UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

Anti hatun yachan wasi, iskay simi yachachiypi umalliq

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

Universidad para el Desarrollo Andino

TESIS

Evaluación del Efecto de *Bradyrhizobium*, en Rendimiento y Capacidad Simbiótica, en Dos Variedades de Tarwi (*Lupinus mutabilis*), en Buenavista - Lircay

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por:

ALFREDO RAÚL TAIPE SACHA

Asesor:

MSC. ROBERTO RODOLFO MAMANI TISNADO

Lircay – Angaraes – Huancavelica - Perú

2021

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bradyrhizobium*, EN RENDIMIENTO Y CAPACIDAD SIMBIOTICA, EN DOS VARIEDADES DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), EN BUENAVISTA - LIRCAY

Autor

ALFREDO RAÚL TAIPE SACHA

Presentado para optar el título de ingeniero agrónomo

Asesor

MSC. ROBERTO RODOLFO MAMANI TISNADO

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

Lircay – Angaraes – Huancavelica - Perú

2021

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bradyrhizobium*, EN RENDIMIENTO Y CAPACIDAD SIMBIOTICA, EN DOS VARIEDADES DE TARWI (*Lupinus mutabilis*), EN BUENAVISTA - LIRCAY

Evaluación del Efecto de *Bradyrhizobium*, en Rendimiento y Capacidad Simbiotica, en Dos Variedades de Tarwi (*lupinus mutabilis*), en Buenavista - Lircay

Alfredo Raúl Taipe Sacha

Universidad para el Desarrollo Andino

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Escuela Profesional de Ciencias Agrarias

Lircay - Angaraes - Huancavelica - Perú

Nota de Autor

Alfredo Raúl Taipe Sacha DNI N° 71941040, MSc. Roberto Rodolfo Mamani Tisnado DNI N° 01311634, con código https://orcid.org/0000-0002-6629-8167, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad para el Desarrollo Andino, Av. Ricardo Fernández N° 103, E-mail: agrotaipe@gmail.com

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ASESOR

En condición de asesor de tesis titulado **"Evaluación del efecto de *Bradyrhizobium*, en rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis*), en Buenavista – Lircay"** presentado por **Alfredo Raul Taipe Sacha**, para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, una vez revisado el contenido de tesis doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. La elaboración de tesis esta culminada en su plenitud, en tal sentido, declaro **APROBADO**.

Atentamente,

MSc. Roberto Rodolfo Mamani Tisnado

UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

TESIS

"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bradyrhizobium*, EN RENDIMIENTO Y CAPACIDAD SIMBIOTICA, EN DOS VARIEDADES DE TARWI (Lupinus mutabilis), EN BUENAVISTA – LIRCAY"

PRESENTADA A LA DIRECCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

PRESIDENTE : _____
Mg. Karla Zúñiga Chambilla

SECRETARIO : _____
Mg. Agripino Quispe Ramos

VOCAL : _____
Mg. Mario Chahuayo Quispe

ASESOR : _____
MSc. Roberto Rodolfo Mamani Tisnado

DEDICATORIA

Con mucha gratitud y cariño:

- A mi padre Raúl Taipe Mezarayme por su apoyo, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. A mi madre Serafina Sacha Mendoza por su comprensión, guiarme por un buen camino y por apoyarme en todo momento de mi vida, quienes me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.
- A mis hermanos por su inmenso y desinteresado apoyo durante mis estudios quienes aportaron en el cumplimiento de mi objetivo profesional, moral y espiritual.
- A mi esposa y a mi hijo Alonso Raúl Taipe Huamán, por los consejos que me brindaron en apoyo moral y comprensión en todo el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar AGRADESCO A DIOS por darme la vida para compartir con mi familia y amigos momentos de tristezas y alegrías, por ser guía fundamental en mi vida.
- Al Mg. Percy G. Pori Bendezú, por el apoyo del asesoramiento, conducción y culminación del presente trabajo de tesis.
- A la Mg. Karla Zúñiga Chambilla, por su completo apoyo, tiempo, generosidad y experiencia en el cultivo de tarwi durante la realización de la tesis.
- A todos los docentes de la escuela profesional de Ciencias Agrarias por haberme instruido en mi formación profesional.
- A la Dra. Nataly Taco Taype y Doris Elizabeth Zuñiga Davila por el apoyo como coasesoramiento, conducción y culminación del presente trabajo de tesis.
- Al proyecto "Contribución de la Fijación Biológica de Nitrógeno y del Biocontrol de Fitopatógenos en la Producción de Semilla Elite de Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet) para Beneficio de los Pequeños Agricultores de la Provincia de Carhuáz-Áncash" proyecto 079-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV por la gran contribución del inoculante *Bradyrizobium.*
- A la Universidad Nacional Agraria la Molina, en especial al Laboratorio de análisis de Suelos y Plantas, en contribución de los resultados de Análisis de Suelo y Caracterización más micro elementos.

