofertilizantes (B)

- Micorriza
- Trichoderma
- EM (Microorganismos eficientes)
- Extracto de algas
- Acido húmico y fúlvico
- Testigo

En la tabla 2.4 se muestra la descripción de los tratamientos.

Tabla 2.4*Descripción de los tratamientos*

Código	Combinación	Descripción
T1	v1f1	Remate x Micorriza
T2	v1f2	Remate x Trichoderma
T3	v1f3	Remate x EM
T4	v1f4	Remate x extracto de algas
T5	v1f5	Remate x ácido húmico y fúlvico
T6	v1f6	Remate x Testigo
T7	v2f1	Utrillo x Micorriza
T8	v2f2	Utrillo x Trichoderma
T9	v2f3	Utrillo x EM
T10	v2f4	Utrillo x extracto de algas
T11	v2f5	Utrillo x ácido húmico y fúlvico
T12	v2f6	Utrillo x Testigo
T13	v3f1	Quantum x Micorriza
T14	v3f2	Quantum x Trichoderma
T15	v3f3	Quantum x EM
T16	v3f4	Quantum x extracto de algas
T17	v3f5	Quantum x Ácido húmico y fúlvico
T18	v3f6	Quantum x Testigo
T19	V4f1	Usui x Micorriza
T20	V4f2	Usui x Trichoderma
T21	V4f3	Usui x EM
T22	V4f4	Usui x extracto de algas
T23	V4f5	Usui x ácido húmico y fulvico
T24	V4f6	Usui x Testigo

2.9. Características del campo experimental

- Número de parcelas: 3
- Número de tratamientos: 24
- Número de unidades experimentales: 72
- Distancia entre surcos: 0.80 m
- Distancia entre golpes: 0.30 m
- Número de semillas por golpe: 3

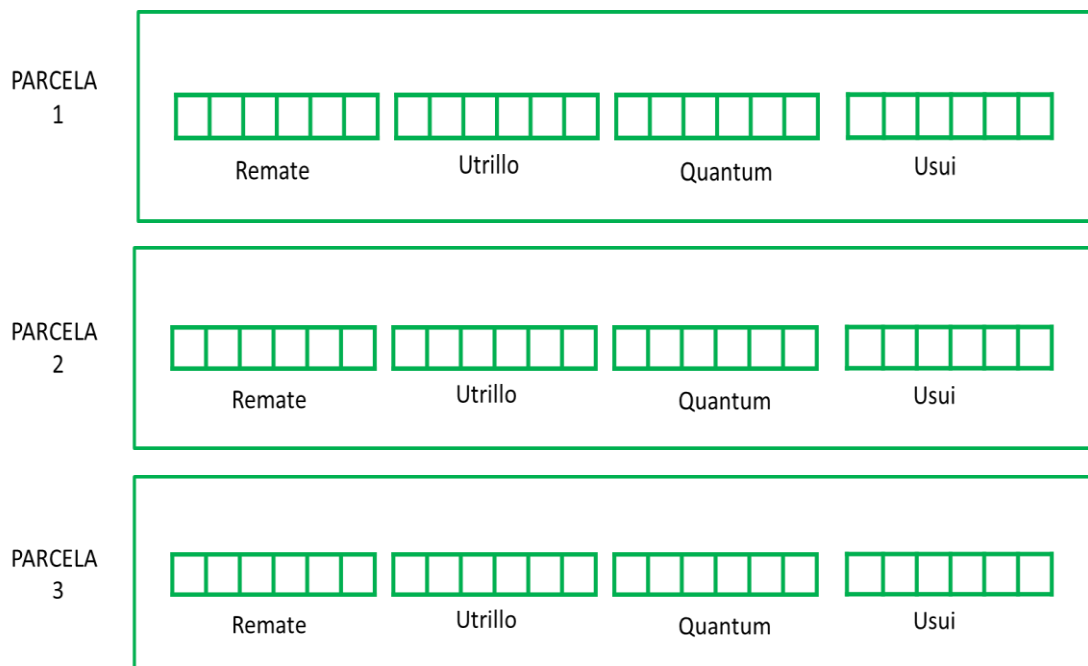
Parcela

- Largo del experimento: 21.20 m
- Ancho del experimento: 19.80 m
- Área total de la parcela: 419.76 m²

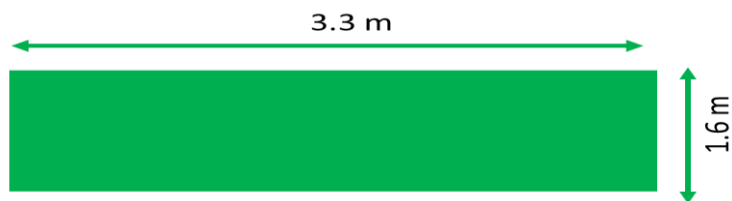
Sub parcela

- Largo: 3.30 m
- Ancho: 1.60 m
- Área de sub parcela: 5.28 m²

Croquis del campo experimental y de la unidad experimental



Croquis de la Unidad Experimental



2.10. Características de las variedades de arveja

a. Variedad Usui

CARITAS (2007) menciona que las principales características de la variedad son las siguientes:

- Hábito de crecimiento : enrame
- Periodo vegetativo : semi precoz
- Cosecha : 90 días después de la siembra
- Cosecha en grano seco : 140 días después de la siembra
- Altura promedio. : 1.40 m
- Color de grano seco : amarillo cremoso e hilum negro
- Rendimiento : 6 t ha⁻¹ en verde y 1.5 t ha⁻¹ en seco.
- Longitud de vaina : 6.5 cm.

b. Variedad Remate

INIA (2008) señala que es una planta vigorosa de grano grande y vainas bien consistentes y presenta las siguientes características:

Características morfológicas y agronómicas:

- Días a la floración : 73
- Días a la madurez fisiológica : 120
- Inicio de cosecha en vaina verde : 110 días
- Cosecha : 150 días
- Altura de planta : 1,57 m
- Longitud de vaina : 9,13 cm
- Vainas por planta : 21
- N° de granos por vaina : 8 a 9

Rendimiento: En vaina verde: 1 t ha⁻¹ con tutores y 6.3 t ha⁻¹ sin tutores.

c. Variedad Quantum

Variedad rústica de alto potencial de rendimiento. Se adapta muy bien a zonas de la Sierra, en siembras de todo el año. Presenta alto potencial de rendimiento y tolera condiciones adversas de clima. Presenta 2 a 4 flores por nudo. Promedio de altura de 65-75 cm, con floración muy concentrada. La vaina es recta, compacta, de excelente llenado y muy buena vida postcosecha. vainas de 8-10 cm de longitud y color verde oscuro. Granos por vaina 7-9 granos. Es tolerante a la chupadera (*Fusarium sp.*) y Mildiú. (Life Seed, 2023).

d. Variedad Utrillo

Life Seed (2023) menciona que es una variedad para mercado fresco, adaptado a siembras de Sierra durante todo el año. Buen potencial de rendimiento y concentración de cosecha. De maduración intermedia. La planta es de porte erecto, de color verde de buen vigor y muy rústica. Altura promedio de 70 - 80 cm. Floración concentrada. La vaina es de excelente color verde oscuro brillante, de 1 a 2 flores por nudo. Granos por vaina de 8 a 10, de 8-10 cm de longitud y buena vida postcosecha. Tolerante a Mildiu y Chupadera.

2.11. Instalación y conducción del experimento

a. Acondicionamiento del terreno

Se utilizó una parcela con rastrojo de quinua, en la cual se hizo una limpieza ligera de algunas malezas y tallos que se encontraban en el espacio entre hileras de plantas.

b. Demarcación del terreno

Se procedió a delimitar las parcelas y subparcelas, calles utilizando wincha, flexómetro, yeso, machetes, estacas, cordel. La distancia entre surcos fue de 0.70 m que fue establecido para el cultivo de quinua.

c. Siembra

Las semillas seleccionadas de las cuatro variedades de arveja, luego de realizar la randomización y según el croquis del campo experimental se sembró el día 23 de

marzo de 2022, a una profundidad de 3-5 cm y a una distancia de 0.30 m. Se colocaron tres semillas por golpe. Luego de la siembra se tapó la semilla con suelo húmedo.

d. Biofertilización

Según el croquis del campo experimental el 06 de abril y 26 de abril de 2022 se aplicaron los biofertilizantes vía drench al cuello de las plantas de arveja. Los biofertilizantes se aplicaron cuando emergieron el 100 % de golpes de arveja sembrados y se fraccionaron las aplicaciones para cada biofertilizante. Se utilizó un aplicador de 02 litros de capacidad.

Se debe mencionar que el cultivo de arveja en forma general recibió una aplicación de guano de isla de 0.5 t ha^{-1} . La misma que se aplicó previo a la siembra.

La cantidad de biofertilizantes que se utilizaron son:

- Micorriza : 2 kg ha^{-1}
- Trichoderma : 2 kg ha^{-1}
- EM : 4 l ha^{-1}
- Acido húmico : 2 kg ha^{-1}
- Extracto de algas : 2 l ha^{-1}

e. Riego

Se aplicó riego por goteo, en forma oportuna según el estado fenológico del cultivo. Se aplicaron riegos semanales y en total fueron 11 riegos.

f. Deshierbo

Esta labor se realizó dos deshierbos manuales de las plantas arvenses que habían crecido en los surcos del rastrojo de quinua, durante el crecimiento del cultivo con la finalidad de evitar la competencia con el cultivo por agua, luz y nutrientes.

g. Aporque

No se realizó ningún aporque, se aprovechó los rastrojos de quinua para guiar y sostener las plantas de arveja. Se ayudó colocando una rafia colocada a 30 cm para mejorar la estabilidad de las plantas de arveja, aprovechando como soporte los tallos secos de quinua.

h. Control fitosanitario

No se realizó ningún tipo de control fitosanitario.

i. Cosecha

La cosecha fue escalonada, según la madurez comercial de las variedades de arveja, en el caso de la variedad Remate se inició el 20 de junio de 2022, Utrillo y Quantum el 5 de julio de 2022 y Usui el 10 de julio de 2022. Luego continuaron las cosechas semanales hasta en tres oportunidades en las cuatro variedades. La cosecha de vainas se realizó en madurez comercial cuando los granos habían alcanzado su tamaño máximo y habían llenado las vainas de la arveja.

Tabla. 2.5.

Cronología de las labores culturales realizadas

	Labor	Fecha
1	Acondicionamiento del terreno	20 de marzo 2022
2	Demarcación del terreno	22 de marzo 2022
3	Siembra	23 de marzo 2022
4	Biofertilización	06 y 26 de abril 2022
5	Riego (10 riegos)	26, 30 de marzo, 06,14,20,27 abril, 04, 11, 18, 24 y 30 de abril 2022
6	Deshierbo	20 marzo y 8 mayo 2022
7	Enrafiado	7 de mayo de 2022
8	Cosecha	20 junio, 5 julio y 10 de julio 2022

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de planta

La Tabla 3.1 del ANVA de altura de planta muestra alta significación en el efecto principal de variedades y biofertilizantes y falta de diferencia en la interacción variedades por biofertilizante; este resultado significa que hubo efecto altamente significativo en las variedades y en los biofertilizantes. El coeficiente de variación (CV) es de 7.52 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 3.1

Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	59.58	2	29.79	0.50	0.6283 ns
Variedad (V)	20304.51	3	6768.17	114.20	<0.0001**
Error (a)	355.61	6	59.27		
Biofertilizante (B)	5319.56	5	1063.91	31.86	<0.0001**
Interacción (V x B)	433.93	15	28.93	0.87	0.6038 ns
Error (b)	1335.89	40	33.40		
Total	27809.08	71			

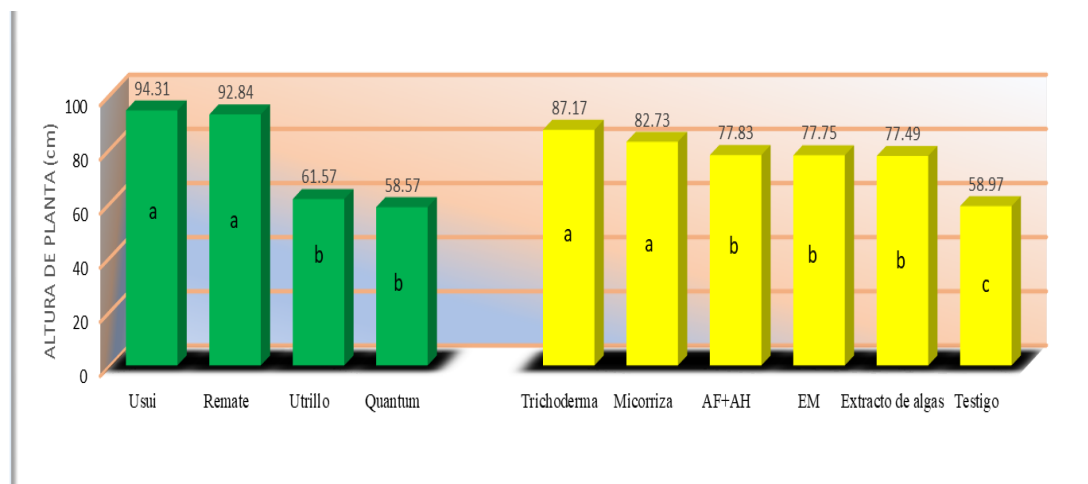
C.V. =7.52 %

Para determinar la diferencia entre las variedades y entre los biofertilizantes se procedió a realizar la Prueba de Tukey (0.05).

