

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor: Bach. Lizbeth Karen CASTAÑEDA TORRES

Bach. Grecia Irene CASTILLO JONAS

Asesor: MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ

Cerro de Pasco - Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS
PRESIDENTE

Mg. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
MIEMBRO

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por brindarnos salud y así continuar con el proyecto de tesis, a mis padres por el apoyo incondicional para poder llegar a ser un profesional de bien, y a mis amigos y familiares por el apoyo moral.

Grecia

A Dios por darme fortaleza, a mis padres por su apoyo incondicional e inalcanzable en el bien de mi profesión, y a mis docentes por brindarme su brillante conocimiento.

Lizbeth

AGRADECIMIENTO

Nuestros reconocimientos a los maestros de la escuela de agronomía de la UNDAC Cerro de Pasco, así como también a nuestro asesor Mg. Josué Hernán Inga Ortiz por apoyarnos en la realización de la presente investigación.

También queremos reconocer a los miembros del jurado Mg. Manuel Llanos Zevallos, Mg. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA y al Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ, por la revisión y sugerencias en la realización del presente experimento de investigación.

También reconocer a nuestros familiares y colegas que nos apoyaron para lograr la culminación de nuestra carrera profesional.

RESUMEN

El experimento se desarrolló en el distrito de Huariaca, en el campo experimental Huancayoc de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El principal objetivo de la investigación fue: Determinar el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y tres bloques. Para analizar las diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, se usó la prueba de Duncan al 0.05%. Los resultados encontrados muestran que: el rendimiento del cultivo de tarwi con el uso de microorganismos benéficos (*Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharum*) mejoró significativamente en los tres ecotipos estudiados, en el tarwi marrón se incrementó en 19.3%, en tarwi blanco 6.6% y en tarwi negro 2.3% más respecto a los que no se usaron microorganismos benéficos, se logró un rendimiento de 2808, 2507 y 2301 kg/ha de grano seco de tarwi marrón, blanco y negro respectivamente. La fijación de nitrógeno disponible en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*L. mutabilis*) en ambientes de Huariaca Pasco fue positiva, significativa y tuvo valores en tarwi blanco 210.6 kg/ha, en tarwi marrón 218.7 kg/ha y en tarwi negro 194.4 kg/ha de nitrógeno fijado, por lo que serían usados como fertilizantes verdes. Las características agronómicas como altura de planta, longitud de fruto o vaina, número de granos por vaina, diámetro de grano y peso de granos por planta mejoraron con el uso de microorganismos benéficos.

Palabras clave: tarwi, microorganismos benéficos, ecotipos.

ABSTRACT

The experiment was developed in the district of Huariaca, in the Huancayoc experimental field of the Daniel Alcides Carrión National University. The main objective of the research was: To determine the effect of beneficial microorganisms on the yield and nitrogen fixation in the soil in three ecotypes of tarwi (*Lupinus mutabilis*) under Huariaca Pasco conditions. The Randomized Complete Block design with 6 treatments and three blocks was used. To analyze the statistical differences between the treatments under study, Duncan's test at 0.05% was used. The results found show that: the yield of the tarwi crop with the use of beneficial microorganisms (*Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* and *Saccharum*) improved significantly in the three ecotypes studied, in the brown tarwi it increased by 19.3%, in white tarwi 6.6% and in black tarwi 2.3% more than those that did not use beneficial microorganisms, a yield of 2808, 2507 and 2301 kg/ha of dry brown, white and black tarwi grain was achieved, respectively. The fixation of available nitrogen in the soil in three ecotypes of tarwi (*L. mutabilis*) in environments of Huariaca Pasco was positive, significant and had values in white tarwi 210.6 kg/ha, in brown tarwi 218.7 kg/ha and in black tarwi 194.4 kg/ha of fixed nitrogen, so they would be used as green fertilizers. Agronomic characteristics such as plant height, fruit or pod length, number of grains per pod, grain diameter and weight of grains per plant improved with the use of beneficial microorganisms.

Keywords: tarwi, beneficial microorganisms, ecotypes.

INTRODUCCIÓN

El chocho o tarwi (*L. mtabilis* Sweet) se cultiva principalmente en los Andes o sierra del Perú, su consumo en los últimos años ha disminuido, sin embargo, es un cultivo con muchas bondades. *Lupinus* se cultiva en muchos países del mundo y en algunos casos como abono verde más aún ahora que el precio de los fertilizantes sintéticos se ha incrementado se convierte en una alternativa sostenible, en el país se cultiva en diferentes regiones mostrando rendimientos bajos. Existen muchos ecotipos de tarwi, el más común es el blanco y actualmente el tarwi negro está siendo solicitado, por lo que en la presente investigación se ensayó tres ecotipos promisorios blanco, negro y marrón cultivados con microorganismos benéficos (*Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharum*).

La fijación biológica de nitrógeno que realizan las leguminosas mediante simbiosis con procariontes o bacterias del género *Rhizobium* es importante para el ecosistema mundial y especialmente para la agricultura, además de fijar nitrógeno al suelo, y sus raíces profundas previenen la erosión del suelo, así mismo las leguminosas acumulan alta concentración de proteínas en semillas y en la parte aérea de la planta, por lo que son una fuente de calidad alimenticia para humanos y animales, sin embargo es necesario lavar las semillas para consumirlas ya que contienen alcaloides, en muchos lugares lo utilizan como biocida o repelente de insectos y como antiparasitario de ganado, en humanos es recomendable para la diabetes, hipertensión y colesterol, por lo que la siembra de tarwi con microorganismos benéficos sería una alternativa en la agricultura orgánica.

El tarwi se puede cultivar en suelos degradados y soporta bien los cambios climáticos es un cultivo que el agricultor lo consume y su remanente es comercializado o procesado como harina ya que el consumo ha aumentado recientemente en forma procesada.

El presente experimento se realizó con el propósito de demostrar las bondades de esta leguminosa como fijador de nitrógeno y comprobar la eficacia de los microorganismos benéficos en la producción del tarwi y de esa manera contribuir con los agricultores con una propuesta viable para incrementar la fertilidad del suelo especialmente en los distritos con condiciones ambientales similares a Huariaca.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema principal.....	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas científicas	7
2.3. Definición de términos básicos.....	13
2.4. Formulación de hipótesis	14
2.4.1. Hipótesis general	14
2.4.2. Hipótesis específicas.....	14
2.5. Identificación de variables	14
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	15

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Nivel de investigación	16

3.3. Métodos de investigación	16
3.4. Diseño de investigación	17
3.5. Población y muestra.....	18
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	19
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	19
3.9. Tratamiento estadístico	19
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	20

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	21
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	26
4.3. Prueba de Hipótesis	34
4.4. Discusión de resultados	34

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de operacionalización de variables	15
Cuadro 2. Tratamientos en estudio de 3 ecotipos de tarwi.....	19
Cuadro 3. Métodos y resultados de los análisis antes de la siembra.	22
Cuadro 4. Porcentaje de Nitrógeno en el suelo después del cultivo de ecotipos de tarwi.	23
Cuadro 5. Datos meteorológicos de la investigación	23
Cuadro 6. Análisis de variancia de altura de planta a la madurez (cm).	26
Cuadro 7. Análisis de varianza de número de vaina por planta en tres ecotipos de tarwi.	27
Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de vaina en tres ecotipos de tarwi(cm).....	28
Cuadro 9. Análisis de varianza, número de grano por vaina en tres ecotipos de tarwi. .	29
Cuadro 10. Análisis de variancia, diámetro de grano de tres ecotipos de tarwi.....	30
Cuadro 11. Análisis de variancia de peso de grano por planta de tres ecotipos de tarwi.	31
Cuadro 12. Análisis de variancia para rendimiento por hectárea de tres ecotipos de tarwi.....	32
Cuadro 13. Nitrógeno en el suelo antes y después de la siembra con ecotipos de Tarwi	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis experimental	18
Figura 2. Prueba de Duncan para altura de planta a la madurez de tres ecotipos de tarwi	27
Figura 3. Número de vaina por planta en tres ecotipos de tarwi	28
Figura 4. Longitud de vaina en tres ecotipos de tarwi.....	29
Figura 5. Número de grano por vaina en tres ecotipos de tarwi.....	30
Figura 6. Diámetro de grano de tres ecotipos de tarwi.....	31
Figura 7. Peso de grano por planta de tres ecotipos de tarwi	32
Figura 8. Rendimiento por hectárea de tres ecotipos de tarwi	33

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la región Pasco y especialmente en el distrito de Huariaca no se siembra ampliamente el cultivo de tarwi, sin embargo, las condiciones ambientales son favorables para que la planta de tarwi muestre su máximo potencial productivo y de esa manera asegurar la alimentación de las personas y del ganado con una planta con alto valor proteico. Es necesario promover el cultivo y orientar al agricultor en el manejo del cultivo del tarwi. El cultivo de tarwi presenta simbiosis con procariontes o bacterias *Rhizobium* y *Azotobacter* que fijan nitrógeno atmosférico N₂ por medio de la fijación biológica de nitrógeno FBN. También se le considera como abono verde por su potencial de usarlo como reemplazo de fertilizante químico. En la actualidad existen microorganismos benéficos que tienen un efecto positivo en la microflora del suelo y mejoran la simbiosis con la planta.

Cabe mencionar además que se observa con preocupación los efectos del calentamiento global, distanciando el establecimiento de lluvias y frecuentes sequías. Los fenómenos o hechos hacen que las épocas de siembras propicias, se

vean alteradas; así, en el cultivo de Tarwi, las fechas propicias de siembra se dan durante los meses de octubre a noviembre; sin embargo, obligados por el clima cambiante se está sembrando tardíamente.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Este experimento se ejecutó en la localidad de Huancayoc, y se encuentra ubicada a 3 km de la plaza de Huaricaca, en la margen izquierda del río Huariaca, provincia y región Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

La ejecución de la investigación fue durante los meses de setiembre del 2020 hasta abril del 2021.

1.2.3. Delimitación social

La ejecución del experimento estuvo a cargo de las tesis y asesoradas en todo el proceso de ejecución por el asesor quienes estuvieron constantemente pendientes del desarrollo del cultivo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo son las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco?
- ¿Cuál es el rendimiento de tres ecotipos de tarwi con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco?