ÍNDICE

DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTOS vii
INDICE viii
INDICE TABLAS xii
INDICE FIGURAS xiv
RESUMEN xv
ABSTRACT xvi
CHINTIY xvii
CAPÍTULO I 1
INTRODUCCIÓN 1
1.1 Situación del problema 4
1.2 Formulación del Problema 4
1.2.1 Problema general 4
1.2.2 Problemas específicos 4
1.3 Fundamentación teórica 5
1.4 Fundamentación practica 5
1.5 Objetivos de Investigación 5
1.5.1 Objetivo general 5
1.5.2 Objetivos específicos 6
1.6 Hipótesis general 6
1.7 Hipótesis específicos 6
CAPÍTULO II 7
MARCO TEÓRICO 7
2.1 Marco teórico 7
2.1.1 Origen del tarwi 7
2.1.2 Clasificación taxonómica del tarwi 8
2.1.3 Citología y citogenética 8
2.1.4 Características morfológicas del tarwi 8
2.1.5 Fases fenológicas del tarwi 11
2.1.6 Ciclo vegetativo 12

2.1.7 Valor nutricional 12
2.1.8 Alcaloides 13
2.1.9 Exigencias climáticas y edáficas 13
2.1.10 Componentes del rendimiento 15
2.1.12 Inoculación de leguminosas con Rhizobium lupini 16
2.1.13 Inoculación 17
2.1.14 Tipos de inoculantes 17
2.1.15 Tipos de Rhizobium 18
2.1.16 Variedades de Tarwi 18
2.1.17 Variedades de semilla sembrada por los productores en Perú 19
2.1.18 Estadística de producción de Tarwi 2000-2012 19
2.1.19 Genero Rhizobium sp 20
2.1.20 Clasificación taxonómica del genero Rhizobium 21
2.1.21 Bacteria rizobia 21
2.1.22 Simbiosis Rhizobium – leguminosas 21
2.1.23 Genes involucrados en la simbiosis 23
2.1.24 Colonización de la rizósfera 23
2.1.25 Formación del nódulo 23
2.1.26 Color de nódulos 24
2.1.27 Factores en la nodulación y la fijación simbiótica de nitrógeno 24
2.2 Antecedentes de la investigación 26
2.2.1 Antecedentes internacionales 26
2.2.2 Antecedentes nacionales 27
2.3 Revisión de literatura 29
2.3.1 Precipitación 29
2.3.2 Heladas 29
2.3.3 Agricultura 29

2.3.4 Densidad 30
2.3.5 Producción 30
2.3.6 Incremento en la producción agrícola 30
2.3.7 Costos de la producción 30
2.3.8 Capacidad productiva 31
2.3.9 Inoculación 31
CAPÍTULO III 32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 32
3.1 Tipo de investigación 32
3.2 Matriz de consistencia 33
3.2.1 Matriz de consistencia 33
3.2.2 Operacionalizacion de variables 34
3.3 Nivel de investigación 35
3.4 Diseño de la investigación 35
3.5 Población y muestra 35
3.5.1 Descripción de la población 35
3.5.2 Selección de muestra 35
3.6 Recolección de datos 35
3.6.1 Aplicación de instrumentos de evaluación, tabulación y procesamiento 35
3.7 Analisis y caracterizacion del suelo 35
3.8 Características y croquis del área experimental 36
3.9 Instalación y manejo del experimento 37
3.9.1 Preparación del terreno, demarcación y trazado 37
3.9.2 Preparación de la semilla y siembra 37
3.9.3 Abonamiento 38
3.9.4 Deshierbo 38
3.9.5 Riegos 38
3.9.6 Control fitosanitario 38