La prueba de tukey de los efectos principales de altura de planta de variedades (Figura 3.1), muestra que las variedades Usui y Remate con 94.31 y 92.84 cm tienen mayor altura que las variedades Utrillo y Quantum que miden 61.57 cm y 58.57 cm, respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta de las variedades de arveja y de biofertilizantes. Canaán 2750 msnm.



Este resultado se atribuye principalmente a la manifestación del genotipo de las variedades Usui y Remate, que son de tipo alto, frente a las de las otras dos variedades que son de tipo bajo.

Carlos et al. (2019) encontró que la variedad Quantum alcanzó 64 cm, superior a lo encontrado en el presente experimento. Soto (2015), encontró mayor altura de planta de la variedad Usui, 42 a 68 cm muy por debajo de la altura encontrada en el presente experimento.

Referente al efecto de los biofertilizantes, en la prueba de Tukey de los efectos principales de biofertilizantes en altura de planta (Figura 3.1.) Trichoderma y Micorriza, no presentaron diferencia entre ellos, con 87.17 cm y 82.73 cm. Estos tratamientos superaron a los Ácidos húmicos, EM y extracto de algas y el testigo; todos los tratamientos superan al testigo que tuvo una altura de planta de 58.97 cm.

La respuesta encontrada se atribuye a la acción que cumple el trichoderma en el crecimiento y desarrollo así como protección de las plantas de arveja contra hongos que afectan la raíz. Por otro lado, las micorrizas son importantes en el incremento del sistema radicular, solubilización del fósforo, absorción de nutrientes por la planta y sobre todo que ambos actúan disminuyendo el efecto del estrés de las plantas a la falta de agua, temperaturas altas, etc. (Valdez, 2014).

Carlos et al. (2019), encontraron alturas superiores al presente experimento de 1.58 - 0.64 m, cuando aplicó abonos orgánicos en las variedades Alderman, Quantum y Early. Sin embargo, Soto (2015) encontró alturas menores que los alcanzados en el experimento, como 53.67 cm con Ecovida, 45.33 cm con Fortiprec y testigo con 55.67 cm.

3.2. Número de vainas por planta

En el ANVA (Tabla 3.2), del número de vaina por planta se encontró diferencias altamente significativas en los efectos principales de variedad y de biofertilizantes y alta significación en los efectos secundarios de la interacción de variedad por biofertilizantes. El coeficiente de variación 6.05 %, siendo un valor de buena precisión.

Para determinar la diferencia entre las variedades y entre los biofertilizantes se procedió a realizar la respectiva Prueba de Tukey (0.05).

Tabla 3.2

Análisis de variancia de números de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	7.11	2	3.55	1.95	0.2225 ns
Variedad (V)	92.62	3	30.87	16.95	<0.0025 **
Error (a)	10.93	6	1.82		
Biofertilizante (B)	61.79	5	12.36	22.21	<0.0001 **
Interacción (V x B)	35.11	15	2.34	4.21	0.0001 **
Error (b)	22.25	40	0.56		
Total	229.82	71			

C.V. = 6.05 %

En la prueba de Tukey de los efectos secundarios (Tabla 3.3), se observa que las variedades Remate y Quantum asociados con micorriza, trichoderma, ácidos húmicos y EM presentaron mayor número de vainas por planta a diferencia de las variedades Usui y Utrillo que presentaron menor número de vainas cuando se aplicaron los tratamientos. Se observa también que las variedades de arveja sin la aplicación de los

biofertilizantes presentaron menor número de vainas por planta, pero mostraron el potencial varietal frente a esta característica.

Tabla 3.3

Prueba de Tukey de los efectos secundarios de números de vainas por planta de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

Variedad*biofertilizante	Media	AES(T)
Remate-micorriza	15.37	A
Quantum-trichoderma	14.73	Ab
Remate-trichoderma	14.67	Abc
Remate-extracto de algas	14.43	Abcd
Quantum-AF+AH	14.00	Abcde
Quantum-micorriza	13.90	Abcde
Quatum-EM	13.43	Abcdef
Remate-AF+AH	13.07	Abcdefg
Remate-EM	12.53	Bcdefgh
Quantum-extracto algas	12.43	Bcdefgh
Utrillo-micorriza	12.33	Cdefgh
Usui-micorriza	12.23	Defgh
Usui-EM	12.10	Defghi
Usui-AF+AH	12.00	Efghi
Usui-trichoderma	11.90	Efghi
Usui-testigo	11.87	Efghi
Usui-extracto de algas	11.77	Efghi
Remate-testigo	11.17	Fghi
Utrillo-AF+AH	11.10	Fghi
Utrillo-EM	11.07	Fghi
Utrillo-trichoderma	10.90	Ghij
Quatum-testigo	10.43	Hij
Utrillo-extracto algas	9.77	Ij
Utrillo-testigo	8.63	J

Al respecto, Carlos et al. (2019) encontraron mayor número de vainas, 61.67 – 15.19 vainas, superior al registrado en el presente experimento.

3.3. Longitud de vaina

La Tabla 3.4 demuestra alta significación en el efecto principal de variedades en la longitud de vaina, este resultado significa que las variedades tuvieron efecto en esta característica estudiada. Se asume que la carga genética o característica específica de la variedad estudiada se manifiesta de forma preponderante, y los biofertilizantes prácticamente, no tienen influencia en esta variable. El coeficiente de variación de 13.54 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la longitud de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

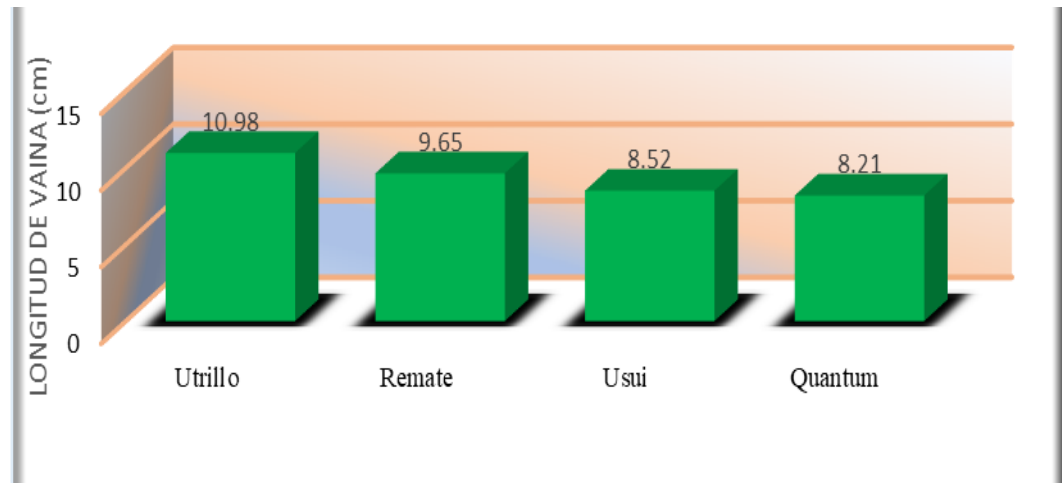
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	1.34	2	0.67	0.66	0.5498 ns
Variedad (V)	85.50	3	28.50	28.08	<0.0006 **
Error (a)	6.09	6	1.01		
Biofertilizante (B)	13.98	5	2.80	1.175	0.11460 ns
Interacción (V x B)	23.86	15	1.59	0.99	0.4294 ns
Error (b)	64.00	46	1.60		
Total	195.19	71			

C.V.= 13.54 %

En la prueba de Tukey de los efectos principales de longitud de vaina (Figura 3.2.), se muestra que la variedad Utrillo presenta las vainas de mayor longitud con 10.98 cm, seguido de Remate y Usui con 9.65 cm y 8.53 cm; la variedad Quantum presentó las vainas de menor longitud, con 8.21 cm.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de vaina de las variedades de arveja. Canaán 2750 msnm.



Al respecto, Carlos et al. (2019) en las variedades Alderman, Quantum y Early encontró largo de vainas de 8.28 – 7.11 cm, que se ubica dentro del margen observado en el presente experimento.

3.4. Diámetro de vaina

El diámetro de vaina es una característica que expresa en parte, el tamaño de la vaina de arveja, pero también indirectamente, el tamaño de los granos que están alojados en la vaina de arveja.

La Tabla 3.5, demuestra alta significación en el efecto principal de variedades y de biofertilizantes en el diámetro de vaina de arveja, también existe alta significación en la interacción de variedad por biofertilizante, lo que nos expresa que existe una dependencia entre los dos factores estudiados. El coeficiente de variación de 2.84 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 3.5

Análisis de variancia del diámetro de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	0.03	2	0.02	3.38	0.1042 ns
Variedad (V)	2.83	3	0.94	212.00	<0.0001 **
Error (a)	0.03	6	0.0044		
Biofertilizante (B)	0.15	5	0.03	19.58	<0.0001 **
Interacción (V x B)	0.08	15	0.01	3.30	0.0013 **
Error (b)	0.06	40	0.0013		
Total	3.18	71			

C.V. = 2.84 %

Tabla 3.6

Prueba de Tukey de los efectos secundarios del diámetro de vaina de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

Variedad*biofertilizante	Media (cm)	AES(T)
Utrillo-AF+AH	1.70	a
Utrillo-extracto algas	1.70	a
Utrillo-trichoderma	1.67	ab
Utrillo-EM	1.67	ab
Utrillo-micorriza	1.63	abc
Utrillo-testigo	1.63	abc
Remate-extracto algas	1.60	abcd
Remate-trichoderma	1.57	bcd
Remate-micorriza	1.53	cd
Remate-AF+AH	1.50	d
Remate-EM	1.50	d
Remate-testigo	1.37	e
Usui-EM	1.30	ef
Usui-trichoderma	1.30	ef
Usui-AF+AH	1.27	efg
Usui-micorriza	1.23	fg
Quantum-trichoderma	1.23	fg
Quantum-micorriza	1.20	fg
Quantum-extracto algas	1.2	fg
Quantum-EM	1.20	fg
Usui-extracto algas	1.20	fg
Quantum-AF+AH	1.20	fg
Usui-testigo	1.17	g
Quantum-testigo	1.03	h

En el efecto de los biofertilizantes en el diámetro de vaina se comprueba que los biofertilizantes en general han tenido efecto en esta característica, por lo que el diámetro es mayor en los cinco biofertilizantes en comparación con el testigo que tuvo el menor diámetro de vaina, con solo 1.30 cm de diámetro. Quiere decir que los biofertilizantes tuvieron efecto positivo en esta característica estudiada.

En la prueba de Tukey de los efectos secundarios de variedades y biofertilizantes en el diámetro de vaina (Tabla 3.6), se comprueba que existe una asociación positiva de la variedad Utrillo con los biofertilizantes estudiados, seguido de la variedad Remate con los biofertilizantes estudiados, como producto de ello, se observa vainas de mayor diámetro, en comparación con las variedades Usui y Quantum cuando interactuaron con los biofertilizantes. Se debe resaltar que el diámetro de vaina, también es una característica del genotipo, propia de cada una de las variedades estudiadas.

Es importante señalar que el momento de la evaluación del estado de crecimiento de los granos dentro de la vaina de arveja es importante y puede influir en el diámetro de vaina.

3.5. Número de granos por vaina

Tabla 3.7

Análisis de variancia de granos por vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	0.06	2	0.03	0.25	0.7863 ns
Variedad (V)	3.65	3	1.22	9.61	<0.0104 **
Error (a)	0.76	6	0.13		
Biofertilizante (B)	9.01	5	1.80	30.32	<0.0001 **
Interacción (V x B)	0.62	15	0.04	0.69	0.7766 ns
Error (b)	2.38	40	0.06		
Total	16.48	71			

C.V.=3.19 %

La Tabla 3.7, demuestra alta significación en el efecto principal de variedades en el número de granos por vaina, esto significa que las variedades de arveja probadas tienen

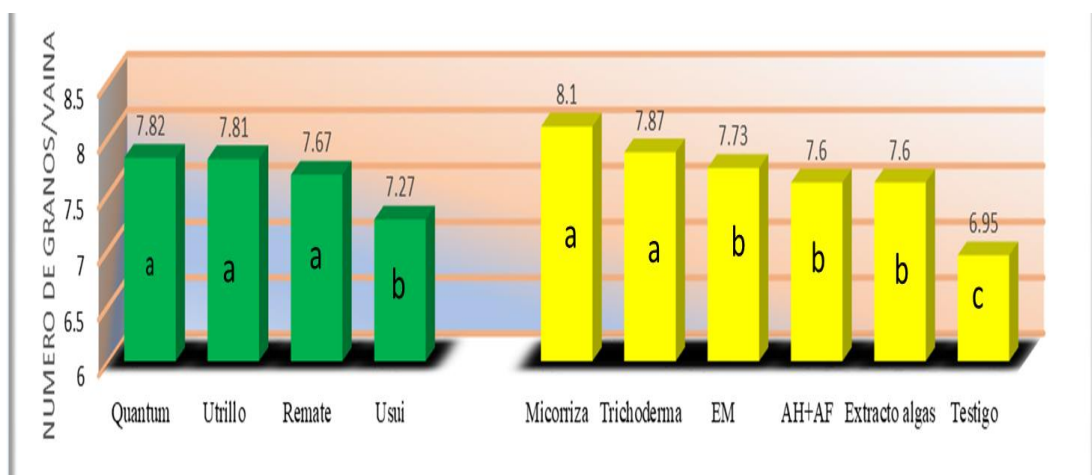
influencia en el número de granos que contiene la vaina. Así mismo, se observa que los biofertilizantes tuvieron efecto en el número de granos por vaina. No hubo significación en los efectos secundarios de la interacción variedad por biofertilizantes.