- ¿Cuál es la acumulación de nitrógeno en el suelo con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de Tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco.
- Determinar el rendimiento de tres ecotipos de tarawi con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco.
- Determinar la acumulación de nitrógeno en el suelo con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

a. Desde el punto de vista económico

El distrito de Huariaca tiene una situación geográfica y un clima favorable para la producción de tarwi; también el tipo suelo y otras características son una ventaja, la cadena de producción de tarwi genera ingresos económicos a los agricultores resultado de la comercialización de los remanentes de la producción. También se está iniciando a procesar y exportar el tarwi en forma de harina, lo cual es una oportunidad económica por ser un cultivo rentable.

b. Desde el punto de vista Social

El tarwi por ser un cultivo con muchos beneficios ambientales presenta un impacto positivo en la sociedad al fijar nitrógeno atmosférico. Su cultivo genera mano de obra en la cadena de producción, por lo que el agricultor además del consumo de semillas podrá obtener forraje de calidad y abonamiento de los suelos. A través de este trabajo de investigación se pretende apoyar a los agricultores ya que servirán como referente.

c. Desde el punto de vista Alimenticio

El tarwi es un alimento rico en proteínas, los humanos consumen las semillas y toda la masa vegetal es usada para la alimentación del ganado. Es recomendable el consumo de tarwi a personas con diabetes y con sobrepeso y también a los menores de edad, ya que cuenta con alto contenido de proteínas y esto pues favorecerá al niño que se encuentra en la etapa del crecimiento. Teniendo en consideración que el contenido de proteínas en el tarwi es variable y la producción y concentración depende de factores como la variedad sembrada y el manejo del cultivo.

d. Desde el punto de vista tecnológico

Del mismo modo procesamiento del cultivo de tarwi es accesible, es decir con un manejo post cosecha mínimo o molido para la fabricación de harinas es una opción viable y tendrá mayor tiempo para la comercialización.

En la ciudad de Cerro de Pasco aún no existen empresas procesadoras de alimentos, pero el consumo en fresco aún se mantiene y es necesario una campaña de orientación y promoción del consumo y los beneficios del tarwi, así como también de revalorar los alimentos andinos.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la investigación se presentaron algunas limitaciones como:

- Presencia de anomalías en el clima
- Restricciones en la circulación producto de la pandemia.
- Escases de acceso a base de datos de revistas científicas que la UNDAC no cuenta con suscripciones

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el distrito de Huariaca, no se han desarrollado trabajos de investigación relacionados a la fijación de nitrógeno disponible en el suelo en tres ecotipos de tarwi. Sin embargo, en otras latitudes existen trabajos referentes a esta investigación:

Quispe (2017) en la investigación “Fijación biológica de nitrógeno en tres especies de tarwi (*Lupinus mutabilis*) con abonamiento orgánico en el centro experimental de Cota Cota” en Bolivia, llegó a las siguientes conclusiones: los nódulos con las bacterias *Rhizobium* son los que fijan el nitrógeno del ambiente, esta fijación depende de la materia orgánica del suelo. El tarwi silvestre Irpavi con compost a dosis alta fijó 1.17% de nitrógeno, con compost medio fijó 1.38% y sin compost 0.97%; el tarwi Sorata con dosis altas de compost fijó 1.32%, a dosis media de compost 1.33 % y a dosis baja de compost se fijó 0.75% de nitrógeno y el tarwi Caraburo a dosis alta de compost fijó 2.42%, a dosis media de compost fijó 2.5% y sin compost fijó 2.08% de nitrógeno, por los resultados encontrados se recomienda

conservar la biodiversidad del tarwi y usarlos para recuperar la fertilidad del suelo disminuyendo la época de descanso de suelo que los agricultores realizan.

Huwasquiche (2018) en la investigación “Aislamiento y caracterización de la microflora asociada al cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)” reporta los siguientes resultados: se aislaron hongos y bacterias de la rizosfera del tarwi, también de los nodulos y tallo, se trabajó en Jauja-Junín y en La Molina Lima se evaluó la producción de ácido indol acético, reacción a fosfatos, si son o no antagonistas a *F. oxysporum*, también fijación de N in vitro, así mismo se evaluó el efecto en el crecimiento de plantas de tarwi. El aislado 131 mostró mayor porcentaje de antagonista con 74% frente a patógenos. La observación al microscopio permitió identificar cepas de *Aspergillus*. La prueba del ácido indol acético permitió aislar a las bacterias, se encontró una eficiencia de solubilización de fosforo de 496.6% por la cepa RB10, la cepa RB08 produjo mayor siderófos 500%, la la cepa RB11 tuvo mayor antagonismo a *Fusarium* con 49.3%, para identificar cepas bacterianas se realizó el secuenciamiento respectivo con 16SrRNA y para el genotipado molecular se usó BOX-PCR la gran mayoría de cepas bacterianas pertenecen a la familia Bacillaceae. Se inocularon con cepas RB01, TB05 y RB10+RB14 a las semillas y evaluar el efecto en el crecimiento, se consiguió mayor altura de planta de tarwi con la cepa TB05 con 11% más con respecto al testigo. Los aislados pueden ser usados como biofertilizantes y ser aplicados a cultivos.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Origen de Tarwi

El tarwi es un cultivo originario de los andes del Perú, su valor proteico es alto de 41 a 51%, este cultivo supera a otras leguminosas como en este caso la soya (Gross, 1982).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Gross (1982) considera que se debe volverse a definir la taxonomía del tarwi (*Lupinus mutabilis*), esto debido a la dificultad de nombres y variabilidad genética ya que la clasificación sistemática no define a *Lupinus silvestres*. Menciona también que los nombres científicos no incluyen zonas de recolección y que los nombres nativos no se encuentran contemplados.

Por otro lado, Bonifacio (2015) considera nombrar a este cultivo como especies naturales (*Lupinus spp*) hasta que sea establecida su identificación específica. Sin embargo, la clasificación sistemática usada actualmente es la siguiente:

- Orden: Rosales
- Sub-orden: Leguminosinae
- Familia: Leguminosae
- Sub-familia: Papilionaceae
- Género: *Lupinus*
- Sub género: *Eulupinus*
- Especie: *Lupinus*
- Subespecie: sp.

2.2.3. Descripción botánica

Meneses et al., (1996) afirma que el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis*) posee una polinización cruzada y que la duración del ciclo vegetativo varía entre los 6 incluso hasta los 10 meses.

a. Raíz

Según Meneses et al., (1996) considera que la formación radicular del embrión es la primera etapa para así dar inicio a la raíz principal, después se da la

formación de las raíces secundarias, su sistema radicular del tarwi es pivotante vigorosa. Así mismo menciona que toda leguminosa forma simbiosis con bacterias moduladoras de *Rhizobium* en sus raíces y esto ayuda a la fijación de nitrógeno disponible en el cultivo.

b. Tallo

El tallo del cultivo del tarwi es de coloración verde oscuro esto dependiendo del grado de leñosidad, no presentan macollaje pero forma la segunda y tercera ramificación, las ramas del tallo tienen una forma de V con relación al eje primario y las ramas del tallo (Gross, 1982).

c. Hojas

Gross (1982) menciona que las hojas del cultivo tienen una forma palmeada, con presencia de vellosidades, así mismo, cuentan con 10 folios lanceoladas u ovaladas.

d. Flor

Gross (1982) reporta que las estructuras de las flores del tarwi está conformada por una corola, con corola de 5 pétalos, se encuentra formada por un estandarte, 2 alas y 2 quillas. Las flores son de colores azul pùrpura, algunos también blanco, crema, amarilla y rosado. Así también afirma que la inflorescencia de este cultivo, mayormente se califica por tener racimos terminales, cuyas flores son verticiladas y cuentan con sesenta flores por planta el cual según como va desarrollándose logran convertirse en vainas la parte comestible.

e. Fruto

El tarwi conocido en las zonas andinas como chocho cuenta con un fruto, permanentes de las especies silvestres, esta legumbre es rico en proteínas, la

vaina es pubescente dehiscente y tiene una forma elíptica u oblonga (Gross, 1982).

f. Semillas

Las semillas del tarwi tienen una forma ovalada, son granos que se encuentran comprimidas en la superficie, cuentan con una variabilidad de colores desde blanco hasta negro esto según los eco tipos (Gross, 1982).

2.2.4. Fenología

Ayuzawa (2014) define a la fenología como un estudio de los periodos naturales el cual se presenta en el periodo de vital del tarwi, esto permitirá diferenciar y correlacionar el desarrollo de la planta con el clima, especialmente con la humedad y temperatura del lugar donde se instala el cultivo.

Así mismo, Tapia (1997) indica a la fase como la transformación, aparición o como también desaparición de órganos vegetales, por ejemplo, se podría decir la emergencia de plántulas. Por otro lado, describe a la etapa como dos fases sucesivas, aquí se pueden presentar periodos muy cruciales, siendo sensibles a eventos meteorológicos ocasionando perdidas en el rendimiento del cultivo.

2.2.5. Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN)

Según Smil (2000) quien sostiene que el nitrógeno es el componente principal que tiene la atmosfera, su forma molecular es N_2 y se encuentra unificada con oxígeno o hidrógeno, estos formaran óxido de amonio para así unirse a la biosfera. Además, este autor añade a dos tipos de fijación las cuales son: la biológica (FBN) aquí sucede simbiosis de bacterias de vida libre con especies biológicas como es el caso de las leguminosas, así también, se encuentra fijación abiótica teniendo

lugar por medio de descargas eléctricas, como la combustión y el agua de lluvia que atraerán compuestos al suelo.

La fijación biológica de nitrógeno se encuentra compuesta por tres partes fundamentales: la planta, la bacteria y el nódulo (órgano donde sucede la fijación), estos son los componentes más importantes e indispensables para la fijación de nitrógeno (FAO, 1999).

Por otro lado, Olivares (2008) argumenta que la fijación biológica del nitrógeno consume mucha energía y esto ocurre con una mediación de los enzimas nitrogenados. Siendo el primer producto de la reacción el amonio (NH_3), ionizándose inmediatamente en amonio (NH_4) y así ayudar con el desarrollo vegetativo a la planta.