CAPÍTULO IV 39
RESULTADOS 39
4.1 Porcentaje de emergencia 39
4.2 Altura de la planta a los 60 dds 40
4.3 Altura de la planta a los 120 dds 42
4.5 Días a la madurez de cosecha 46
4.6 Longitud de vainas 48
4.7 Número de vainas del eje central 50
4.8 Número de vaina del eje lateral 52
4.9 Peso de 100 semillas 54
4.10 Peso de semilla por planta 56
1.11 Rendimiento de grano (kg/ha) 58
1.12 Peso fresco de follaje por planta 60
4.11 Peso fresco de raíz con nódulos 62
CAPÍTULO V 64
CONCLUSIONES 64
CAPÍTULO VI 66
RECOMENDACIONES 66
BIBLIOGRAFÍA 67
ANEXOS 72
ANEXO A: Datos de evaluación de emergencia y altura de planta a los 60 120 dds 73
ANEXO B: Datos de evaluación de floración, longitud de vaina y número vaina 74
ANEXO C: Datos de evaluación de vainas, madurez de grano y peso de 100 semillas 75
ANEXO D: Datos de evaluación de grano, raíz con nódulos y peso de follaje 76
ANEXO E: Preparación del terreno 77
ANEXO F: Semilla inoculada con Bradyrhizubium. 78
ANEXO G: Siembra de tarwi 79
ANEXO H: Evaluación de altura de planta a los 60 dds. 80
ANEXO I: Evaluación de paso de follaje por planta. 81

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. *componente nutricional del tarwi*.....14

Tabla 2. *Grupos de inoculacion cruzada y asociacion de rhizobium* 19

Tabla 3. *Variedades de tarwi en el Perú* 19

Tabla 4. *Superficie Sembrada, Cosechada y Producciónde*l Tarwi desde *en el Perú* ..20

Tabla 5. *Matriz de consistencia*……...34

Tabla 6. *Operacionalizacion de variables*……..…35

Tabla 7.*Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas a (a =0.05).* 39

Tabla 8. *Análisis de varianza de altura de plantas, a los 60 dds)*.....40

Tabla 9.*Prueba de Tukey para la comparación de promedios de altura de plantas*. 41

Tabla 10. *Análisis de varianza de altura de plantas, a los 120 dds*.....42

Tabla 11. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de altura de plantas*. .43

Tabla 12.*Análisis de varianza de días a la floración* 44

Tabla 13. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de días a la floración.*45

Tabla 14. *Análisis de varianza de días a la madurez de cosecha* 46

Tabla 15. *Prueba de tukey para laq comparacion de promedios de dias a la madurez.*48

Tabla 16. *Análisis de varianza de longitud de vaina*.....48

Tabla 17. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de longitud de vaina*..49

Tabla 18. *Análisis de varianza de numero de vainas del eje central* 50

Tabla 19. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios*.....51

Tabla 20. *Análisis de varianza de numero de vainas del eje lateral*.....52

Tabla 21. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios*.....53

Tabla 22. *Análisis de varianza de peso de 100 semillas* 54

Tabla 23. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de 100 semillas*.....55

Tabla 24. *Análisis de varianza de peso de semillas de semilla por planta* 56

Tabla 25. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de peso de semilla*. 57

Tabla 26. *Análisis de varianza de rendimiento de grano kg/ha*.....58

Tabla 27. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios de redimiento* 59

Tabla 28. *Análisis de varianza de peso fresco de follaje por planta*.....60

Tabla 29. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios*.....61

Tabla 30. *Análisis de varianza de peso fresco de raíz con nódulos* 62

Tabla 31. *Prueba de Tukey para la comparación de promedios*.....63

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Fases fenológicas del tarwi. 12