La respuesta alcanzada significa que esta característica va depender de la variedad que se cultiva y por otro lado de forma independiente va depender del manejo del cultivo, de la aplicación de prácticas y manejo del stress ambiental y uso de los biofertilizantes, que se aplicaron en el experimento. El coeficiente de variación de 3.19 %, siendo un valor de buena precisión.

En la Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades en el número de granos por vaina (Figura 3.3), se observa que las variedades Quantum, Utrillo y Remate presentaron 7.82, 7.81 y 7.67 granos por vaina respectivamente, sin diferenciarse entre ellos, sin embargo, superiores que la variedad Usui que presentó 7.27 granos.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el número de granos por vaina en arveja. Canaán 2750 msnm.



El número de granos por vaina (Figura 3.3), que los biofertilizantes micorriza y trichoderma con 8.10 y 7.87 granos, sin diferencia entre ellos, tuvieron mayor efecto en esta característica de la planta de arveja, frente a los otros biofertilizantes probados y el testigo sin ninguna aplicación, que tuvo el menor número de granos por vaina, con 6.95 granos. Se asume que esta respuesta es producto del mejor desarrollo y crecimiento de las plantas de arveja cuando se aplica las micorrizas y trichoderma.

Este resultado podría obedecer a la característica genética de cada una de las variedades estudiadas.

3.6. Peso de vainas por planta

La Tabla 3.8 muestra la significación en el efecto principal de variedades en peso de vainas por planta, este resultado significa que por lo menos una de las variedades en estudio tiene respuesta diferente en el peso de vainas por planta. En lo que respecta a los biofertilizantes, existe alta significación, que significa que el efecto de los biofertilizantes tiene diferente efecto en el peso de vainas por planta. El coeficiente de variación de 7.14 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 3.8

Análisis de variancia de peso de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	574.84	2	287.42	0.90	0.4562 ns
Variedad (V)	8834.73	3	2944.91	9.19	0.0116 *
Error (a)	1922.27	6	320.38		
Biofertilizante (B)	8118.13	5	1623.63	35.32	<0.0001 **
Interacción (V x B)	683.93	15	45.60	1.00	0.4763 ns
Error (b)	1828.46	46	45.71		
Total	21962.36	71			

C.V. = 7.14%

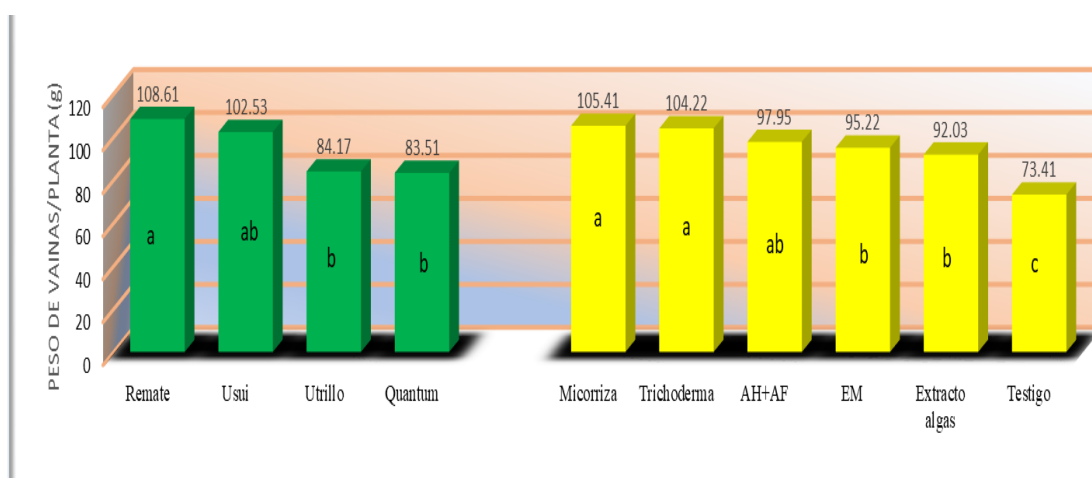
En la prueba de Tukey de los efectos principales de variedades (Tabla 3.4) se comprueba que la variedad Remate y Usui alcanzaron mayor peso de vainas por planta con 108.61 y 102.53 gramos por planta, respectivamente, sin diferencia entre ellos, pero superiores a Utrillo y Quantum sin diferencia entre ellos, con 84.17 y 83.51 gramos por planta, respectivamente.

Los biofertilizantes micorriza, trichoderma y ácidos húmicos lograron mayor peso de vainas por planta con 105.41 g, 104.22 g y 97.95 g, respectivamente, sin diferencia entre ellos, pero superiores al testigo sin inoculación, que tuvo 71.41 g de peso de vaina por planta.

Se aprecia que la micorriza al favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas de arveja también promueven que las plantas generen mayor peso de vainas, en comparación con el testigo. En un segundo plano se encuentra la respuesta del peso de vainas que se ha logrado con los biofertilizantes ácidos húmicos, EM y extracto de algas, también superiores al testigo sin inoculación.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el peso de vaina por planta en arveja. Canaán 2750 msnm.



3.7. Peso de granos/5 vainas

La Tabla 3.9 del ANVA de peso de granos de 5 vainas maduras, muestra alta significación en el efecto principal de variedades así como alta significación en el efecto principal de biofertilizantes, lo que significa que los factores en estudio de forma independiente han tenido influencia en el peso de granos en 5 vainas cosechadas. No hubo efecto en la interacción de variedades por biofertilizante. El coeficiente de variación de 7.74 %, siendo un valor de buena precisión

Tabla 3.9

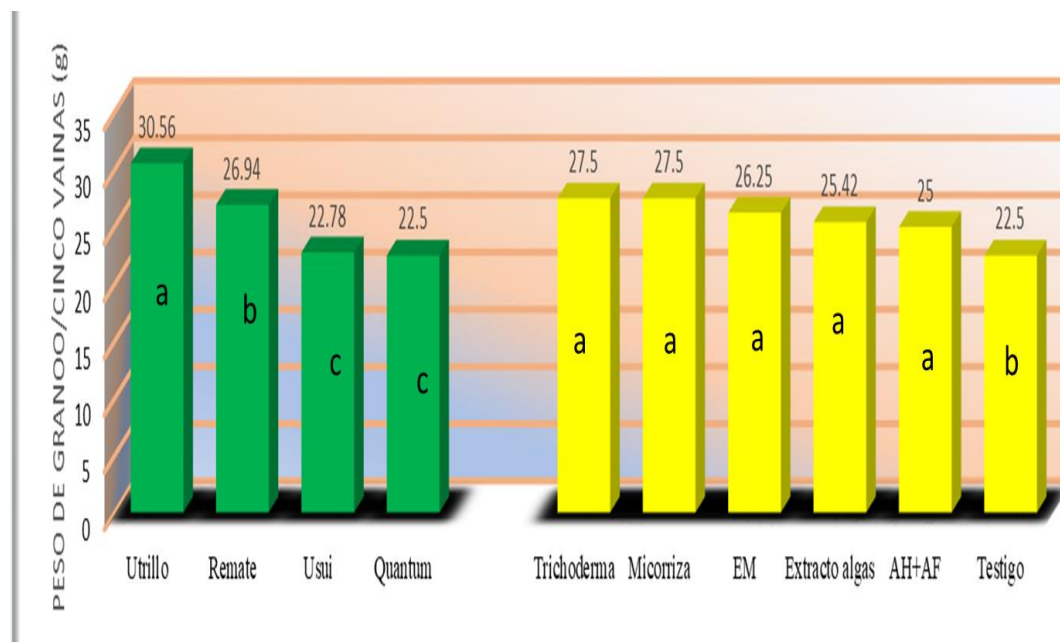
Análisis de variancia de peso de granos de 5 vainas en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	9.03	2	4.51	0.55	0.6039 ns
Variedad (V)	790.28	3	263.43	32.06	<0.0004 **
Error (a)	49.31	6	8.22		
Biofertilizante (B)	211.11	5	42.22	10.67	<0.0001 **
Interacción (V x B)	97.22	15	6.48 ^a	1.64	0.1067 ns
Error (b)	158.33	40	3.96		
Total	1315.28	71			

C.V. = 7.74 %

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el peso de granos de 5 vainas en arveja. Canaán 2750 msnm.



En la prueba de Tukey (Figura 3.5) se aprecia que la variedad Utrillo tuvo mayor peso de granos de 5 vainas cosechadas superior a Remate y este a su vez superior a Usui y

Quantum, lo cual demostraría que se tuvo más granos, mejor llenado y buen tamaño de granos de arveja.

Se demostró que los granos de las vainas de arveja, donde se aplicaron los biofertilizantes tuvieron mayor peso que el testigo, lo cual demuestra que su aplicación mejoró el peso de los granos de arveja lo cual puede deberse al mejor estado y condición de la planta de arveja.

3.8. Rendimiento de vaina verde

La Tabla 3.10, del ANVA de rendimiento de vaina verde, resulta alta significación en el efecto principal de variedades y alta significación en el efecto principal de biofertilizantes. No hubo significación estadística en la interacción variedad por biofertilizante, ósea que los factores tuvieron una respuesta independiente. El coeficiente de variación es de 9.03 %, siendo un valor de buena precisión.

La prueba de Tukey de los efectos principales de las variedades (Figura 3.6) demuestra que las variedades Remate y Usui con 7.47 t ha^{-1} y 7.05 t ha^{-1} , respectivamente, sin diferencia entre ellos, alcanzaron los mayores rendimientos en vaina verde, siendo superiores a las variedades Quantum y Utrillo que reportaron rendimientos de 5.69 t ha^{-1} y 5.55 t ha^{-1} de vaina verde.

Tabla 3.10

Análisis de variancia de rendimiento de vaina verde en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

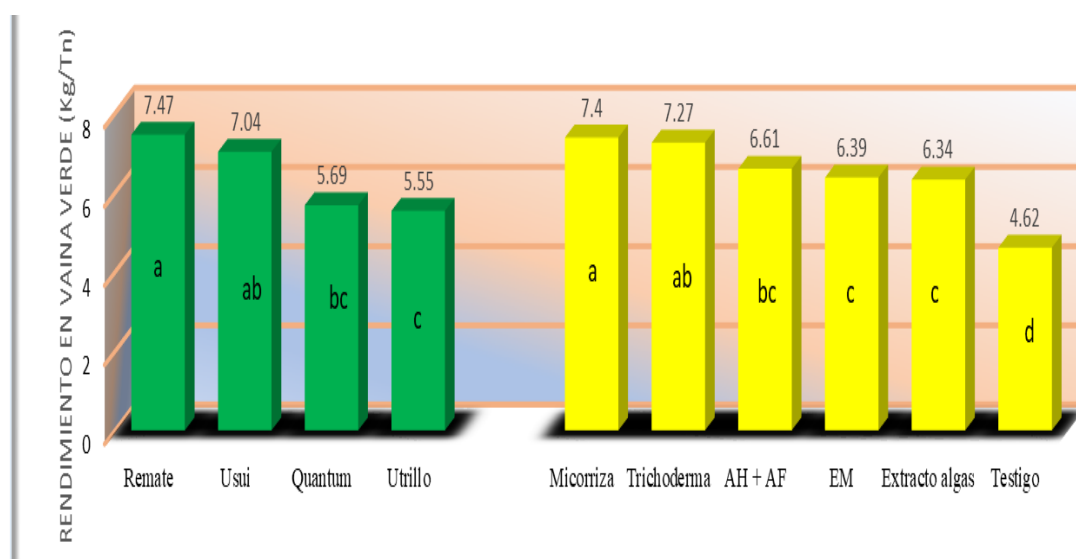
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	4.04	2	2.02	1.34	0.3308 ns
Variedad (V)	49.89	3	16.63	11.01	<0.0001 **
Error (a)	9.07	6	1.51		
Biofertilizante (B)	59.53	5	11.91	35.21	<0.0001 **
Interacción (V x B)	5.47	15	0.36	1.08	0.4050 ns
Error (b)	13.53	40	0.34		
Total	141.53	71			

C.V. = 9.03 %

El mayor rendimiento alcanzado por estas dos variedades, puede atribuirse a su buena adaptación a las condiciones del medio, crecimiento arbustivo que se vió favorecido por los tallos secos de quinua que actuaron como tutores y se acomodaron bien para el cultivo de arveja y que las plantas no toque tierra y presenten un crecimiento vertical adecuado y mejor distribuido entre los ramas y plantas.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el rendimiento de vaina verde en arveja. Canaán 2750 msnm.