Según Smil (2000) a lo largo de los años se fue estudiando e investigando la fijación biológica del nitrógeno, debido a que es un aliado muy importante de interés ecológico y biológico, así mismo, brinda a las leguminosas importancia para ser consumida por los humanos y los animales porque cuentan con altos niveles de inoculantes microbianos, incluso contribuyen a la eliminación de los fertilizantes nitrogenados.

Los cultivos leguminosos son de consideración por que contribuyen nitrógeno al suelo, por el potencial de fijar N del ambiente y también, por los caracteres edafoclimáticos del lugar. (Sivila y Hervé 1994).

Por otra parte, Reyes y Vargas (1999) destacan la calidad de residuos de las leguminosas ya que influyen en la química como nutrientes esenciales, encima mantienen la biomasa microbiana.

2.2.6. Funcionamiento de los nódulos

Los procariontes o bacterias del género *Rhizobium* tienen el potencial de la ejecución del proceso de fijación, a diferencia de la bacteria de género *Frankia* y de las cianobacterias porque no son capaces de generar un ambiente anaeróbico, ya que no fijan nitrógeno por sí solas (Bautista y Valdés, 2008).

De forma similar Rodríguez (2000) recalca que la bacteria de especie *Rhizobium leguminosarum* sería capaz de fijar el nitrógeno molecular solo cuando se encuentra asociado a una leguminosa, lo cual ningún organismo puede fijar nitrógeno por ellos mismos.

Por otra parte, Reynel y León (1990) sostiene que *Rhizobium* puede fijar nitrógeno al suelo en una cantidad de 280 kg/ha, por lo que recomienda la siembra de esta especie para así recuperar los suelos que se encuentran con problemas de erosión y falta de nitrógeno.

Kobayashi et al. (1999) afirma que la deficiencia de boro puede afectar a la formación de nódulos, así mismo, menciona que el nódulo es la parte fundamental ya que es ahí donde se localiza la fijación del nitrógeno, formándose sobre las raíces de las leguminosas.

De la misma manera la FAO (1999) afirman que al presentarse los nódulos en las raíces indica que la planta está absorbiendo el nitrógeno, sin embargo, esto puede ser afectado por distintos factores climatológicos como el exceso de agua, sequía de la parcela o deficiencia de fósforo. Si los nódulos están fijando correctamente el nitrógeno deben presentar una pigmentación de color rojo o rosado en el interior de ellas, para poder observarlas es necesario cortarlas por la mitad.

2.2.7. Factores que influyen en la fijación biológica del nitrógeno

Según Pijnenborg (1998) indica que existe distintos factores que pueden afectar a la fijación biológica del nitrógeno atmosférico en la planta, estos

mayormente se encuentran agrupados en factores climáticos, edáficos y factores intrínsecos.

2.2.8. Microorganismos benéficos usados EM 1

Biopunto (2020) manifiesta que EM 1 es un producto a base de microorganismos benéficos: *Lactobacillus sp.*, *Rhodopseudomonas sp.* y *Saccharomyces sp.* son bacterias ácidas lácticos, fotosintéticas y levaduras respectivamente, favorecen la descomposición de materia orgánica y mejora la flora microbiana del suelo, reactiva el suelo y favorece el desarrollo del cultivo, incrementa el número de raíces y la simbiosis de bacterias para la fijación de nitrógeno. Aumenta la sanidad del cultivo por lo que el uso de agroquímicos disminuye. Se puede aplicar al suelo o al follaje, así como también remojar la semilla con EM 1 antes de la siembra. Es un producto natural, amigable con el medio ambiente, biodegradable y compatible con abonos foliares, también se usa en la elaboración de compost o directamente aplicar al suelo, la presentación es en forma líquida, de color café anaranjado, pH 3.0 a 3.6, aplicar de preferencia al anochecer o amanecer, menos en horas de sol.

2.3. Definición de términos básicos

Rendimientos: el tarwi tiene un máximo potencial de 4 a 5 t/ha y depende de muchos factores como el ambiente donde se desarrolla.

Fijación de nitrógeno: la (FBN) fijación biológica de nitrógeno se logra por las bacterias activas y es un complejo sistemas de enzimas, algunas fijadoras están libres en el suelo y otras tienen necesariamente realizar simbiosis.

Microorganismos benéficos: los microorganismos se relacionan con las raíces y bacterias y la aplicación de estas tecnologías redundan en claros beneficios.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Existe un efecto positivo de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos mejoran en condiciones de Huariaca-Pasco.
- El rendimiento de tres ecotipos de tarwi mejora con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco.
- La acumulación de nitrógeno en el suelo se incrementa con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de Tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco

2.5. Identificación de variables

- **Variable Dependiente:** Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo.
- **Variable Independiente:** Efecto de microorganismos benéficos.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo.	Los cultivos leguminosos son de consideración por que contribuyen al nitrógeno al suelo, debido a la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico (Sivila y Hervé 2006).	El rendimiento del cultivo se obtuvo del peso de granos por planta estas llevadas a kg/ha y para la fijación de nitrógeno en el suelo se obtuvo realizando un análisis de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de la planta a la madurez • Número de vainas • Longitud de vainas • Número de granos por vaina • Diámetro de grano • Peso de grano por planta • Rendimiento por hectárea • Fijación de nitrógeno en el suelo 	<p>Cm</p> <p>Unid</p> <p>Cm</p> <p>Unid</p> <p>mm</p> <p>kg</p> <p>kg/ha</p>
Efecto de microorganismos benéficos	Según Reynel y León (1990) sostiene que <i>Rhizobium</i> puede fijar nitrógeno al suelo en una cantidad de 280kg/ha	Las dosis planteadas en este trabajo son los que se utilizaron de acuerdo a la investigación.	Dosis de microorganismos benéficos M1	L/ha

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El experimento es de tipo aplicada, a un nivel descriptivo y explicativo.

3.2. Nivel de investigación

En la presente investigación se alcanzó el nivel descriptivo de cómo influye los microorganismos benéficos en el cultivo de tarwi y explicativo del mecanismo de interacción cultivo y microorganismos.

3.3. Métodos de investigación

En el experimento se adoptó el método científico, observacional y explicativo.

3.3.1. Factores en estudio

En el experimento se probó una dosis de microorganismos benéficos M1 en los tres eco tipos de tarwi, por lo que se instaló el experimento según el croquis planteado.

Se probó la dosis de: 1 L/ha de microorganismos benéficos M1, de igual manera se adicionó materia orgánica, estiércol y solo fosforo y potasio de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo.

3.4. Diseño de investigación

En el experimento se usó el diseño de DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar) con 6 tratamientos y tres bloques o repeticiones, los tratamientos fueron distribuidos al azar según el croquis planteado para el desarrollo de la investigación.

3.4.1. Características del campo experimental

A. Del campo experimental

❖ Largo:	24.6 m
❖ Ancho:	9.8 m
❖ Área total:	241.08 m ²
❖ Área experimental	192.6 m ²
❖ Área de caminos	49.2 m ²

B. De la parcela

❖ Largo:	4.1 m
❖ Ancho:	2.6 m
❖ Área neta:	10.66 m ²

C. Bloques

❖ Largo:	24.6 m
❖ Ancho:	2.6 m
❖ Total:	63.96 m ²
❖ N° de parcelas por bloque:	6
❖ N° total de parcelas del experimento:	12

D. Surco

- ❖ N° de surcos /parcela neta: 05
- ❖ N° de surcos / experimento: 90
- ❖ N° de surcos /bloque: 30
- ❖ Distancia entre surcos: 0.82 m
- ❖ Distancia entre planta: 0.52 m

Figura 1. Croquis experimental

I	T6	T2	T5	T1	T3	T4
II	T4	T5	T6	T3	T1	T2
III	T1	T4	T2	T3	T5	T6

- ❖ Área total: 241.08 m²
- ❖ Área experimental 192.6 m²
- ❖ Área de caminos 49.2 m²

3.5. Población y muestra

- Población: formada por 450 plantas de tarwi donde una parcela de ensayo contó con 25 plantas.
- Muestra: consistió de 5 plantas de tarwi por cada tratamiento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Se utilizó la técnica observacional de las variables y para ello se elaboró fichas de evaluación.

- Se realizó el análisis documental de la bibliografía de diferentes bases de datos y de repositorios institucionales. Los instrumentos de medición fueron balanzas, flexómetros, vernier, entre otros.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se utilizaron instrumentos como balanzas, flexómetro, vernier y para las fichas de evaluación fueron recopilados de trabajos anteriores y se citó en la bibliografía, para la confiabilidad se utilizó el coeficiente de variabilidad C.V. expresado en % y para Calzada (2003), los valores menores a 40% son aceptables para este tipo de investigaciones.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos de la investigación se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y la prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de 0.05, esto con la finalidad de comparar las medias o promedios de los tratamientos.

3.9. Tratamiento estadístico

Cuadro 2. Tratamientos en estudio de 3 ecotipos de tarwi

Trat.	Dosis (L/ha)	Época de aplicación
T1	Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos benéficos M1	A la siembra, al primer y segundo aporque.
T2	Tarwi negro + sin microorganismos benéficos	
T3	Tarwi marrón + Dosis 1 L/ha de microorganismos benéficos M1	A la siembra, al primer y segundo aporque.
T4	Tarwi marrón + sin microorganismos benéficos	
T5	Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos M1	A la siembra, al primer y segundo aporque.
T6	Tarwi blanco + Sin microorganismos benéficos	

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría

Grecia Irene Castillo Jonas y Lizbeth Karen Castañeda Torres son las autoras del presente experimento o tesis.

Originalidad

Se citaron a todos los autores según correspondía sin modificar los créditos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación del campo experimental

El experimento se desarrolló en el Centro Experimental Huancayoc de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Distrito de Huariaca - Región Pasco.

4.1.2. Ubicación geográfica

Región	: Cerro de Pasco
Provincia	: Pasco
Distrito	: Huariaca
Latitud Sur	: 10 ° 26' 36''
Longitud Oeste	: 76 ° 11' 14''

4.1.3. Ubicación Geográfica

Región Geográfica	: Quechua al Noroeste de Cerro de Pasco
Altitud	: 2960 m.s.n.m.
Temperatura	: 13 – 18°C.