Se comprueba que las micorrizas y el trichoderma tuvieron mejor efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente en las primeras etapas, logrando una buena instalacion de las plantas, mayor desarrollo radicular, plantas mejor dispuestas al riesgo por stress ambiental, que se vio reflejado en la obtención de mayor rendimiento cuando se aplicó micorriza y trichoderma con rendimiento de 7.40 t ha^{-1} y 7.27 t ha^{-1} , superiores a los otros biofertilizantes como ácido húmico, microorganismos eficientes y extracto de algas que tuvieron rendimientos de 6.61 t ha^{-1} , 6.39 t ha^{-1} y 6.34 t ha^{-1} , respectivamente. El tratamiento sin inoculación, en promedio solo rindió 4.62 t ha^{-1} de arveja verde.

Se comprueba la bondad de los biofertilizantes, especialmente de las micorrizas y trichoderma, que ayudaron al buen establecimiento del cultivo, buen crecimiento radicular, buena absorción de agua y nutrientes y mayor tolerancia al stress ambiental,

lo que se vio reflejado en el rendimiento de vainas verde para consumo como hortaliza y para comercializar en madures comercial.

Por otro lado, se debe mencionar que el cultivo de arveja cuando se desarrolla con tutores produce vainas sanas, presentables y la planta no se maltrata en la cosecha. Por otro lado, las variedades Remate y Usui al ser de enrame y porte medio a alto se debe cultivar siempre con tutor.

Al respecto, Moisés (2017) afirma que el rendimiento se incrementa cuando se incrementa los niveles de guano de islas, cuyos rendimientos mayores 7249 y 6913 kg/ha se encuentran dentro del margen de rendimientos observado en el presente experimento. Los resultados son respaldados por Guerra (2016), quien encontró el mayor rendimiento, de 10,034 kg ha⁻¹ con 2 ml ha⁻¹, que comparado con nuestro experimento los EM resultaron siendo los mejores. Por su parte, Quispe (2010) halló rendimientos de 9.11 t ha⁻¹ con 7 aplicaciones de cada 7 días y con una aplicación 6.58 t ha⁻¹ que es similar al encontrado en nuestro experimento.

Los resultados encontrados también se respaldan en lo encontrado por Erazo (2014) quien informa que el Trichoderma tuvo mejor resultado que el testigo.

Carlos y Estrada (2019), el T2 (Variedad Alderman – Biol) se mantiene en el primer puesto con un promedio de 16,04 toneladas por hectárea, superando estadísticamente a los demás tratamientos, según la investigación de Daniel Alcides Carrión sobre los efectos de tres biofertilizantes orgánicos en el rendimiento de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en el distrito de la provincia de Yanahuanca. Esto se debe a que la variedad presenta buena altura y excelente calidad de vaina.

Soto (2015), encontró rendimientos de 4 – 6.9 t ha⁻¹, similares a los reportados en nuestro experimento, siendo los rendimientos con biofertilizantes mayores que el testigo.

Carapas (2012) también encontró mayor rendimiento con biofertilizantes, en este caso Rhizobium y Micorrizas en la variedad híbrida, demostrando la bondad de los biofertilizantes.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de Canaán y enfoque de la agricultura de conservación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Conclusiones

1. Los biofertilizantes y las variedades de arveja respondieron de manera independiente en el rendimiento de vaina verde. La aplicación de hongos Micorrícicos y Trichoderma efecto positivo en el rendimiento de vaina verde de arveja donde alcanzaron rendimientos de 7.40 t ha^{-1} , 7.27 t ha^{-1} , respectivamente. Frente a un segundo grupo, conformado por ácidos húmicos, EM y extracto de algas que reportaron 6.61 t ha^{-1} , 6.39 t ha^{-1} y 6.34 t ha^{-1} , pero superiores al testigo. La aplicación de Micorriza y Trichoderma tuvieron influencia positiva en peso de granos por vaina, peso de vainas por planta, número de granos por vaina número de vainas por planta y altura de planta.
2. En comparación con las otras variedades, la variedad Usui tenía una altura de planta mayor, de 94,31 cm. Con una longitud de vaina de 104,98 cm, la variedad Utrillo superó a las otras variedades, mientras que la variedad Quantum tenía una longitud de vaina más corta. Las variedades Quantum, Utrillo y Remate sin diferencia estadística entre ellos presentaron mayor número de granos por vaina, 7.82, 7.81 y 7.67, respectivamente, Usui presentó menor número de granos, 6.14. La variedad Remate y Quantum asociados con Micorriza y Trichoderma presentó mayor número de vainas, 15.37 y 14.73 respectivamente, superiores a las asociaciones de biofertilizantes. La variedad remate y Usui, tuvieron mejor respuesta a la aplicación de biofertilizantes, alcanzando rendimientos de vaina verde de 7.47 t ha^{-1} y 7.04 t ha^{-1} , respectivamente, superiores a las variedades Quantum y Utrillo que tuvieron rendimientos de 5.69 t ha^{-1} y 5.55 t ha^{-1} , respectivamente.

Recomendaciones

1. Para lograr buenos rendimientos de arveja se recomienda utilizar las variedades remate y Usui y aplicaciones de hongos Micorrícicos y Trichoderma.
2. Repetir el experimento en condiciones similares y en otras para obtener respuesta a la aplicación de los biofertilizantes y adaptación de las variedades, bajo condiciones de agricultura de conservación.

REFERENCIAS

- Afanador, L. (2017). Biofertilizantes. Conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia.
http://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353.
- Aguado, G. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura.
https://bioqualitum.com/data/Libro_biofertilizantes.pdf.
- Camarena, A. et al. (2003). Manual del Cultivo de arveja. Universidad Nacional Agraria La Molina, Caritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano., 1ra. Edic. Edit. Agraf S.R.L. Lima, Perú.
- Carapas, N., & Román, N. (2012). *Respuesta de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, rhizobium y micorrizas en Bolívar provincia del Carchi*. Tesis Ing. Agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- Carlos, Y., & Estrada, C. (2019). *Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- CARITAS. (2007). Manual del Cultivo de Arveja. Huancayo, Perú.
- Coaquira, J., Huaranga, A., & Coaquira, R. (2021). Cadena productiva y comercialización de arveja (*Pisum sativum L.*) del corredor económico en Acobamba, Huancavelica, Perú. Volumen 39, No 3. Páginas 33-41.
- De Bernardi, Luis. (2017). Perfil de las arvejas (*Pisum sativum L.*).

- Delgado, B. (2000). *Fertilización Nitrogenada y Potásica en el Rendimiento de Arveja Verde (Pisum sativum L.), cultivar Rondo, Cayma – Arequipa*. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM – La Molina. Lima, Perú.
- Escalona, M. (2021). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Eraso, Ch., J. Acosta; C. Salazar, C. Betancourth. (2014). Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. para el manejo del amarillamiento de arveja causado por *Fusarium oxysporum*. Artículo de investigación Científica y tecnológica. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
- FAO. (2002). Agricultura de conservación. Boletín de suelos N° 78. Roma, Italia.
- Gálvez, F. (2015). Formas de aplicación de extracto de algas con y sin microelementos a diferentes concentraciones en el rendimiento en verde de arveja (*Pisum sativum* L.) Var.Usui. Pampa del Arco 2792 msnm - Ayacucho.
- Gonzales-Pedraza, A., A. Mendez y Quesada, V. (2023). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el Municipio Pamplona, norte de Santander. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/4603>.
- Guerra, E. (2016). *Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) variedad INIA 103 Remate en condiciones de la E.E.A El Mantaro*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Grupo de investigación transdisciplinar sobre transiciones socioecologicas. (2017). Agricultura incaica. <https://transecos.files.wordpress.com/2017/09/agricultura-incaica.pdf>.

- Guzmán, J. (2018). Fertilizantes y biofertilizantes en México.
<http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/64%20Fertilizantes%20qu%C3%ADmicos%20y%20biofertilizantes%20en%20M%C3%A9xico.pdf>.
- INIA. (2003). Boletines Informativos sobre Arveja. Ayacucho, Perú.
- INIA. (2008). Cultivo de Arveja. Serie folleto 24-08. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Semillas. (INASE, 2022). Sistema de Información Simplificada Agrícola.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/11/informe_arvejas_21_22.
- Manual Agropecuario. (2002). Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficientes. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Biblioteca de Campo. 1ra Edit. Bogotá, Colombia.
- Maroto, J.V. (2000). Horticultura Herbácea Especial. Edit. Colecciones Agrícolas Salvat. Barcelona, España.
- Ministerio de Agricultura. (2008). Aspecto Económico en el cultivo de la arveja. Lima, Perú.
- Moisés, J. (2017). *Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento en vaina verde de arveja (Pisum sativum L.) bajo labranza de conservación. Tambillo 2688 msnm-Ayacucho*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- Morocho, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.
<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Navarra Agraria. (2008). Agricultura de conservación: Rentabilidad, respetando el medio ambiente. Serie Ahorro y eficiencia energética en agricultura.
<https://www.navarraagraria.com/home-navarra-agraria-2/item/680->

agricultura-de-conservacion-rentabilidad-respetando-el-medio-ambiente-
serie-ahorro-y-eficiencia-energetica-en-agricultura

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018).
Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Panamá, 69–73.

Quispe, W. (2020). *Microorganismos eficaces (E.M.) en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.), variedad Remate en Canaán a 2750 msnm - Ayacucho*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga. Ayacucho. Perú.

Rondinel, R. (2014). *Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de Agricultura de Conservación. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho*. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

SAGARPA. (2017). Manual teórico-práctico: Los Biofertilizantes y su uso en la Agricultura. Ed. SAGARPA-COFUPRO-UNAM. México.

Soto, J. (2015). *Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L.) variedad Usui en condiciones de Chuclaccasa Yauli-Huancavelica*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional De Huancavelica. Huancavelica. Perú.

Suasnabar, C., Marmolejo, D., Torres, G., Munive, R., Valverde, A., & Gamarra, G. (2021). Cultivo de arveja. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.

Valdez, N. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de Trichoderma como control biológico. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/40>.

ANEXOS

Anexo 1. Datos ordenados de campo de arveja de las variables evaluadas

Bloque	variedad	Biofertilizante	altura de planta	longitud	ancho	granos por vaina	peso de grano (5 vainas)	vainas/plant	pesos vainas	RDTO
1	remate	testigo	84.7	9.5	1.4	7.2	25	11.3	93.8	5.844
1	remate	AF+AH	98.3	9.9	1.5	8.0	30	13.3	116.4	8.427
1	remate	extracto de algas	107.0	9.6	1.6	7.6	25	15.3	117.1	8.480
1	remate	EM	98.7	9.6	1.5	7.8	25	13.0	111.0	7.207
1	remate	Trichoderma	100.0	9.5	1.6	8.0	25	15.0	116.0	8.315
1	remate	Micorriza	96.0	10.1	1.5	7.8	30	15.7	136.0	9.946
1	utrillo	testigo	57.0	11.6	1.7	7.2	25	9.0	58.0	3.488
1	utrillo	AF+AH	64.3	11.8	1.7	7.8	30	11.3	85.4	5.659
1	utrillo	extracto de algas	57.3	11.7	1.8	7.6	30	9.0	67.0	4.201
1	utrillo	EM	64.7	11.6	1.7	7.8	30	10.7	81.6	5.328
1	utrillo	Trichoderma	65.7	11.6	1.7	8.2	30	10.0	82.2	5.406
1	utrillo	Micorriza	74.3	11.7	1.7	8.0	30	11.8	89.4	5.976
1	quantum	testigo	41.3	8.1	1.1	7.2	20	11.7	70.2	3.758
1	quantum	AF+AH	61.7	8.2	1.2	8.0	20	14.3	85.8	5.959
1	quantum	extracto de algas	64.3	8.3	1.2	7.6	20	14.8	88.8	6.133
1	quantum	EM	59.0	8.2	1.2	8.0	25	14.0	98.0	6.961
1	quantum	Trichoderma	62.3	8.4	1.3	7.8	25	15.5	108.5	7.693
1	quantum	Micorriza	67.3	8.2	1.2	8.2	25	14.7	102.9	7.749
1	usui	testigo	82.3	8.2	1.2	6.4	20	12.3	82.6	5.249
1	usui	AF+AH	90.3	8.3	1.3	7.0	20	12.7	104.2	7.260
1	usui	extracto de algas	83.7	8.4	1.2	7.2	20	12.3	111.8	7.544
1	usui	EM	88.3	8.3	1.3	7.4	25	13.0	122.0	8.167
1	usui	Trichoderma	101.0	8.5	1.3	7.4	25	12.7	119.9	8.503
1	usui	Micorriza	104.3	8.5	1.3	7.8	25	12.7	119.9	8.504
2	remate	testigo	65.0	9.3	1.3	7.0	25	10.5	93.5	5.820

2	remate	AF+AH	85.3	9.5	1.5	7.6	25	11.7	111.9	6.486
2	remate	extracto de algas	88.3	9.4	1.6	7.2	25	15.0	116.0	8.313
2	remate	EM	98.7	9.9	1.5	7.6	25	11.3	90.1	6.264
2	remate	Trichoderma	106.7	9.6	1.6	7.4	30	14.3	124.4	9.029
2	remate	Micorriza	102.7	10.0	1.6	8.4	25	14.7	112.9	8.150
2	utrillo	testigo	46.7	1.1	1.6	7.4	25	9.2	59.4	3.799
2	utrillo	AF+AH	62.0	12.4	1.7	8.0	35	10.3	87.7	6.042
2	utrillo	extracto de algas	59.3	12.0	1.6	8.0	30	10.0	75.0	4.835
2	utrillo	EM	62.3	11.8	1.6	7.8	35	11.2	95.8	6.483
2	utrillo	Trichoderma	70.7	11.9	1.6	8.2	35	12.0	103.0	7.054
2	utrillo	Micorriza	64.7	11.7	1.5	8.6	35	13.2	107.8	7.509
2	quantum	testigo	40.3	7.9	1.0	7.2	20	8.8	55.0	3.556
2	quantum	AF+AH	63.0	8.2	1.2	7.6	20	14.0	89.7	6.303
2	quantum	extracto de algas	55.0	8.1	1.2	7.8	25	12.0	76.6	5.267
2	quantum	EM	61.7	8.3	1.2	7.8	20	13.0	78.7	5.433
2	quantum	Trichoderma	74.3	8.3	1.2	8.0	25	13.7	86.7	6.703
2	quantum	Micorriza	66.7	8.4	1.2	8.2	25	14.0	94.7	6.200
2	usui	testigo	65.3	8.1	1.1	6.4	20	12.0	80.4	5.769
2	usui	AF+AH	94.3	8.4	1.2	7.0	20	12.0	91.6	6.659
2	usui	extracto de algas	96.0	8.7	1.2	7.0	25	11.3	95.3	6.952
2	usui	EM	97.3	9.2	1.3	7.6	25	11.3	93.0	6.770
2	usui	Trichoderma	109.3	8.8	1.3	7.4	25	11.0	96.7	7.063
2	usui	Micorriza	99.0	8.9	1.2	7.6	25	11.7	102.3	7.506
3	remate	testigo	61.3	9.6	1.4	7.2	25	11.7	79.8	5.527
3	remate	AF+AH	98.0	9.4	1.5	7.6	30	14.2	116.0	7.603
3	remate	extracto de algas	98.0	9.8	1.6	8.0	30	13.0	96.8	6.755
3	remate	EM	89.0	9.5	1.5	7.6	30	13.3	96.7	6.866
3	remate	Trichoderma	99.7	10.0	1.5	8.0	30	14.7	116.3	7.627
3	remate	Micorriza	93.7	9.7	1.5	8.0	25	15.7	110.3	7.864

3	utrillo	testigo	46.7	10.7	1.6	6.0	25	7.7	64.7	3.479
3	utrillo	AF+AH	57.3	11.0	1.7	7.6	30	11.7	93.0	6.216
3	utrillo	extracto de algas	56.0	11.0	1.7	7.8	30	10.3	89.7	6.000
3	utrillo	EM	59.0	12.0	1.7	8.0	30	11.3	91.7	6.158
3	utrillo	Trichoderma	76.3	11.0	1.7	8.2	30	10.7	91.0	6.103
3	utrillo	Micorriza	64.0	11.1	1.7	8.4	35	12.0	92.7	6.237
3	quantum	testigo	40.3	8.0	1.0	7.2	20	10.8	66.0	4.427
3	quantum	AF+AH	58.7	8.2	1.2	7.8	20	13.7	82.0	5.694
3	quantum	extracto de algas	67.0	8.1	1.2	7.8	20	10.5	70.3	4.767
3	quantum	EM	52.3	8.3	1.2	8.0	25	13.3	80.7	3.891
3	quantum	Trichoderma	60.7	8.2	1.2	8.2	25	15.0	89.3	6.272
3	quantum	Micorriza	58.3	8.3	1.2	8.4	25	13.0	79.3	5.656
3	usui	testigo	76.7	8.3	1.2	7.0	20	11.3	77.5	4.703
3	usui	AF+AH	100.7	8.6	1.3	7.2	20	11.3	111.7	7.062
3	usui	extracto de algas	98.0	8.5	1.2	7.6	25	11.7	100.0	6.848
3	usui	EM	102.0	8.4	1.3	7.4	20	12.0	103.3	7.198
3	usui	Trichoderma	107.3	8.5	1.3	7.6	25	12.0	116.6	7.450
3	usui	Micorriza	101.7	8.9	1.2	7.8	25	12.3	116.7	7.457

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 1. Terreno experimental con rastrojo de quinua



Figura 2. Terreno experimental habilitado para la siembra de arveja



Figura 4. Aplicación de micorriza y trichoderma a las plántulas de arveja.



Figura 5. Variedad Usui en pleno crecimiento en rastrojo de quinua.



Figura 6. Variedad Utrillo en pleno crecimiento en rastrojo de quinua



Figura 7. Variedad Remate en formación de vainas en rastrojo de quinua



Figura 8. Medición de altura de planta de arveja.

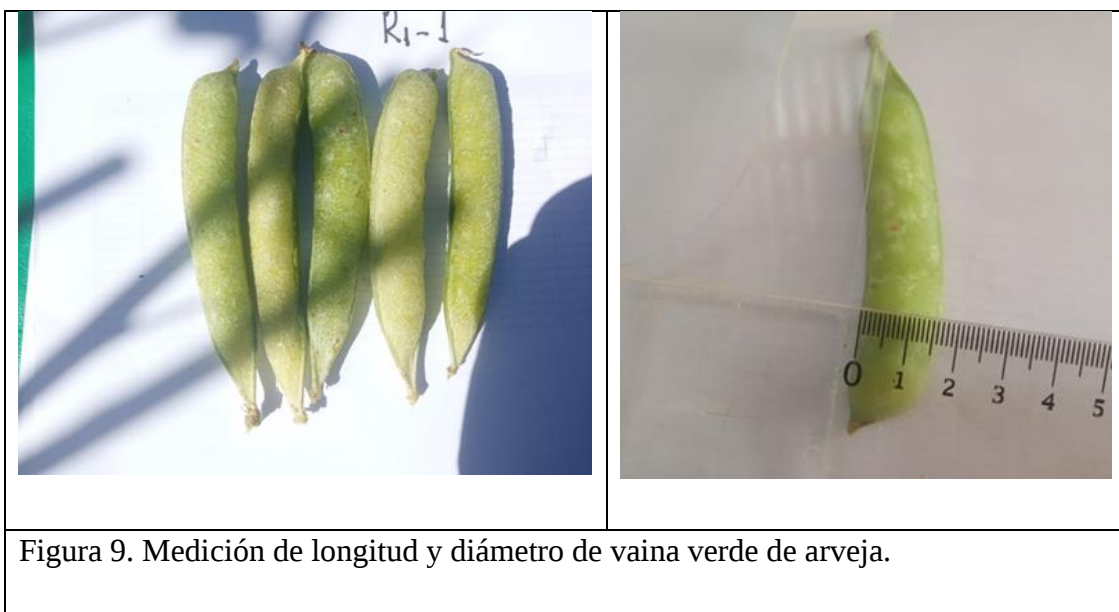




Figura 11. Evaluación del peso de vaina verde por planta y peso de granos de las variedades estudiadas.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YUDER MACCANASCCA CURAHUA

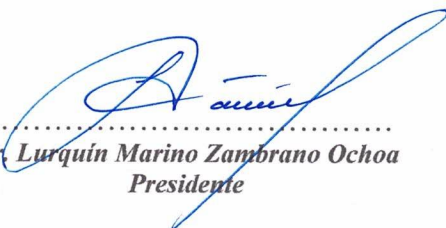
R.D. N° 234-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los once días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las diecisiete con treinta horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Mtro. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor y la Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **YUDER MACCANASCCA CURAHUA**.

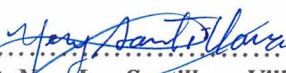
El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	15	13	14	14
Mtro. Walter Augusto Mateu Mateo	14	14	16	15
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	16	14	16	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
Mtro. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho

Autor : Yuder Maccanascca Curahua
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintitres (23 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2471616733

Ayacucho, 1 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho

por Yuder Maccanasca Curahua

Fecha de entrega: 01-oct-2024 10:47a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2471616733

Nombre del archivo: tesis-Yuder_123.doc (11.62M)

Total de palabras: 16869

Total de caracteres: 88770

Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	12%
	Trabajo del estudiante	

2	repositorio.unsch.edu.pe	6%
	Fuente de Internet	

3	repositorio.uteq.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	

4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	

5	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	1%
	Trabajo del estudiante	

6	aprenderly.com	1%
	Fuente de Internet	

7	www.scielo.org.pe	<1%
	Fuente de Internet	

8	dspace.utb.edu.ec	
---	-------------------	--

Fuente de Internet

<1 %

9

repositorio.uaaan.mx

Fuente de Internet

<1 %

10

www.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

syborg.com

Fuente de Internet

<1 %

13

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

14

oldri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO
VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), EN AGRICULTURA DE
CONSERVACIÓN, CANAÁN 2750 msnm, AYACUCHO**

Maccanascca Curahua Yuder, Mateu Mateo Walter Augusto.

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agraria.

Yuder.maccanascca.01@unsch.edu.pe

walter.mateu@unsch.edu.pe

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el objeto de evaluar la influencia de biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en agricultura de conservación, en el Centro Experimental Canaán ubicado a 2750 msnm, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región Ayacucho; entre marzo y junio del 2022. Se utilizó el Diseño de Parcelas Divididas, con arreglo factorial de seis biofertilizantes y cuatro variedades de arveja (6F*4V), con 03 repeticiones y 24 tratamientos, los factores estudiados fueron: biofertilizantes (Micorrizas, *Trichoderma* sp, ácido húmico y fúlvico, Extracto de algas, EM, Testigo) y variedades de arveja (Remate, Usui, Quantum, Utrillo). Se utilizó 1 t ha⁻¹ de guano de Isla como abono de fondo. La ponderación estadística consistió en el análisis de variancia y la prueba de contraste Tukey (0.05). La variedad Usui tuvo mayor altura de planta con 94.31 cm superior a las demás variedades. La variedad Utrillo supera a las otras variedades en la longitud de vaina con 104.98 cm, mientras la variedad Quantum reporta menor longitud de vaina. Las variedades Quantum, Utrillo y Remate sin diferencia estadística entre ellos presentaron mayor número de granos por vaina, 7.82, 7.81 y 7.67, respectivamente, Usui presentó menor número de granos, 6.14. La variedad Remate y Quantum asociados con Micorriza y *Trichoderma* presentó mayor número de vainas, 15.37 y 14.73 respectivamente, superiores a las asociaciones de biofertilizantes. La variedad remate y Usui, tuvieron mejor respuesta a la aplicación de biofertilizantes, alcanzando rendimientos de vaina verde de 7.47 t ha⁻¹ y 7.04 t ha⁻¹, respectivamente, superiores a las variedades Quantum y Utrillo que tuvieron rendimientos de 5.69 t ha⁻¹ y 5.55 t ha⁻¹, respectivamente. La aplicación de Micorriza, muestra mayor respuesta en el

rendimiento superando al testigo, pero sin diferencia estadística con el resto de biofertilizantes.

Palabras clave: arveja, variedad, biofertilizantes, rendimiento de vaina verde.