4.1.4. Análisis de suelos

Para la siembra del cultivo de tarwi en primer lugar se muestreó el suelo se tomaron 4 muestras en de zig-zag de todo el campo experimental de 250 g cada uno, en total se sacó 1 kg de muestra para luego rotularlo con la etiqueta respectiva respetando las normas para envío de muestras de suelo.

El realizó el análisis en dos tiempos, antes de la siembra y después de la cosecha con la finalidad de saber cuánto fue la fijación del nitrógeno en el suelo, las muestras de suelo se enviaron al Laboratorio de suelos y fertilizantes del INIA Santa Ana – Huancayo.

Cuadro 3. Métodos y resultados de los análisis antes de la siembra.

Análisis mecánico	Resultado	Resultados
- Arena	40.0 %	Franco Arcilloso
- Limo	30.4 %	
- Arcilla	29.6 %	
Análisis químico		
- Materia orgánica	2.85%	Medio
- Nitrógeno	0.14 %	Medio
- Reacción del suelo (pH)	6.20	Ligeramente ácido
Elementos disponibles		
- Fósforo	4.98 ppm	Bajo
- Potasio	139 ppm	Medio

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Interpretación de resultados

El resultado del análisis de suelo antes de la siembra, muestra que el tipo de suelo es un franco arcilloso, el pH es ligeramente ácido, los nutrientes como N y K tienen un contenido medio el Fosforo es bajo, también la materia orgánica es medio,

en general se puede deducir que el suelo es normal y que responde favorablemente al abonamiento orgánico.

Cuadro 4. Porcentaje de Nitrógeno en el suelo después del cultivo de ecotipos de tarwi.

% N antes de la siembra	% N después de la cosecha		
	% N en el suelo cultivado con tarwi blanco.	% N en el suelo cultivado con tarwi marrón.	% N en el suelo cultivado con tarwi negro.
0.14	0.26	0.27	0.24

Fuente: Elaboración propia

4.1.6. Interpretación de resultados

En el presente cuadro se puede apreciar que el % de Nitrógeno en el suelo antes de la siembra fue baja con 0.14%, sin embargo, después de la cosecha del cultivo de tarwi dicho porcentaje incremento, el suelo cultivado con tarwi color marrón tuvo 0.27 % N el cual fue el más alto, seguido del tarwi de color blanco con 0.26%N y por último el tarwi de color negro tuvo 0.24% N.

4.1.7. Datos meteorológicos

Cuadro 5. Datos meteorológicos de la investigación

Meses	Temperatura °C			Precipitación Total, mensual (mm)
	Extremos			
	Máxima	Mínima	HR°	
Setiembre 2020	21.1	7.6	82.7	9.5
Octubre 2020	22.5	8.1	74.8	35.2
Noviembre 2020	23.5	8.6	77.2	41.1
Diciembre 2020	21.1	9.8	93.7	83.3
Enero 2021	20.4	9.2	86.8	154.2
Febrero 2021	22.1	8.4	79.7	51
Marzo 2021	20.4	8.8	84.0	101.1
Abril 2021	20.5	8.4	83.2	10.1
				Total, pp: 485.5

Fuente: SENAMHI

En el presente cuadro se observa los datos meteorológicos durante el periodo que duro el experimento. Durante el experimento la temperatura máxima se registró en el mes de noviembre con 23.5°C, mientras la mínima fue de 7.6°C y durante el mes de setiembre del año 2020.

Por otra parte, la mayor lluvia se presentó en el mes de enero del 2021 con 154.2 mm, del mismo modo la menor lluvia se registró en el mes de setiembre del 2020 con 9.5 mm, debido al cambio climático que sufre nuestro país. Y se puede mencionar que las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo del cultivo de tarwi en Huariaca.

4.1.8. Conducción del experimento

a) Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó antes de la siembra se usó herramientas tradicionales como son pico y zapapico, es decir fue en forma manual y se efectuó en el mes de setiembre del 2020.

Previo a la preparación se realizó un riego pesado, luego se procedió a roturar el suelo con pico, seguidamente se niveló el terreno y se trazó con yeso.

b) Fertilización

El año anterior al experimento se sembró maíz y los rastrojos fueron incorporados al momento de la preparación del suelo. Al momento de la siembra se colocó fosforo y potasio según las recomendaciones del análisis de suelo, dependiendo del análisis del mismo.

c) Siembra

La siembra de los seis tratamientos se efectuó manualmente y a golpes al fondo del surco se colocó 3 semillas. La cantidad de semilla para una hectárea es de

40 kg. Los surcos fueron distanciados a 0,86 m, la profundidad de siembra no fue mayor a 2 cm, por lo que se tuvo mucho cuidado al momento del tapado.

d) Purificación

Se eliminaron las plantas que no presentaron características de los ecotipos sembrados en cada tratamiento, esta labor se realiza constantemente en todo el periodo vegetativo para que los datos sean representativos de cada ecotipo sembrado.

e) Control de malezas

Se realizó frecuentemente para evitar la competencia con el cultivo y de esa manera asegurar el máximo potencial de producción del cultivo. Se realizó manualmente con la ayuda de una picota.

f) Riegos

El experimento se instaló en época de lluvia por lo que los riegos aplicados fueron solo cuando hubo periodos de poca lluvia para lo cual se realizó por aspersión.

g) Control fitosanitario

Para el control de plagas y enfermedades primero se realizó evaluaciones constantes en todos los tratamientos y ecotipos sembrados, donde se tuvo un 5% de incidencia de roya y un 10% de severidad, para lo cual se aplicó el producto Sportac 50 gramos por mochila de veinte litros.

h) Cosecha

Se cortaron las plantas una vez que habían llegado a la madurez fisiológica, luego se realizó la trilla que consistió en golpear las legumbres o vainas se abran y desprendan las semillas, luego se realiza el venteo para eliminar algunos rastrojos, posteriormente se guardaron las semillas en bolsas de papel, cada una

con su etiqueta respectiva, para la determinación del rendimiento por hectárea se cosechó un metro cuadrado y se ploteó.

4.1.9. Registro de datos

Se evaluaron las siguientes variables:

Altura de la planta a la madurez (cm)

Número de vainas (unid)

Longitud de vainas (cm)

Número de granos por vaina (unid)

Diámetro de grano (mm)

Peso de grano por planta (kg)

Rendimiento por hectárea (kg/ha)

Fijación de nitrógeno en el suelo

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

El análisis de varianza se realizó en el software infostat, así como también para calcular la prueba de Duncan, las tablas de las evaluaciones se muestran en la sección anexos, las evaluaciones se realizaron considerando el efecto de bordes es decir solo se muestrearon las plantas de los surcos centrales.

4.2.1. Altura de planta a la madurez (cm)

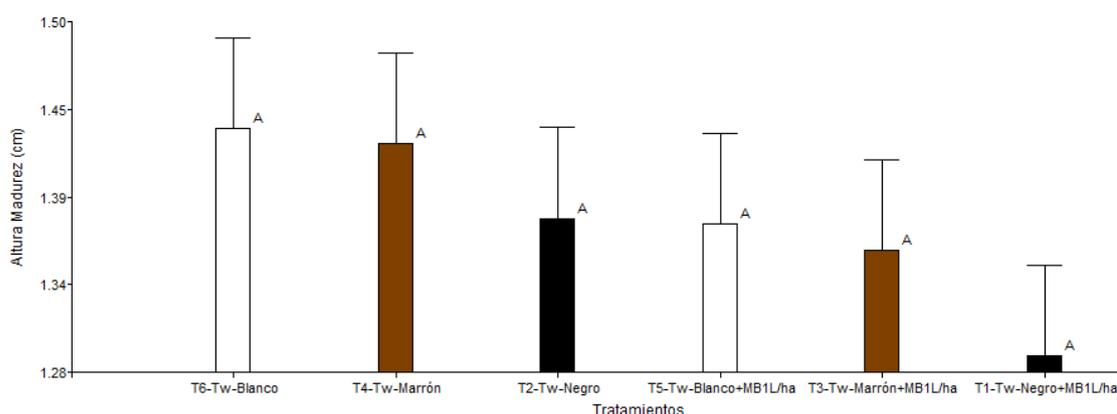
A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Cuadro 6. Análisis de variancia de altura de planta a la madurez (cm).

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft 0.05	
Bloques	0.05	2	0.03	2.62	4.10	n.s
Tratamientos	0.04	5	0.01	0.82	3.32	n.s
Error	0.10	10	0.01			
Total	0.19	17				
C.V. 7.15%						

El cuadro 8, del análisis de varianza para altura de planta a la madurez, muestra que no existe diferencia significativa estadística entre bloques, así también, entre tratamientos en un nivel de 7.15% de probabilidad siendo aceptable para esta variable.

Figura 2. Prueba de Duncan para altura de planta a la madurez de tres ecotipos de tarwi



La presente figura, sobre altura de planta a la madurez muestra que el T6 se encuentra en primer lugar con 1.44 m seguido del T4 con un valor de 1.43 m, sin embargo, se observa que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos.

4.2.2. Número de vaina por planta (unid)

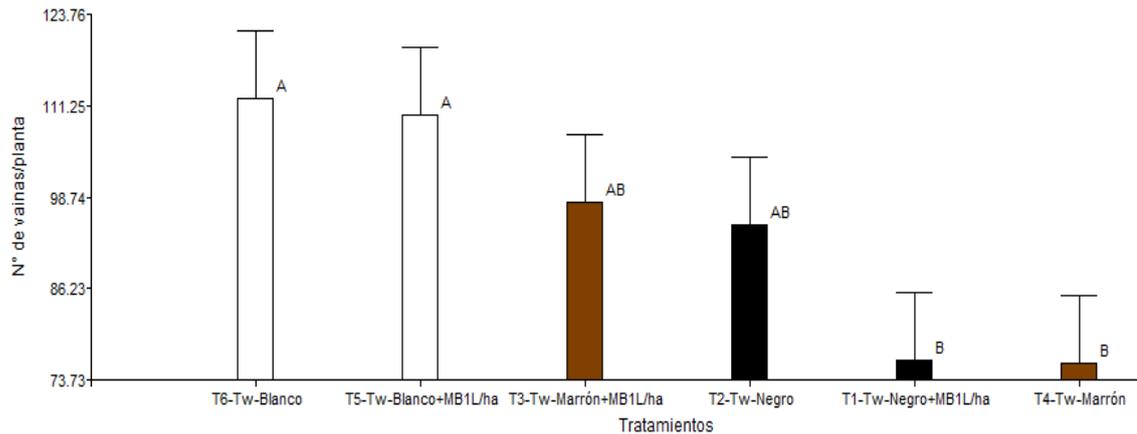
Cuadro 7. Análisis de varianza de número de vaina por planta en tres ecotipos de tarwi.

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	3838.79	2	1919.40	7.43	4.10 *
Tratamientos	3707.00	5	741.40	2.87	3.32 n.s
Error	2584.20	10	258.42		
Total	10129.98	17			

C.V. 17.00%

En el cuadro 9, de análisis de varianza para número de vaina por planta muestra que sí, existe diferencia significativa entre bloques, pero no hay diferencia entre tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 17% siendo aceptable para este tipo de investigación.

Figura 3. Número de vaina por planta en tres ecotipos de tarwi



La presente figura sobre número de vaina por planta muestra que no existe diferencia entre el T6 y T5 superando a todos los demás tratamientos con 112 y 109 vainas respectivamente, seguido del T3, T2 con 97 y 94 vainas teniendo un promedio uniforme y quedando en último lugar el T1 y T4 con 76 vainas por planta.

4.2.3. Longitud de vaina (cm)

Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de vaina en tres ecotipos de tarwi(cm).

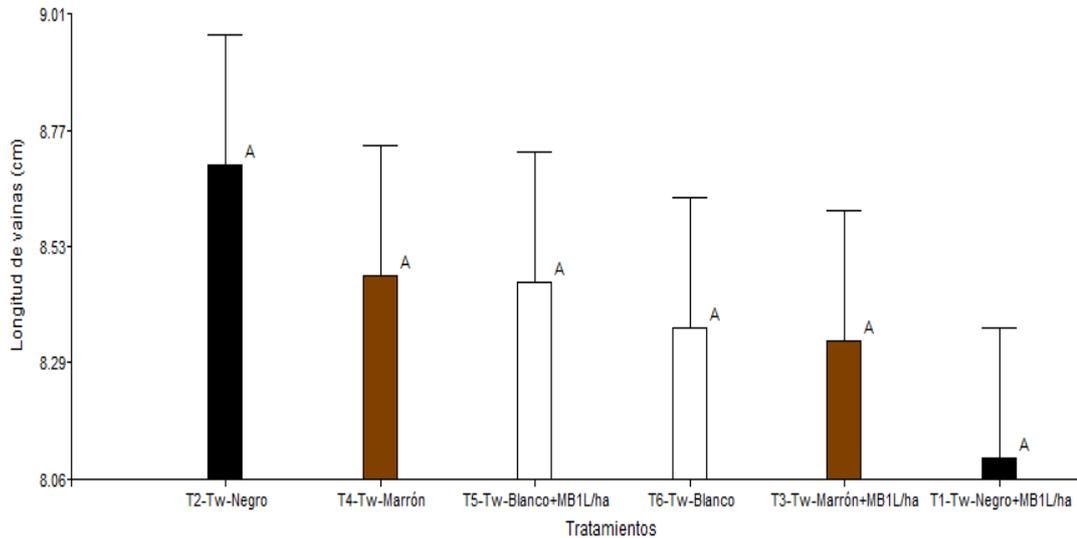
F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	0.32	2	0.16	0.75	4.10 n.s
Tratamientos	0.58	5	0.12	0.55	3.32 n.s
Error	2.12	10	0.21		
Total	3.02	17			

C.V. 5.48%

El presente cuadro del análisis de varianza para longitud de vaina, registra que no, existe diferencia significativa para bloques al igual que para tratamientos,

los datos muestran que no fueron uniformes entre ellos, también se observa el coeficiente de variabilidad de 5.48% el cual es aceptable para este tipo de investigación.

Figura 4. Longitud de vaina en tres ecotipos de tarwi



La presente figura sobre número de vaina registra que el T2 ocupó el primer lugar con 9.01 cm, seguido del T4 con 8.77 cm. sin embargo también se observa que no existe diferencia significativa con el T5, T6, T3 y T1 teniendo un promedio uniforme en longitud de vaina.

4.2.4. Número de grano por vaina

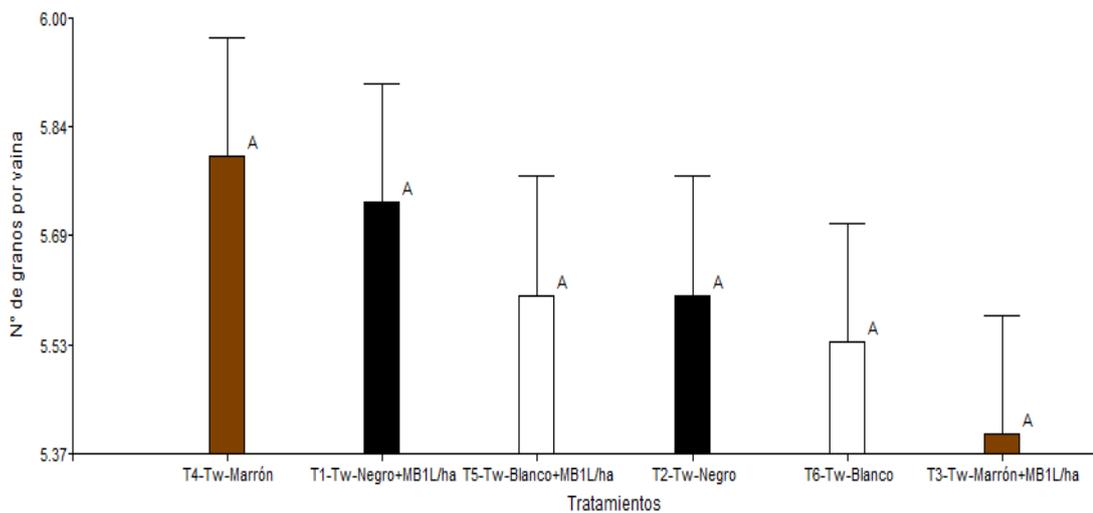
Cuadro 9. Análisis de varianza, número de grano por vaina en tres ecotipos de tarwi.

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	1.50	2	0.75	8.55	4.10 *
Tratamientos	0.30	5	0.06	0.70	3.32 n.s
Error	0.88	10	0.09		
Total	2.68	17			

C.V. 5.27%

El análisis de varianza para número de grano por vaina muestra que, si existe diferencia estadística entre bloques, sin embargo, no, existe diferencia entre tratamientos, por ello se puede decir que los promedios por tratamientos fueron uniformes entre ellas, siendo el coeficiente de variabilidad de 5.27% siendo aceptable para este tipo de investigación.

Figura 5. Número de grano por vaina en tres ecotipos de tarwi



La presente figura sobre número de granos por vaina reporta que el T4 supero a los demás tratamientos ocupando el primer lugar con 6 granos, seguido del T1 con 5 granos, sin embargo, no existe diferencia estadística con el T5, T2, T6 y T3 ya que tuvieron promedios similares en granos por vaina.

4.2.5. Diámetro de grano

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

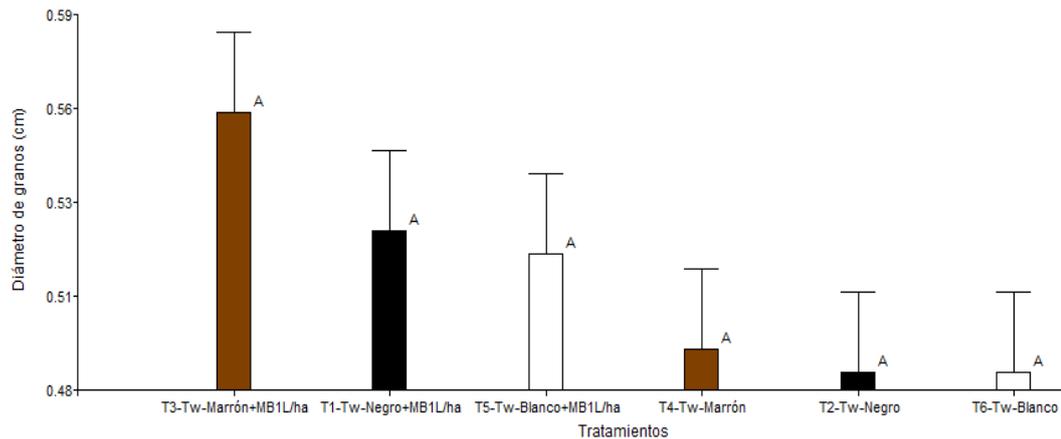
Cuadro 10. Análisis de variancia, diámetro de grano de tres ecotipos de tarwi.

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	0.02	2	0.01	5.72	4.10 *
Tratamientos	0.01	5	2.5E-03	1.64	3.32 n.s
Error	0.02	10	1.5E-03		
Total	0.05	17			

C.V. = 7.67 %

El cuadro 13, de análisis de varianza para diámetro de grano nos indica que, si existe diferencia significativa entre bloques, pero no existe diferencia entre tratamientos siendo los datos similares, el coeficiente de variabilidad es de 7.69% lo cual son aceptables para este tipo de investigación.

Figura 6. Diámetro de grano de tres ecotipos de tarwi



La figura 7, sobre diámetro de grano muestra que el T3 ocupó el primer lugar con 0.59 cm, seguido del T1 con 0.56 cm, del mismo modo nos indica que no existe diferencia estadística significativa con el T5, T4, T2 y T6, siendo sus promedios similares entre los tratamientos.