APPLICATION OF BIOFERTILIZERS IN THE YIELD OF FOUR VARIETIES OF PEA (*Pisum sativum* L.), IN CONSERVATION AGRICULTURE, CANAÁN 2750 m.a.s.l, AYACUCHO

ABSTRACT

The research work was carried out with the objective of evaluating the influence of biofertilizers on the performance of four varieties of peas (*Pisum sativum* L.), in conservation agriculture, at the Canaán Experimental Center located at 2750 m. a. s. l., in the Andrés district. Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga province, Ayacucho region; between March and June 2022. The Divided Plot Design was used, the plots corresponding to the varieties and the subplots to the biofertilizers; with a factorial arrangement of six biofertilizers and four varieties of pea (6F*4V), with 03 repetitions and 24 treatments, the factors studied were: biofertilizers (Mycorrhizas, Trichoderma sp, humic and fulvic acid, algae extract, EM, Control) and pea varieties (Remate, Usui, Quantum, Utrillo). Guano of Isla 1 t ha⁻¹ was used as a bottom fertilizer. The statistical weighting consisted of the analysis of variance and the Tukey contrast test (0.05). The Usui variety had the highest plant height with 94.31 cm higher than the other varieties. The Utrillo variety surpasses the other varieties in pod length with 104.98 cm, while the Quantum variety reports a shorter pod length. The Quantum, Utrillo and Remate varieties, without statistical difference between them, presented the highest number of grains per pod, 7.82, 7.81 and 7.67, respectively, Usui presented the lowest number of grains, 6.14. The variety Remate and Quantum associated with Mycorrhiza and Trichoderma presented a greater number of pods, 15.37 and 14.73 respectively, higher than the biofertilizer associations. The Remate and Usui varieties had a better response to the application of biofertilizers, reaching green pod yields of 7.47 t ha⁻¹ and 7.04 t ha⁻¹, respectively, higher than the Quantum and Utrillo varieties that had yields of 5.69 t ha⁻¹. 1 and 5.55 t ha⁻¹, respectively. The application of Mycorrhiza shows a greater response in yield, surpassing the control, but without statistical difference with the rest of the biofertilizers.

1. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es efectivamente una leguminosa muy nutritiva y valiosa en la dieta humana. Su contenido proteico, que oscila entre el 22% y el 26%, la convierte en una fuente significativa de proteínas de alta calidad. Además, su perfil nutricional la hace rica en carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales como el calcio (Ca), fósforo (P) y potasio (K).

A nivel nacional se produce en promedio 3.2 t ha⁻¹ de vainas verdes y 0.94 t ha⁻¹ de granos secos, siendo la Sierra la que concentra la mayor superficie de producción, siendo sus principales zonas de producción Junín, Cajamarca, Huancavelica, Ancash y Ayacucho.

La arveja presenta buena adaptación y tolerancia a factores ambientales desfavorables, sin embargo, reporta bajos rendimientos; las causas que se atribuyen son, la fertilización inadecuada, uso de variedades de bajo rendimiento, presencia de enfermedades, densidad de plantas, presencia de malezas, sin tutoraje, insuficientes riegos, etc.

El uso de los fertilizantes orgánicos y los microorganismos en reemplazo de los fertilizantes constituye una alternativa sostenible y ecológica para mejorar el rendimiento del cultivo de arveja (Gonzales-Pedraza, et al., 2023)

Los resultados de la investigación realizada son útil para los agricultores de la región tomando en cuenta que los biofertilizantes son de fácil manejo y tienen menor costo.

Para contribuir en la solución de las causas del problema se ha planteado una investigación para determinar la influencia de los biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en agricultura de conservación, con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento de arveja, en Canaán a 2750 msnm.

2. METODOLOGIA

2.1. Ubicación

El trabajo experimental se desarrolló en terreno del Centro Experimental Canaán – de la UNSCH, ubicado en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, región Ayacucho, entre las coordenadas geográficas de 13°08'14" Latitud Sur y 74°13'14" Longitud Oeste. Ubicado en la región natural quechua a una altitud de 2750 msnm.

2.2. Condiciones meteorológicas

Se tuvo en cuenta la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA, ubicada entre las coordenadas de 13° 10' 09" Latitud sur y 74° 12' 82" Longitud Oeste y a una altitud 2735 msnm, que se encuentra en el Distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho.

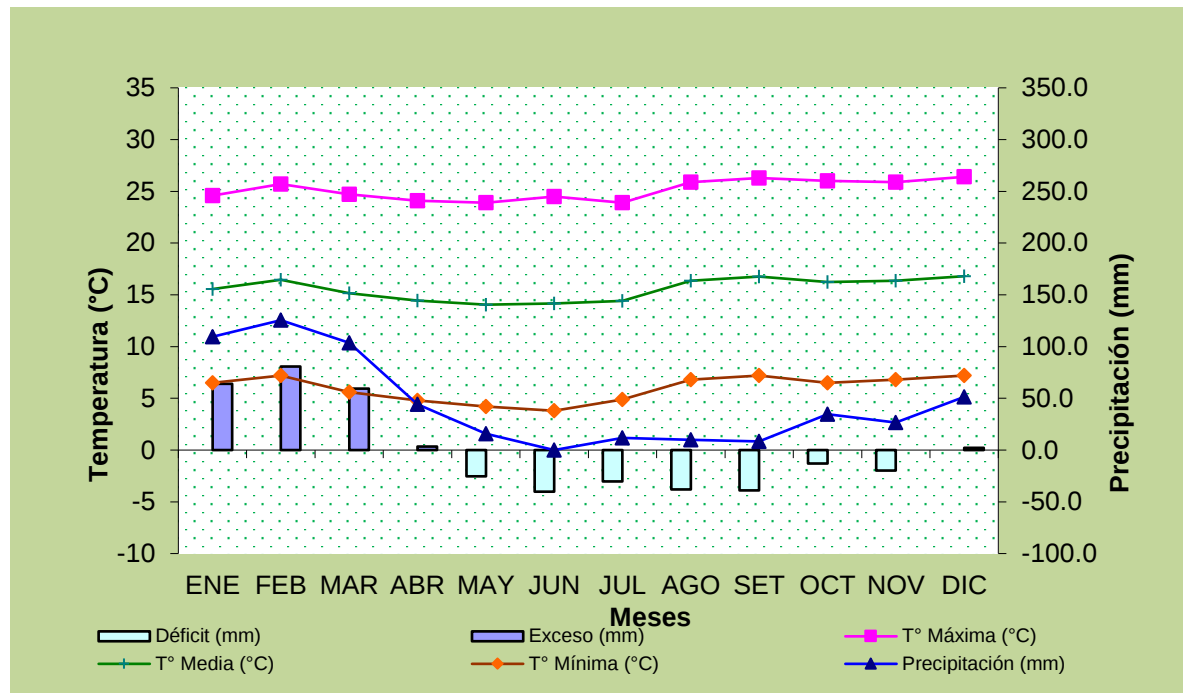
Tabla 1.

Datos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínimo, promedio), precipitación y balance hídrico. Estación meteorológica INÍA - 2735 msnm.

AÑO	2022-2023											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T° Máxima (°C)	24.6	25.7	24.7	24.1	23.9	24.5	23.9	25.9	26.3	26.0	25.9	26.0
T° Mínima (°C)	6.5	7.2	5.6	4.8	4.2	3.8	4.9	6.8	7.2	6.5	6.8	7.2
T° Media (°C)	15.6	16.5	15.2	14.5	14.1	14.2	14.4	16.4	16.8	16.3	16.4	16.5
Factor	4.96	4.60	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.9
ETP(mm)	77.1	75.7	75.1	69.4	69.7	67.9	71.4	81.1	80.4	80.6	78.5	83.0
Precipitación (mm)	109.4	125.5	103.7	44.2	15.8	0	11.8	9.8	8.4	34.7	26.6	51.0
ETP Ajust. (mm)	45.5	44.6	44.3	40.9	41.1	40.1	42.1	47.8	47.4	47.6	46.3	49.0
H del suelo (mm)	63.9	80.9	59.4	3.3	-25.3	-40.1	-30.3	-38.0	-39.0	-12.9	-19.7	2.2
Déficit (mm)					-25.3	-40.1	-30.3	-38.0	-39.0	-12.9	-19.7	
Exceso (mm)	63.9	80.9	59.4	3.3								2.2

Figura 1.

Datos meteorológicos: temperaturas (máxima, mínimo, promedio), precipitación y balance hídrico. Estación meteorológica INIA - 2735 msnm.



Nota: adaptado de la estación experimental agraria Canaán-INIA

2.3. Antecedentes y condiciones del terreno

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se realizó en un terreno cuyo antecedente de siembra de la campaña agrícola anterior fue el cultivo de quinua, donde se procedió con su respectiva siembra en el rastrojo de quinua. El área en estudio presenta suelos sedimentarios de una profundidad de 25 cm y un relieve ligeramente plano, con una pendiente de 1.5 a 2%. Cuenta con riego tecnificado (riego por goteo).

2.4. Materiales

2.4.1. Materiales para el ensayo experimental

a) Material genético utilizado (semilla)

Se usaron 4 variedades de arveja (Remate, Usui, Quantum, Utrillo), adquiridas del centro experimental Canaán de la UNSCH, del INIA, se optó por estas variedades por sus características genéticas favorables para soportar la altitud, sequía y adaptabilidad a la zona.

Tabla 2.*Ecotipos de arveja y sus características morfológicas*

características	Variedad			
	Remate	Usui	Quantum	Utrillo
Periodo vegetativo (días)	150	140	160	170
Días de floración	120	125	120	128
Altura de planta (m)	0.92	0.96	0.52	0.54
Longitud de vainas (cm)	8.23	7.3	7.04	11.12
N° de vaina por planta	12	13	18	7
N° de grano por planta	7.4	7.2	8	6
Días de cosecha (días)	110	90	100	120
Rdto. Vaina verde (kg ha)	10000	9591.67	9837.5	7674

2.5. Método

2.5.1. Factores evaluados

a) Variables independientes, dependientes e indicadores

Tabla 3.*Variables independientes e indicadores*

Variable independiente	Indicadores
1. Variedades (V)	v1: Remate v2: Utrillo v3: Quantum v4: Usui
2. Biofertilizantes (F)	f1: Micorriza f2: Trichoderma f3: EM f4: Extracto de algas f5: Acido húmico y fúlvico f6: Testigo

Tabla 4.*Variables dependientes e indicadores*

Variable dependiente	Indicadores
Rendimiento	1. Altura de planta (cm)
	2. Número de vainas por planta (u)
	3. Longitud de vaina (cm)
	4. Ancho de vaina (cm)
	5. Peso de vainas por planta(g)
	6. Rendimiento de grano verde (kg ha ⁻¹)

2.5.2. Descripción de los tratamientos

Tabla 5

Tratamientos empleados en el campo experimental. Canaán

Código	Combinación	Descripción
T1	v1f1	Remate x Micorriza
T2	v1f2	Remate x Trichoderma
T3	v1f3	Remate x EM
T4	v1f4	Remate x extracto de algas
T5	v1f5	Remate x ácido húmico y fúlvico
T6	v1f6	Remate x Testigo
T7	v2f1	Utrillo x Micorriza
T8	v2f2	Utrillo x Trichoderma
T9	v2f3	Utrillo x EM
T10	v2f4	Utrillo x extracto de algas
T11	v2f5	Utrillo x ácido húmico y fúlvico
T12	v2f6	Utrillo x Testigo
T13	v3f1	Quantum x Micorriza
T14	v3f2	Quantum x Trichoderma
T15	v3f3	Quantum x EM
T16	v3f4	Quantum x extracto de algas
T17	v3f5	Quantum x Ácido húmico y fúlvico
T18	v3f6	Quantum x Testigo
T19	V4f1	Usui x Micorriza
T20	V4f2	Usui x Trichoderma
T21	V4f3	Usui x EM
T22	V4f4	Usui x extracto de algas
T23	V4f5	Usui x ácido húmico y fulvico
T24	V4f6	Usui x Testigo

2.6. Diseño experimental

El diseño experimental a utilizar fue el Diseño de parcelas divididas, con 24 tratamientos, 3 repeticiones y 72 unidades experimentales. En las parcelas grandes se ubicó variedades y en las parcelas pequeñas se ubicó biofertilizantes. Los

resultados cuantitativos se someterán a Análisis de Variancia (ANVA) y la prueba de contraste Tukey (0.05) para visualizar la diferencia.