4.2.6. Peso de grano por planta

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

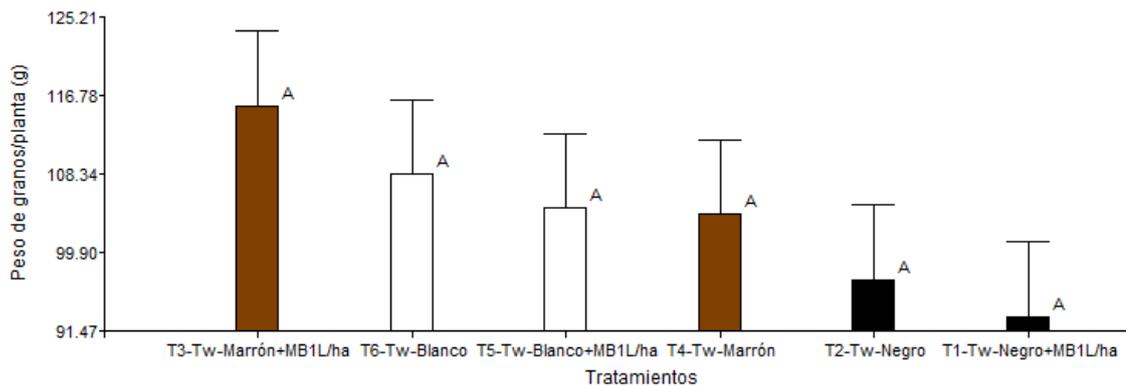
Cuadro 11. Análisis de variancia de peso de grano por planta de tres ecotipos de tarwi.

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	2468.11	2	1234.06	6.41	4.10 *
Tratamientos	975.11	5	195.02	1.01	3.32 n.s
Error	1925.89	10	192.59		
Total	5369.11	17			

C.V. = 13.37 %

El cuadro de Análisis de Variancia para peso de grano por planta nos indica que sí existe diferencia significativa entre bloques, así mismo, muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos por ello, los datos de la investigación nos muestran que los promedios fueron casi similares, siendo el coeficiente de variabilidad 13.37%.

Figura 7. Peso de grano por planta de tres ecotipos de tarwi



La presente figura sobre peso de granos por planta, muestra que el T3 ocupó el primer lugar con 115.67 g, ocupando el primer lugar, así mismo se observó que no existe diferencia estadística con respecto a T5, T4, T6, T2 teniendo promedios similares entre ellos, el T1 ocupó el último lugar con 93.0 g de grano por planta.

4.2.7. Rendimiento por hectárea

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

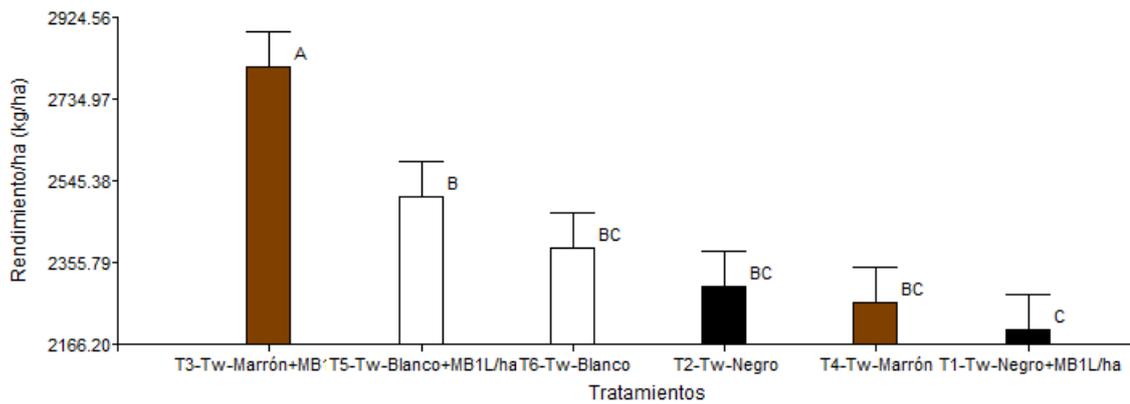
Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea de tres ecotipos de tarwi.

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft
Bloques	161627.11	2	80813.56	4.00	4.10 n.s.
Tratamientos	735634.44	5	147126.89	7.28	3.32 *
Error	202141.56	10	20214.16		
Total	1099403.11	17			

C.V. = 5.90 %

El presente cuadro de análisis de variancia para rendimiento por hectárea muestra que no existe diferencia significativa entre bloques, sin embargo, si existe diferencia estadística entre los tratamientos, estos datos nos indican que los promedios fueron diferentes, el coeficiente de variabilidad fue de 5.90 % los cual nos indica que es aceptable para esta variable.

Figura 8. Rendimiento por hectárea de tres ecotipos de tarwi



La presente figura 8, sobre rendimiento por hectárea muestra que el T3 ocupó el primer lugar con 2808.0 kg/ha superando al resto de los tratamientos, seguido del T5 con 2507.0 kg/ha así mismo se observa que, entre el T6, T2, y T4 no existe diferencia estadística significativa teniendo los promedios similares y el T1 ocupó el último lugar con 2200.6 kg/ha.

4.2.8. Fijación de nitrógeno en el suelo

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Cuadro 13. Nitrógeno en el suelo antes y después de la siembra con ecotipos de Tarwi

Tratamientos en estudio	Antes %	Después %	Después Kg/ha N
T1 Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos benéficos MI	0.14%	0.24%	194.4
T2 Tarwi negro + Sin microorganismos benéficos		--	
T3 Tarwi marrón + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI		0.27%	218.7

T4 Tarwi marrón + Sin microorganismos benéficos		--	
T5 Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI		0.26%	210.6
T6 Tarwi blanco + Sin microorganismos benéficos		--	

* Para los cálculos se usó la densidad de 1.35

4.3. Prueba de Hipótesis

La investigación demostró que se cumple la hipótesis general ya que existe un efecto positivo de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco, tal como lo demuestra el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

4.4. Discusión de resultados

a. Altura de plantas a la madurez (cm)

En la presente investigación utilizando microorganismos benéficos como *Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharomyces* no existe diferencia entre los tratamientos y se logró alturas entre 1.29 y 1.44 metros, sin embargo, son alturas favorables, por otra parte, Gonzales et al (2018), utilizando *Azotobacter* y *Rhizobium* lograron un buen desarrollo de planta. Mollinedo (2015) utilizando cepas de *Rhizobium* logró alturas de 1.46 metros.

b. Número de vainas (unid)

Mollinedo (2015) utilizando inoculantes de *Rhizobium* en tarwi reporta número de vainas por planta de entre 6 a 12 vainas. En nuestra investigación el T6 tarwi blanco sin microorganismos benéficos logró formar 112 vainas/planta y el T5 tarwi blanco con microorganismos benéficos (*Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharomyces*) logró formar 109 vainas/planta y el último tratamiento fue T4 tarwi marrón sin microorganismos benéficos logró formar 76 vainas/planta. Por lo que se afirma que existe un efecto positivo en la

formación de vainas. Camarena y Cerrate (1981) reportan 85 vainas/planta y manifiestan que esta variable define el rendimiento del cultivo.

c. Longitud de vainas (cm)

En la presente investigación la longitud de vaina o legumbre alcanzó valores de 8.10 cm en tarwi negro más microorganismos benéficos hasta 8.7 cm en tarwi negro solo, si presentar diferencia con los demás tratamientos. Lo cual coincide con Aguilar (2015) que reporta longitud de vaina de hasta 8.7 cm a más.

d. Número de granos por vaina (unid)

Aguilar (2015) reporta que el número de granos por vaina puede variar entre 4 y 5. En la presente investigación en todos los tratamientos se logró 5 granos por vaina, por lo que podemos afirmar que los microorganismos benéficos no influyen en el número de granos por vaina lo cual depende de la condición genética.

e. Diámetro de grano (cm)

Ubillus (2021) reporta un diámetro de grano o semilla entre 0.45 y 0.61 cm. En el presente experimento el diámetro oscila entre 0.49 y 0.56 cm lo cual no fue influenciado por los microorganismos benéficos.

f. Peso de grano por planta (kg)

Flores (2018) reporta un peso de granos por planta de 12,76 gramos. Sin embargo, en la investigación se reporta un intervalo entre 93 y 115 gramos/planta y no existe diferencia entre tratamientos, los pesos fueron superiores debido a que los ecotipos de tarwi respondieron positivamente a la aplicación de microorganismos benéficos.

g. Rendimiento por hectárea (kg/ha)

En nuestra investigación el T3 tarwi marrón con microorganismos benéficos logró rendimientos de 2808.0 kg/ha y el tratamiento T2 tarwi negro sin microorganismos benéficos logró 2301.0 kg/ha; en los tres ecotipos el rendimiento es mayor con el uso de microorganismos benéficos *Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharomyces*, sin embargo, el Minagri (2012) reporta que en la región Puno el rendimiento máximo de 1259 kg/ha, así mismo mencionan que se puede lograr rendimientos de 5000 kg/ha, por lo que el uso de microorganismos benéficos es positivo y depende del manejo del cultivo y de las condiciones ambientales. El rendimiento alcanzado en nuestra investigación se debe a que se realizó el manejo adecuado y una dosis alta de fosforo y potasio.

h. Fijación de nitrógeno en el suelo

En nuestro experimento se logró fijar nitrógeno en el suelo por tarwi negro 0.24% por tarwi marrón 0.27% y tarwi blanco 0.26% de nitrógeno total con microorganismos benéficos en todos los casos es decir 194.4, 218.7 y 210.6 kg/ha de nitrógeno disponible respectivamente.

Gonzales et al (2018) manifiestan que el tarwi puede fijar entre 60 a 120 kg de N/ha por campaña. Mercado (2016) reporta una fijación de nitrógeno total de 0.118 %. Quispe (2017) utilizando compost en tarwi reporta una fijación de 1.17%.

CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- El rendimiento del cultivo de tarwi con el uso de microorganismos benéficos mejoró significativamente en los tres ecotipos estudiados, en tarwi marrón se incrementó en 19.3% más, en tarwi blanco 6.6% más y en tarwi negro 2.3% más respecto a los que no se usaron microorganismos benéficos, se logró un rendimiento de 2808, 2507 y 2301 kg/ha de grano seco el tarwi marrón, blanco y negro respectivamente.
- La fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en condiciones de Huariaca Pasco fue positiva, significativa y tuvo valores de en tarwi blanco 210.6 kg N/ha, en tarwi marrón 218.7 kgN/ha y en tarwi negro 194.4 kgN/ha fijado, lo que serían usados como fertilizantes verdes.
- Las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos se modificaron positivamente, la altura oscila entre 1.29 y 1.44 metros, se formó hasta 109 vainas por planta, la longitud de vaina o legumbre alcanza un máximo de 8.10 cm, el número de granos por vaina alcanzó entre 4 a 5, el diámetro alcanzó hasta 0.56 cm y el peso de granos/planta 115 gramos, en todos los casos se superó a los tratamientos sin el uso de macroorganismos benéficos.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda la siembra de los tres ecotipos de tarwi con microorganismos benéficos (*Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* y *Saccharomyces*) ya que fijan alta cantidad de nitrógeno y se convierte en un biofertilizante que será usado por el cultivo siguiente, además de mejorar la flora microbiana que mejora la fertilidad del suelo.
- También se recomienda seguir investigando en los diferentes aspectos del cultivo de tarwi por ser un cultivo que muestra muchos beneficios, el grano presenta alto contenido de proteínas, la masa aérea es un forraje rico en nutrientes y por la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* fija nitrógeno del medio ambiente.
- La sierra del país presenta condiciones favorables para la máxima producción del cultivo de tarwi, por lo que se debe promover la siembra, además de que no es afectado por plagas y enfermedades ya que las hojas contienen una cera protectora.
- Promover el consumo de tarwi por ser un alimento rico en nutrientes, si el consumo se incrementa también se incrementará las áreas cultivadas favoreciendo la recuperación de suelos degradados y que hayan perdido su fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Angulo, L. A. (2015). Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco-La Libertad.
- Ayuzawa, M. (2014). Fenología de tarwi. Sin descripción. Disponible en www.prezi.com
- Bautista, H., y Valdés, M. (2008). Frankia y la simbiosis actinorriza. Revista latinoamericana de microbiología. Vol. 50, Nos. 3 y 4. Pp. 90 – 102. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx>.
- Bonifacio, A. (2015). Barbecho tradicional y resiliencia de los suelos arenosos. Disponible en: www.Agriculturesnetwork.htm
- Biopunto (2020) Ficha técnica EM 1. <https://www.biopunto.cl/2020/08/03/ficha-tecnica-em1/>
- Calzada, J., B. (2003). Métodos Estadísticos para la Investigación. Cuarta Edición, Editorial Jurídica. Lima, Perú. 645p.
- Camarena, F. y Cerrate, A. (1981). Informe en el avance del Mejoramiento Fitotécnico y Agronómico del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por el Proyecto de Menestras de la UNALM 1974 – 1979. Departamento de Fitotecnia – UNALM
- FAO - Fertilizantes (1999). Los abonos verdes Ministerio de Agricultura, ganadería y en desarrollo rural GCPD/BOL/018 net Bolivia. 7 p.
- FAO, (2014). Tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*). Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap>
- Flores Huarco, E. (2018). Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el Centro Agronómico de K' ayra.

- Gonzales, E., Alcarraz, M., Castro, A., Casaa, S. (2018). Efecto del biofertilizante azotobacter-rhizobium en tarwi (*Lupinus mutabilis* SWEET.), como alternativa a la fertilización química. *Ciencia e Investigación* 2018 21(2):7-12.
- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Producción y protección vegetal. N° 36. Estudio FAO - Roma.
- Huasaquiche S. L. (2018). “Aislamiento y caracterización de la microflora asociada al cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)” Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Ciencias, Perú.
- Koboyashi, K., Okada, M., Miura, S., Lieffering, M., Kim, H., (1999). Growth and nitrogen uptake of CO₂-enriched rice field conditions. *New Phytologist*, Wileyonline library. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.2001.00111.x/full>.
- Meneses, R., Waijenber, H., y Pierola, L. (1996). Las leguminosas en la agricultura boliviana, Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, Bolivia.
- Mercado Chuquimia, W. J. (2016). Evaluación de la fijación de nitrógeno y biomasa de tarwi silvestre-Q'ila-Q'ila (*Lupinus sp.*) bajo laboreo de surcado y carpido en la localidad de K'ipha-K'iphani.
- Minagri (2012). Leguminosas, haba y tarwi, análisis estadístico. Dirección de información agraria – Puno.
- Mollinedo Gomez, O. A. (2015). Efecto de aislamientos de *Rhizobium* obtenidos de plantas cultivadas (*Lupinus mutabilis* Sweet) y silvestres (*Lupinus Spp.*) sobre plantas de tarwi en condiciones de invernadero Quipaquipani-La Paz.
- Mujica, A. y Jacobsen, S. (2006). Botánica Económica de los Andes Centrales. El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Ed. Morales R. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp 458, 559, 460.

- Olivares, P., J. (2008). Fijación biológica de nitrógeno. Estación experimental del Zaidin, CSIC Granada. Disponible en <http://www.2eez.csic.es>.
- Orsag, V. (2009). Degradación de suelos en el Altiplano boliviano. Causas y medidas de mitigación. Análisis – IBEPA. Vol. 1, N° 3. pp. 27 – 30.
- Oroz, R., Jarandilla, V. (2006). Características edáficas de los cauchiales en el Altiplano Central de Bolivia y algunas consideraciones para su manejo sostenible. Revista “Ciencia y Tecnología Agropecuaria”. Vol. 1, N° 1, Revista de la Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 18 p.
- Pijnenborg J. (1998). “Estudios de la fijación biológica de nitrógeno”. P 19 – 24.– Curso 1. Revisión de información. Proyecto Rhizobiología. (CIAT-CIF-OLNG-CIFP-WAU). Cochabamba, Bolivia. P 68.
- Quispe P. R. (2017). Fijación biológica de nitrógeno en tres especies de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) con abonamiento orgánico en el centro experimental de Cota Cota. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Bolivia.
- Reynel, C. y León, J. (1990). Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Lima.
- Rodríguez, J. (2000). Plantas herbáceas semileñosas y leñosas - Usos y beneficios. 1ra. Edición, Proyecto Unir. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Sivila, C. y Hervé, D. (1994). El estado microbiológico del suelo, indicador de una restauración de la fertilidad. Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. Instituto de Ecología UMSA, IBTA - ORSTOM. La Paz, Bolivia. 197 p.
- Smil, V. (2000). Cycle of life. Scientific American Library. Enciclopedia libre. Disponible en www.wikipedia.html

- Tapia, G. (1997). La quinua un cultivo de los andes altos. Academia nacional de ciencias de Bolivia. Ed. Talleres- Esc. Artes gráficas “Don Bosco” La Paz, Bolivia 20-21 p.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima – Perú. 222 p.
- Tapia, M. (2003). De la Chaquitajlla a la Biotecnología. Historia, situación actual de los cultivos andinos. Congreso de Cultivos Andinos. Cochabamba, Bolivia. pp. 3, 6.
- Ubillús Trinidad, M. (2021). Componentes morfoagronómicos, rendimiento de grano seco y grano desamargado de variedades y ecotipos de *Lupinus mutabilis* Sweet en Marcará-Áncash.

ANEXO

Matriz de consistencia

PROBLEMA	MARCO TEORICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>Problema principal</p> <p>¿Cuál es el Efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) en condiciones de Huariaca Pasco?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo son las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco? • ¿Cuál es el rendimiento de tres ecotipos de tarawi con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco? • ¿Cuál es la acumulación de nitrógeno en el suelo con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco? 	<p>El cultivo de tarwi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origen • Clasificación taxonómica • Descripción botánica • Fenología • Fijación del nitrógeno • Funcionamiento de nódulos. 	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) en condiciones de Huariaca Pasco</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco. • Determinar el rendimiento de tres ecotipos de tarawi con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco. • Determinar la acumulación de nitrógeno en el suelo con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco 	<p>Hipótesis general</p> <p>Existe un efecto positivo de microorganismos benéficos en el rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo en tres ecotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) en condiciones de Huariaca Pasco</p> <p>Hipótesis específica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las características fenotípicas de tres ecotipos de tarwi con la aplicación de microorganismos benéficos mejoran en condiciones de Huariaca-Pasco. • El rendimiento de tres ecotipos de tarawi mejora con el uso de microorganismos benéficos en condiciones de Huariaca-Pasco. • La acumulación de nitrógeno en el suelo se incrementa con el uso de microorganismos benéficos en tres ecotipos de tarwi en condiciones de Huariaca-Pasco 	<p>Variable independiente</p> <p>Efecto de microorganismos benéficos</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Altura de la planta a la madurez - Número de vainas - Longitud de vainas - Número de granos por vaina - Diámetro de grano - Peso de grano por planta - Rendimiento por hectárea - Fijación de nitrógeno en el suelo

Instrumentos para recolección de datos

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónica
- Wincha y vernier
- Programa Excel e Infostat
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
TONGO PIZARRO Moisés	Maestro	UNDAC	Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo de tres ecotipos de tarwi (<i>lupinus mutabilis</i>).	- Lizbeth Karen CASTAÑEDA TORRES -Grecia Irene CASTILLO JONAS
Título de la tesis: “EFECTO DE MICROORGANISMOS EN EL RENDIMIENTO Y JIFACION DE NITROGENO EN EL SUELO DE TRES ECOTIPOS DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS) EN CONDICIONES DE HUARIACA PASCO”				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%						
Cerro de Pasco, 25 noviembre de 2022	08149732	 <hr/> Ing. Moisés TONGO PIZARRO INGENIERO AGRÍCOLA CIP N° 56775				988800068
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto				N° Celular

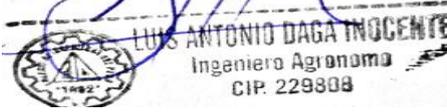
FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
DAGA INOCENTE, Luis Antonio	INGENIERO	Residente de obra, GOREPA	Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo de tres ecotipos de tarwi (<i>lupinus mutabilis</i>) .	- Lizbeth Karen CASTAÑEDA TORRES -Grecia Irene CASTILLO JONAS
Título de la tesis: “Título de la tesis: “EFECTO DE MICROORGANISMOS EN EL RENDIMIENTO Y JIFACION DE NITROGENO EN EL SUELO DE TRES ECOTIPOS DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS) EN CONDICIONES DE HUARIACA PASCO”				

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X

8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus respectivas dimensiones.						
VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 81%						
Cerro de Pasco, 25 de noviembre de 2022	41702713	 			961228416	
Lugar y Fecha	Nº DNI	Firma del experto			Nº Celular	

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento
FLORES ATACHAGUA Richard Aldo	INGENIERO	Gerente en la municipalidad de Simón Bolívar	Rendimiento y fijación de nitrógeno en el suelo de tres ecotipos de tarwi (<i>lupinus mutabilis</i>).	- Lizbeth Karen CASTAÑEDA TORRES - Grecia Irene CASTILLO JONAS
Título de la tesis: “Título de la tesis: “EFECTO DE MICROORGANISMOS EN EL RENDIMIENTO Y JIFACION DE NITROGENO EN EL SUELO DE TRES ECOTIPOS DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS) EN CONDICIONES DE HUARIACA PASCO”				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X

7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 81.8%						
Cerro de Pasco, 25 de noviembre del 2022.	41336925					965809112
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto				N° Celular

Análisis de suelo antes de la siembra



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA - JAJAH



SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS

Teléfonos: 24-6206 y 24-7011

NOMBRE	CASTILLO JONAS GRECIA IRENE	PREDIO	:
LUGAR	HUARIACA -PASCO		

072-2021	Febrero - 2021
N° Correlativo laboratorio	Fecha de análisis

RESULTADOS DE ANALISIS									
6.20	2.85	4.98	139.00	0.00	0.14	TEXTURA			Tipo de suelo
						40.0	29.6	30.4	
pH	M.O	P	K	Al	N	Arena	Arcilla	Limo	Franco Arcilloso
	(%)	(ppm)	(ppm)	(me/100 gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	

INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS						
pH				BAJO	MEDIO	ALTO
Fuertemente ácido	< 5.5		Nitrógeno (N)		X	
Moderadamente ácido	5.6 - 6.0		Fósforo (P)	X		
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5	X	Potasio (K)		X	
Neutro	7		Al (me/100 gr)			
Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8		M.O. (%)		X	
Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4					
Fuertemente alcalino	> 8.5					

RECOMENDACIONES										
CULTIVO:		TARWI								
NUTRIENTES:		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
FÓRMULA :		Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Siembra		80	100	100						
	Fosfato diamónico (Kg/ha)	218								
	Cloruro de potasio (Kg/ha)	167								
	Materia orgánica descompuesta (Kg/ha)	1000								
	Deshierbo	0								
	Aporque: Urta Kg./ha.	90								
Observaciones y recomendaciones especiales										

ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA - JAJAH
 Inia Arequipa - Pasco S.A.
 Laboratorio de Suelos

Análisis de suelo después de la cosecha



INFORME DE ENSAYO N° 01002-22/SU/SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Castillo Jonas Grecia Irene
Propietario / Productor	:	Castillo Jonas Grecia Irene
Dirección del cliente	:	Huariaca-Cerro de Pasco
Solicitado por	:	Castillo Jonas Grecia Irene
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	03 muestras
Producto declarado	:	Suelo agrícola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Huariaca-Cerro de Pasco
Fecha(s) de muestreo	:	2021-12-22
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-01-06
Lugar de ensayo	:	LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2022-01-07
Cotización del servicio	:	002-22-SA
Fecha de emisión	:	2022-01-19

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6	
Código de Laboratorio	SU002-SA-22	SU003-SA-22	SU004-SA-22	-	-	-	
Matriz Analizada	Suelo agrícola	Suelo agrícola	Suelo agrícola	-	-	-	
Fecha de Muestreo	2021-12-22	2021-12-22	2021-12-22	-	-	-	
Hora de Inicio de Muestreo (h)	09:00	09:00	09:00	-	-	-	
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	-	-	-	
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Bloque I	Bloque II	Bloque III	-	-	-	
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unid. pH	--	5.75	5.53	6.12	-	-
Conductividad	mS/m	--	26.10	24.70	11.99	-	-
Materia Orgánica	%	--	5.23	5.36	4.76	-	-
Nitrógeno	%	--	0.26	0.27	0.24	-	-
Fósforo	ppm	--	8.22	11.16	2.44	-	-
Potasio	ppm	--	157.91	206.08	328.36	-	-
Análisis de Textura							
Arena	%	--	47.6	49.6	47.6	-	-
Limo	%	--	17.8	15.8	15.8	-	-
Arcilla	%	--	34.6	34.6	36.6	-	-
Clase Textural	---	--	Franco arcillo arenosa	Franco arcillo arenosa	Arcillo arenosa	-	-

INFORME DE ENSAYO

N° 01002-22/SU/SANTA ANA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO	
ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10, AS-10. 2000. Fosforo Extraible, en suelos de neutros a alcalinos (Procedimiento de Olsen y colaboradores).
	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.11, AS-11. 2000. Fosforo Extraible, en suelos de ácidos a neutros (Procedimiento de Bray y Kurtz 1).
Potasio	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12, AS-12. 2000. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo, con acetato de amonio.
IV. CONSIDERACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> - Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente. - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente. - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados. 	
 Firma Ciro Riveros Chahuayo Responsable del laboratorio	
 FIN DE INFORME DE ENSAYO	

INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 - 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO

Clasificación	ppm de P
Bajo	<5.5
Medio	5.5 - 11
Alto	>11

POTASIO

Clasificación	ppm de K
Bajo	<120
Medio	120 - 240
Alto	240 - 480
Muy alto	>480

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmól/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmól/Kg = meq/100g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)

Cartillas de evaluación de la investigación

Número de grano por vaina

	Bloque I						Bloque II						Bloque III					
	Vaina 1	Vaina 2	Vaina 3	Vaina 4	Vaina 5	Promedio	Vaina 1	Vaina 2	Vaina 3	Vaina 4	Vaina 5	Promedio	Vaina 1	Vaina 2	Vaina 3	Vaina 4	Vaina 5	Promedio
T1 Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos beneficios MI	6	6	6	6	5	5.8	6	6	6	5	6	5.8	5	5	6	6	6	5.6
T2 Tarwi negro + Sin microorganismos beneficios	5	5	6	6	7	5.8	8	6	5	6	6	6.2	5	4	5	5	5	4.8
T3 Tarwi marrón + Dosis 1L/ha de microorganismos beneficios MI	6	6	5	6	5	5.6	6	6	5	5	6	5.6	6	4	5	4	6	5
T4 Tarwi marrón + Sin microorganismos beneficios	5	6	6	6	6	5.8	6	6	6	6	7	6.2	6	5	4	6	6	5.4
T5 Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos beneficios MI	5	7	5	6	6	5.8	6	6	7	6	5	6	5	6	4	5	5	5
T6 Tarwi blanco + Sin microorganismos beneficios	5	5	6	5	5	5.2	6	6	6	5	6	5.8	5	6	6	5	6	5.6

Diámetro de grano

	Bloque I						Bloque II						Bloque III					
	Grano 1	Grano 2	Grano 3	Grano 4	Grano 5	Promedio	Grano 1	Grano 2	Grano 3	Grano 4	Grano 5	Promedio	Grano 1	Grano 2	Grano 3	Grano 4	Grano 5	Promedio
T1 Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos beneficios MI	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4	0.48	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.54	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.56
T2 Tarwi negro + Sin microorganismos beneficios	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.46	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.46	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.54
T3 Tarwi marrón + Dosis 1L/ha de microorganismos beneficios MI	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.54	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.64
T4 Tarwi marrón + Sin microorganismos beneficios	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.52	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.48	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.48
T5 Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos beneficios MI	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.48	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.54	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.54
T6 Tarwi blanco + Sin microorganismos beneficios	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.52	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.54

Peso de grano por planta

	Bloque I						Bloque II						Bloque III					
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Promedio	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Promedio
T1 Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos benéficos MI	85	125	90	75	75	90	105	125	115	135	90	114	70	85	55	90	75	75
T2 Tarwi negro + Sin microorganismos benéficos	90	65	110	115	115	99	90	85	110	105	125	103	80	70	100	105	90	89
T3 Tarwi marrón + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI	125	135	105	140	65	98	135	140	160	150	135	144	105	125	110	90	95	105
T4 Tarwi marrón + Sin microorganismos benéficos	80	80	110	65	75	82	105	140	130	155	160	138	110	95	75	110	70	92
T5 Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI	125	110	105	90	130	112	110	100	95	90	105	100	125	115	100	95	75	102
T6 Tarwi blanco + Sin microorganismos benéficos	105	90	85	80	110	94	140	130	120	125	100	123	95	110	95	125	115	108

Días a la maduración

	Bloque I	Bloque II	Bloque III
T1 Tarwi negro + Dosis 1 L/ha de microorganismos benéficos MI	225 Dias	225Dias	225 Dias
T2 Tarwi negro + Sin microorganismos benéficos	225 Dias	225 Dias	225 Dias
T3 Tarwi marrón + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI	225 Dias	225Dias	225 Dias
T4 Tarwi marrón + Sin microorganismos benéficos	225 Dias	225 Dias	225 Dias
T5 Tarwi blanco + Dosis 1L/ha de microorganismos benéficos MI	225Dias	225Dias	225Dias
T6 Tarwi blanco + Sin microorganismos benéficos	225 Dias	225 Dias	225 Dias

Informe de datos meteorológicos

Meses	Temperatura °C			Precipitación
	Extremos			
	Máxima	Mínima	HR°	Total, mensual
Setiembre 2020	21.1	7.6	82.7	9.5
Octubre 2020	22.5	8.1	74.8	35.2
Noviembre 2020	23.5	8.6	77.2	41.1
Diciembre 2020	21.1	9.8	93.7	83.3
Enero 2021	20.4	9.2	86.8	154.2
Febrero 2021	22.1	8.4	79.7	51
Marzo 2021	20.4	8.8	84.0	101.1
Abril 2021	20.5	8.4	83.2	10.1
				Total, pp: 485.5

Fuente: SENAMHI

Panel fotográfico de la ejecución de la tesis

Alistando la muestra para análisis de suelo



Preparación de terreno



Marcado del croquis experimental



Siembra del cultivo a investigar



Aplicación de microorganismos beneficiosos EM1



Cultivo de tarwi en inicio de floración



Formación de vainas en el cultivo de tarwi



Evaluación número de granos por vaina



Evaluación número de vainas por planta



Evaluación de altura de planta a la cosecha



Toma de muestra después de la producción de tres ecotipos de Tarwi