El modelo aditivo lineal es el siguiente (Cochran y Cox, 1990).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$
$$\begin{array}{ll} i = 1, 2, 3, 4 & a = 4 \\ j = 1, 2, 3, 4, 5, 6 & b = 3 \\ k = 1, 2, 3 & r = 3 \end{array}$$

μ : efecto de la media

β_k : efecto del k-ésimo bloque

α_i : efecto del i-ésima variedad

δ_j : efecto del j-ésimo biofertilizante

$(\alpha\delta)_{ij}$: efecto de interacción i-ésima variedad por la j-ésimo biofertilizante

ε_{ijkl} : error experimental

2.6.1. Descripción de la parcela experimental

a) Características del campo experimental

- Número de parcelas: 3
- Número de tratamientos: 24
- Número de unidades experimentales: 72
- Distancia entre surcos: 0.80 m
- Distancia entre golpes: 0.30 m
- Número de semillas por golpe: 3

b) Parcela

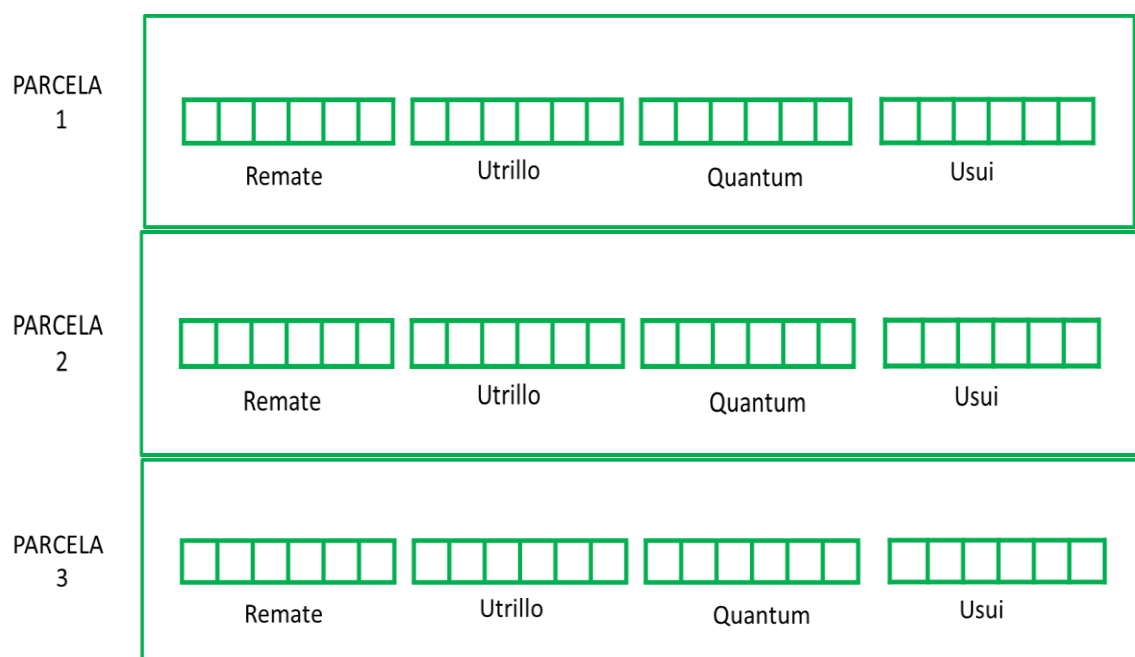
- Largo del experimento: 21.20 m
- Ancho del experimento: 19.80 m
- Área total de la parcela: 419.76 m²

c) Sub parcela

- Largo: 3.30 m
- Ancho: 1.60 m
- Área de sub parcela: 5.28 m²

d) Croquis del campo experimental

Figura 2.
Dimensiones del campo experimental Canaán.2750 msnm

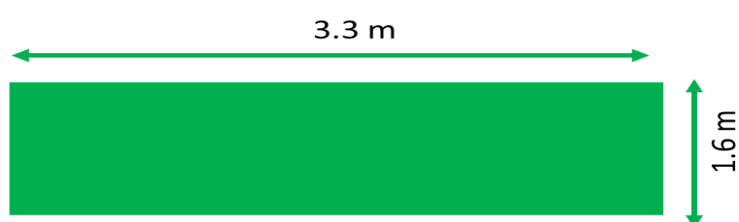


e) Unidad experimental

Estuvo conformada de una parcela pequeña con plantas de arveja, de 2 surcos de 3.33 m de largo y 1.6 m de ancho.

Figura 3.

Dimensiones de la unidad experimental.



3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1.variable de rendimiento

3.1.1. Altura de planta

Tabla 6.

Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

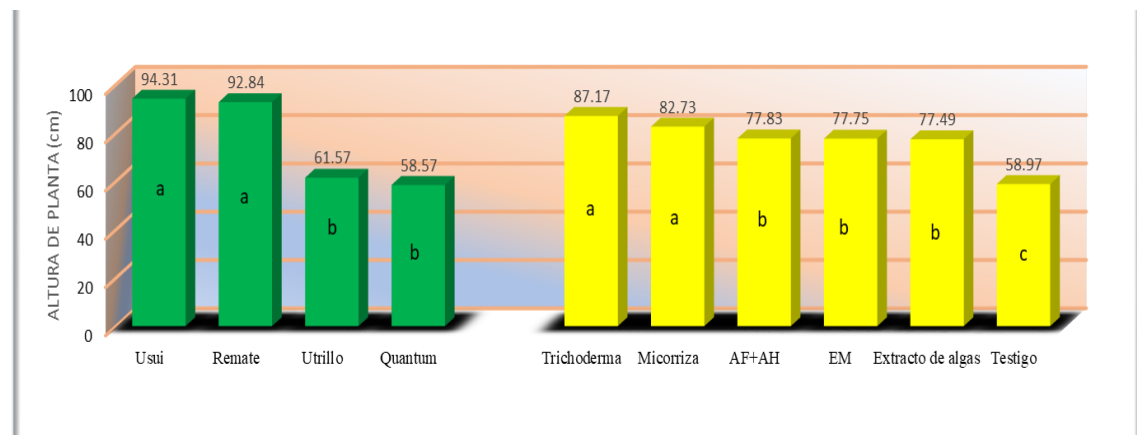
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	59.58	2	29.79	0.50	0.6283 ns
Variedad (V)	20304.51	3	6768.17	114.20	<0.0001**
Error (a)	355.61	6	59.27		
Biofertilizante (B)	5319.56	5	1063.91	31.86	<0.0001**
Interacción (V x B)	433.93	15	28.93	0.87	0.6038 ns
Error (b)	1335.89	40	33.40		
Total	27809.08	71			

C.V. =7.52 %

En la Tabla 6 muestra que hubo efecto altamente significativo en las variedades y en los biofertilizantes. El coeficiente de variación es de 7.52 %, siendo un valor de buena precisión.

Figura 3.

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta de las variedades de arveja y de biofertilizantes. Canaán 2750 msnm.



La Figura 3 muestra que las variedades Usui y Remate con 94.31 y 92.84 cm tienen mayor altura que las variedades Utrillo y Quantum que miden 61.57 cm y 58.57 cm, respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos.

Carlos et al. (2019) encontró que la variedad Quantum alcanzó 64 cm, superior a lo encontrado en el presente experimento. Soto (2015), encontró mayor altura de planta de la variedad Usui, 42 a 68 cm muy por debajo de la altura encontrada en el presente experimento.

Referente al efecto de los biofertilizantes, trichoderma y micorriza, no presentaron diferencia entre ellos, con 87.17 cm y 82.73 cm. Estos tratamientos superaron a los ácidos húmicos, EM y extracto de algas y el testigo; todos los tratamientos superan al testigo que tuvo una altura de planta de 58.97 cm.

Carlos et al. (2019), encontraron alturas superiores al presente experimento de 1.58 -0.64 m, cuando aplicó abonos orgánicos en las variedades Alderman, Quantum y Early. Sin embargo, Soto (2015) encontró alturas menores que los alcanzados en el experimento, como 53.67 cm con Ecovida, 45.33 cm con Fortiprec y testigo con 55.67 cm.

3.1.2. Número de vainas por planta

Tabla 7.

Análisis de variancia de números de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	7.11	2	3.55	1.95	0.2225 ns
Variedad (V)	92.62	3	30.87	16.95	<0.0025 **
Error (a)	10.93	6	1.82		
Biofertilizante (B)	61.79	5	12.36	22.21	<0.0001 **
Interacción (V x B)	35.11	15	2.34	4.21	0.0001 **
Error (b)	22.25	40	0.56		
Total	229.82	71			

C.V. = 6.05 %

En la Tabla 7, se encontró diferencias altamente significativas en los efectos principales de variedad y de biofertilizantes y alta significación en los efectos secundarios de la interacción de variedad por biofertilizantes. El coeficiente de variación 6.05 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 8.

Prueba de Tukey de los efectos secundarios de números de vainas por planta de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

Variedad*biofertilizante	Media	AES(T)
Remate-micorriza	15.37	A
Quantum-trichoderma	14.73	Ab
Remate-trichoderma	14.67	Abc
Remate-extracto de algas	14.43	Abcd
Quantum-AF+AH	14.00	Abcde
Quantum-micorriza	13.90	Abcde
Quatum-EM	13.43	Abcdef
Remate-AF+AH	13.07	Abcdefg
Remate-EM	12.53	Bcdefgh
Quantum-extracto algas	12.43	Bcdefgh
Utrillo-micorriza	12.33	Cdefgh
Usui-micorriza	12.23	Defgh
Usui-EM	12.10	Defghi
Usui-AF+AH	12.00	Efghi
Usui-trichoderma	11.90	Efghi
Usui-testigo	11.87	Efghi
Usui-extracto de algas	11.77	Efghi
Remate-testigo	11.17	Fghi
Utrillo-AF+AH	11.10	Fghi
Utrillo-EM	11.07	Fghi
Utrillo-trichoderma	10.90	Ghij
Quatum-testigo	10.43	Hij
Utrillo-extracto algas	9.77	Ij
Utrillo-testigo	8.63	J

Al respecto, Carlos et al. (2019) encontraron mayor número de vainas, 61.67 – 15.19 vainas, superior al registrado en el presente experimento.

3.1.3. Longitud de vaina

Tabla 9.

Análisis de variancia de la longitud de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

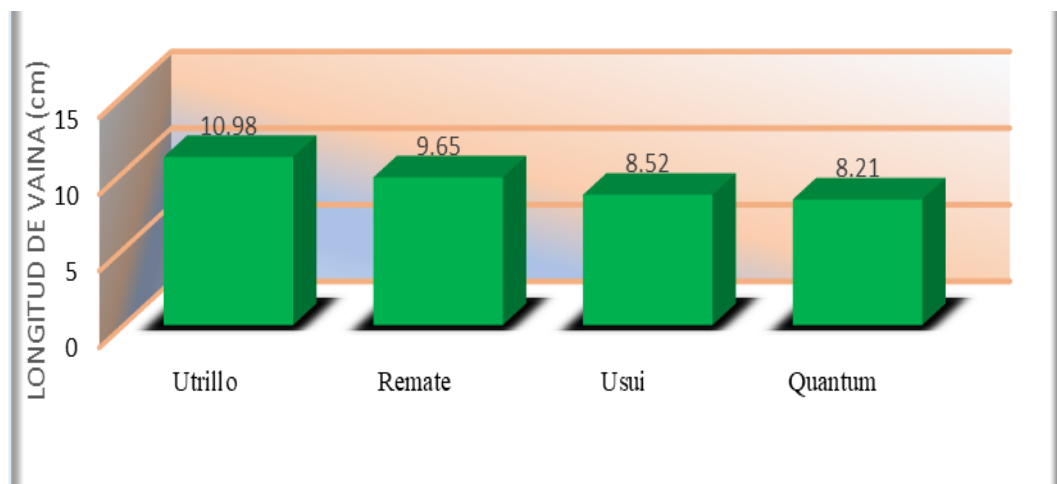
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	1.34	2	0.67	0.66	0.5498 ns
Variedad (V)	85.50	3	28.50	28.08	<0.0006 **
Error (a)	6.09	6	1.01		
Biofertilizante (B)	13.98	5	2.80	1.175	0.11460 ns
Interacción (V x B)	23.86	15	1.59	099	0.4294 ns
Error (b)	64.00	46	1.60		
Total	195.19	71			

C.V.= 13.54 %

La Tabla 9, muestra alta significación en el efecto principal de variedades en la longitud de vaina, este resultado significa que las variedades tuvieron efecto en esta característica estudiada. Se asume que la carga genética o característica específica de la variedad estudiada se manifiesta de forma preponderante, y los biofertilizantes prácticamente, no tienen influencia en esta variable. El coeficiente de variación de 13.54 %, siendo un valor de buena precisión.

Figura 4.

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud de vaina de las variedades de arveja. Canaán 2750 msnm.



En la Figura 4, se muestra que la variedad Utrillo presenta las vainas de mayor longitud con 10.98 cm, seguido de Remate y Usui con 9.65 cm y 8.53 cm; la variedad Quantum presentó las vainas de menor longitud, con 8.21 cm.

Al respecto, Carlos et al. (2019) en las variedades Alderman, Quantum y Early encontró largo de vainas de 8.28 – 7.11 cm, que se ubica dentro del margen observado en el presente experimento.

3.1. 4. Diámetro de vaina

Tabla 10.

Análisis de variancia del diámetro de vaina en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	0.03	2	0.02	3.38	0.1042 ns
Variedad (V)	2.83	3	0.94	212.00	<0.0001 **
Error (a)	0.03	6	0.0044		
Biofertilizante (B)	0.15	5	0.03	19.58	<0.0001 **
Interacción (V x B)	0.08	15	0.01	3.30	0.0013 **
Error (b)	0.06	40	0.0013		
Total	3.18	71			

C.V. = 2.84 %

La Tabla 10, muestra alta significación en el efecto principal de variedades y de biofertilizantes en el diámetro de vaina de arveja, también existe alta significación en la interacción de variedad por biofertilizante, lo que nos expresa que existe una dependencia entre los dos factores estudiados. El coeficiente de variación de 2.84 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 11.

Prueba de Tukey de los efectos secundarios del diámetro de vaina de las variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

Variedad*biofertilizante	Media (cm)	AES(T)
Utrillo-AF+AH	1.70	a
Utrillo-extracto algas	1.70	a
Utrillo-trichoderma	1.67	ab
Utrillo-EM	1.67	ab
Utrillo-micorriza	1.63	abc
Utrillo-testigo	1.63	abc
Remate-extracto algas	1.60	abcd
Remate-trichoderma	1.57	bcd
Remate-micorriza	1.53	cd
Remate-AF+AH	1.50	d
Remate-EM	1.50	d
Remate-testigo	1.37	E
Usui-EM	1.30	Ef
Usui-trichoderma	1.30	Ef
Usui-AF+AH	1.27	Efg
Usui-micorriza	1.23	Fg
Quantum-trichoderma	1.23	Fg
Quantum-micorriza	1.20	Fg
Quantum-extracto algas	1.2	Fg
Quantum-EM	1.20	Fg
Usui-extracto algas	1.20	Fg
Quantum-AF+AH	1.20	Fg
Usui-testigo	1.17	G
Quantum-testigo	1.03	H

En lo referente al efecto de los biofertilizantes en el diámetro de vaina se comprueba que los biofertilizantes en general han tenido efecto en esta característica, por lo que el diámetro es mayor en los cinco biofertilizantes en comparación con el testigo que tuvo el menor diámetro

de vaina, con solo 1.30 cm de diámetro. Quiere decir que los biofertilizantes tuvieron efecto positivo en esta característica estudiada.

En la Tabla 11, se comprueba que existe una asociación positiva de la variedad Utrillo con los biofertilizantes estudiados, seguido de la variedad Remate con los biofertilizantes estudiados, como producto de ello, se observa vainas de mayor diámetro, en comparación con las variedades Usui y Quantum cuando interactuaron con los biofertilizantes. Se debe resaltar que el diámetro de vaina, también es una característica del genotipo, propia de cada una de las variedades estudiadas.

3.1.5. Peso de vainas por planta

La Tabla 12, muestra la significación en el efecto principal de variedades en peso de vainas por planta, este resultado significa que por lo menos una de las variedades en estudio tiene respuesta diferente en el peso de vainas por planta. En lo que respecta a los biofertilizantes, existe alta significación, que significa que el efecto de los biofertilizantes tiene diferente efecto en el peso de vainas por planta. El coeficiente de variación de 7.14 %, siendo un valor de buena precisión.

Tabla 12.

Análisis de variancia de peso de vainas por planta en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	574.84	2	287.42	0.90	0.4562 ns
Variedad (V)	8834.73	3	2944.91	9.19	0.0116 *
Error (a)	1922.27	6	320.38		
Biofertilizante (B)	8118.13	5	1623.63	35.32	<0.0001 **
Interacción (V x B)	683.93	15	45.60	1.00	0.4763 ns
Error (b)	1828.46	46	45.71		
Total	21962.36	71			

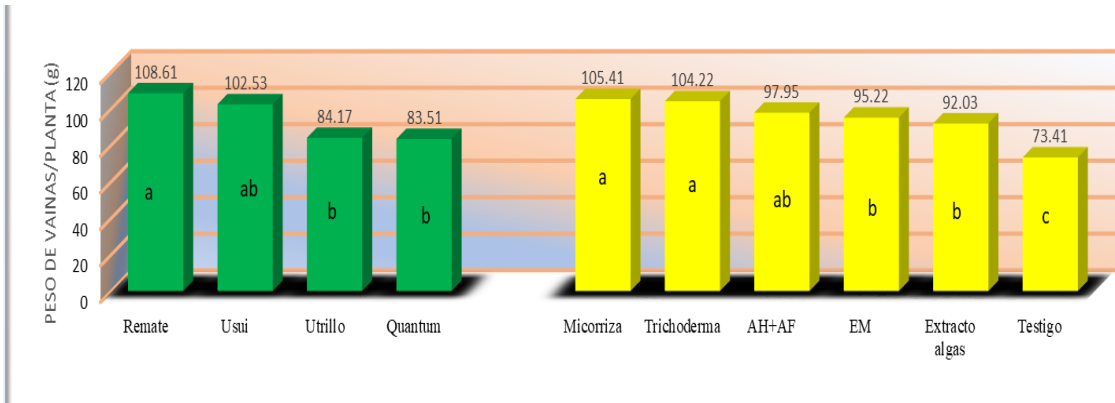
C.V. = 7.14 %

En la Tabla 12, se comprueba que la variedad Remate y Usui alcanzaron mayor peso de vainas por planta con 108.61 y 102.53 gramos por planta, respectivamente, sin diferencia entre ellos, pero superiores a Utrillo y Quantum sin diferencia entre ellos, con 84.17 y 83.51 gramos por planta, respectivamente.

Los biofertilizantes micorriza, trichoderma y ácidos húmicos lograron mayor peso de vainas por planta con 105.41 g, 104.22 g y 97.95 g, respectivamente, sin diferencia entre ellos, pero superiores al testigo sin inoculación, que tuvo 71.41 g de peso de vaina por planta.

Figura 5

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el peso de vaina por planta en arveja. Canaán 2750 msnm.



Se aprecia que la micorriza al favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas de arveja también promueven que las plantas generen mayor peso de vainas, en comparación con el testigo. En un segundo plano se encuentra la respuesta del peso de vainas que se ha logrado con los biofertilizantes ácidos húmicos, EM y extracto de algas, también superiores al testigo sin inoculación

3.1.6. Rendimiento de vaina verde

Tabla 13.

Análisis de variancia de rendimiento de vaina verde en las diferentes variedades y biofertilizantes en la arveja. Canaán 2750 msnm.

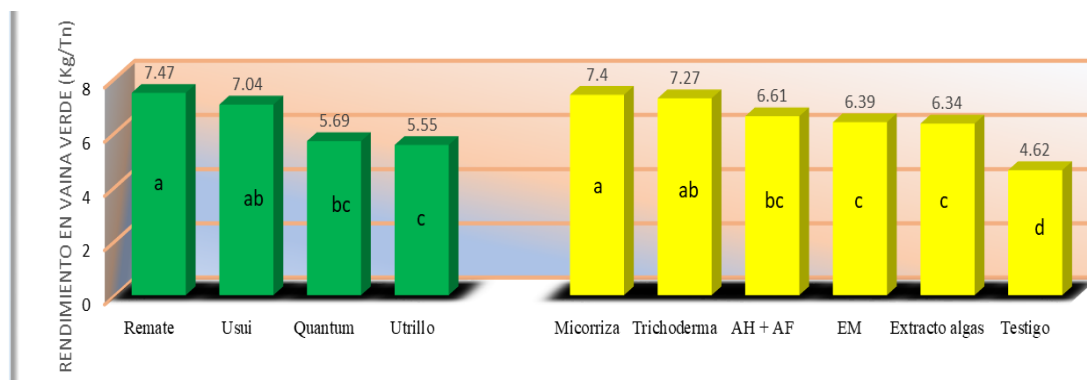
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fc	p-valor
Bloque	4.04	2	2.02	1.34	0.3308 ns
Variedad (V)	49.89	3	16.63	11.01	<0.0001 **
Error (a)	9.07	6	1.51		
Biofertilizante (B)	59.53	5	11.91	35.21	<0.0001 **
Interacción (V x B)	5.47	15	0.36	1.08	0.4050 ns
Error (b)	13.53	40	0.34		
Total	141.53	71			

C.V. = 9.03 %

La tabla 13, muestra alta significación en el efecto principal de variedades y alta significación en el efecto principal de biofertilizantes. No hubo significación estadística en la interacción variedad por biofertilizante, ósea que los factores tuvieron una respuesta independiente. El coeficiente de variación de 9.03 %, siendo un valor de buena precisión.

Figura 6.

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades y de biofertilizantes en el rendimiento de vaina verde en arveja. Canaán 2750 msnm.



En la Figura 6, demuestra que las variedades Remate y Usui con 7.47 t ha^{-1} y 7.05 t ha^{-1} , respectivamente, sin diferencia entre ellos, alcanzaron los mayores rendimientos en vaina verde, siendo superiores a las variedades Quantum y Utrillo que reportaron rendimientos de 5.69 t ha^{-1} y 5.55 t ha^{-1} de vaina verde.

Se comprueba que las micorrizas y el trichoderma tuvieron mejor efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente en las primeras etapas, logrando una buena instalación de las plantas, mayor desarrollo radicular, plantas mejor dispuestas al riesgo por stress ambiental, que se vio reflejado en la obtención de mayor rendimiento cuando se aplicó micorriza y trichoderma con rendimiento de 7.40 t ha^{-1} y 7.27 t ha^{-1} , superiores a los otros biofertilizantes como ácido húmico, microorganismos eficientes y extracto de algas que tuvieron rendimientos de 6.61 t ha^{-1} , 6.39 t ha^{-1} y 6.34 t ha^{-1} , respectivamente. El tratamiento sin inoculación, en promedio solo rindió 4.62 t ha^{-1} de arveja verde.

Se comprueba la bondad de los biofertilizantes, especialmente de las micorrizas y trichoderma, que ayudaron al buen establecimiento del cultivo, buen crecimiento radicular, buena absorción de agua y nutrientes y mayor tolerancia al stress ambiental, lo que se vio reflejado en el rendimiento de vainas verde para consumo como hortaliza y para comercializar en madures comercial.

Por otro lado, se debe mencionar que el cultivo de arveja cuando se desarrolla con tutores produce vainas sanas, presentables y la planta no se maltrata en la cosecha. Por otro lado, las variedades Remate y Usui al ser de enrame y porte medio a alto se debe cultivar siempre con tutor.

Al respecto, Moisés (2017) afirma que el rendimiento se incrementa cuando se incrementa los niveles de guano de islas, cuyos rendimientos mayores 7249 y 6913 kg/ha se encuentran dentro del margen de rendimientos observado en el presente experimento. Los resultados son respaldados por Guerra (2016), quien encontró el mayor rendimiento, de 10,034 kg/ha con 2 ml ha⁻¹, que comparado con nuestro experimento los EM resultaron siendo los mejores. Por su parte, Quispe (2010) halló rendimientos de 9.11 t ha⁻¹, con 7 aplicaciones de cada 7 días y con una aplicación 6.58 t ha⁻¹ que es similar al encontrado en nuestro experimento.

Los resultados encontrados también se respaldan en lo encontrado por Erazo (2014) quien informa que el trichoderma tuvo mejor resultado que el testigo.

Carlos y Estrada (2019), el T2 (Variedad Alderman – Biol) se mantiene en el primer puesto con un promedio de 16,04 toneladas por hectárea, superando estadísticamente a los demás tratamientos, según la investigación de Daniel Alcides Carrión sobre los efectos de tres biofertilizantes orgánicos en el rendimiento de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en el distrito de la provincia de Yanahuanca. Esto se debe a que la variedad presenta buena altura y excelente calidad de vaina.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

Bajo las condiciones de Canaán y enfoque de la agricultura de conservación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Conclusiones

1. Los biofertilizantes y las variedades de arveja respondieron de manera independiente en el rendimiento de vaina verde. La aplicación de hongos Micorrícicos y Trichoderma efecto positivo en el rendimiento de vaina verde de arveja donde alcanzaron rendimientos de 7.40 t ha⁻¹ y 7.27 t ha⁻¹, respectivamente. Frente a un segundo grupo, conformado por ácidos húmicos, EM y extracto de algas que reportaron 6.61 t ha⁻¹, 6.39 ha⁻¹ y 6.34 t ha⁻¹, pero superiores al testigo. La aplicación de Micorriza y Trichoderma tuvieron influencia

positiva en peso de granos por vaina, peso de vainas por planta, numero de granos por vaina número de vainas por planta y altura de planta.

2. La variedad Usui tuvo mayor altura de planta con 94.31 cm superior a las demás variedades. La variedad Utrillo supera a las otras variedades en la longitud de vaina con 104.98 cm, mientras la variedad Quantum reporta menor longitud de vaina. Las variedades Quantum, Utrillo y Remate sin diferencia estadística entre ellos presentaron mayor número de granos por vaina, 7.82, 7.81 y 7.67, respectivamente, Usui presento menor número de granos, 6.14. La variedad Remate y Quantum asociados con Micorriza y Trichoderma presentó mayor número de vainas, 15.37 y 14.73 respectivamente, superiores a las asociaciones de biofertilizantes. La variedad remate y Usui, tuvieron mejor respuesta a la aplicación de biofertilizantes, alcanzando rendimientos de vaina verde de 7.47 t ha⁻¹ y 7.04 t ha⁻¹, respectivamente, superiores a las variedades Quantum y Utrillo que tuvieron rendimientos de 5.69 t ha⁻¹ y 5.55 t ha⁻¹, respectivamente.

Recomendaciones

1. Para lograr buenos rendimientos de arveja se recomienda utilizar las variedades remate y Usui y aplicaciones de hongos Micorrízicos y Trichoderma.
2. Repetir el experimento en condiciones similares y en otras para obtener respuesta a la aplicación de los biofertilizantes y adaptación de las variedades, bajo condiciones de agricultura de conservación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlos, Y., & Estrada, C. (2019). *Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Escalona, M. (2021). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Gonzales-Pedraza, A., A. Méndez y Quesada, V. (2023). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el Municipio Pamplona, norte de Santander. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/4603>.