Figura 2. Analisis y caracterizacion del suelo 36

RESUMEN

La presente investigación se instaló en la comunidad Buenavista, distrito de Lircay, provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica. La fecha de siembra del cultivo se realizó el 19 de noviembre del 2019 y se cosechó en julio del 2020, el diseño bajo el cual se instaló fue Bloques Completamente ramdomizado con arreglo factorial, con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando una área experimental de 192 m², el método de investigación es de tipo cuantitativo. El objetivo general fue de evaluar el efecto del *Bradyrizobium* en rendimiento y capacidad simbiótica de dos variedades de tarwi. En los resultados se realizó el análisis de variancia a un nivel de confianza de α=0.05, y para la prueba de comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significación de α=0.05. Como resultado del componente de rendimiento si se encontró significancia estadística para el rendimiento de grano de las variedades de tarwi evaluadas, La variedad Altagracia inoculada, ocupó el mayor rendimiento con 2400 kg/ha mientras que los testigo obtuvo 1720 kg./ha. En cuanto a las variables evaluadas que resultaron con alta significación estadística fueron: altura de planta a los 120 dds, días a la floración, días a la madurez, longitud de vaina, numero de vainas del eje central, Numero de vainas del eje lateral, peso de 100 semillas y peso de grano por planta. La variedad Yunguyo fue la más precoz en la floración como en los días a la madurez con 124 y 238 días, respectivamente un carácter muy importante para las condiciones actuales de la zona. Con respecto al variable de capacidad simbiótica, así como en el peso fresco del follaje, peso fresco de raíz con nódulos, si existe diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que el *Bradyrizobium* tiene efecto en la producción.

Palabras claves: inoculo, *bradyrizobium*, evaluación y rendimiento

ABSTRACT

This investigation was carried out in the Buenavista community, Lircay district, Angaraes province, Huancavelica Department. The sowing date of the crop was made on November 19, 2019 and was harvested in July 2020, the design under which it was installed was Fully branched blocks with factorial arrangement, with 4 treatments and four repetitions, using an experimental area of 192 m². The general objective was to evaluate the effect of Bradyrizobium on yield and symbiotic capacity of two varieties of tarwi. In the results, the variance analysis was performed at a confidence level of $\alpha = 0.05$, and for the test of comparison of means of the treatments the Tukey test was used with a significance level of $\alpha = 0.05$. As a result of the yield component, statistical significance was found for the grain yield of the evaluated tarwi varieties. The inoculated Altagracia variety had the highest yield with 2400 kg / ha while the controls obtained 1720 kg./ha. Regarding the variables evaluated that were highly statistically significant were: plant height at 120 da, days to flowering, days to maturity, pod length, number of central axis pods, Number of lateral axis pods, weight of 100 seeds and weight of grain per plant. The Yunguyo variety was the earliest both in flowering and days to maturity with 124 and 238 days, respectively, a very important character for the current conditions of the area. Regarding the variable of symbiotic capacity, as well as the fresh weight of the foliage, fresh weight of the root with nodules, if there is a highly significant statistical difference, which indicates that Bradyrizobium has an effect on production.

Key words: inoculum, bradyrizobium, evaluation and yield

CHINTIY

Kay maskariyqa rurasqa karqa Buenavista llaqtapi, Lircay suyupi, provincia Angaraes, departamento Huankawillca llaqtapi. Chonka isquniyuq punchaupim tarpusqa karqa kay kausay tarwi iskay waranqa chonka isqunniyoq watapi, Kaymi rurasqa karqa kay diseñoman hina Bloques Completamente ramdomizado con arreglo factorialwan. Kay atun kaq objetivom karqa kaypi qawana karqa efecto Bradyrizobium imayna wiñaynintakay iskay kaq variedad tarwipi. Kay tukuyninpim midisqa karqa kay análisis de varianzawan α=0.05. Ruruyninpim tarikurqa kay altamente sigficativo nisqanta allin ruruyninpi kay variedad Altagracia inoculawam tarpusqa 2400kg/ha, mana inoculowan tarpusganataq asllata rururqa 1720 kg/ha. Plantapa sayaninpas 120 dds, waytayninpas,rurupa chakiyninpas, rurupa yayaninpas, ruru achka kaynipas llusirqa altamente significativo nisqanmi. Kay variedad Yunguyo mas apurawman waytarqa chaynallataq rururqorqa ratulla 124 238 punchawpi. Kay resultadoman hinam qawarisqa karqa kay *Bradyrizobium* allinta kawsata ruruchirqa.

Simi rimay kicha: Churay, Bradyrizobium, Qaway.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tarwi *(Lupinus mutabilis* L.), es una planta anual, familia de las leguminosas originaria de los Andes Centrales, fue desatendido en su cultivo, difusión, investigación y como en su consumo en el ámbito local y nacional. Tiene un alto valor nutritivo señalándose índices de 42.2% de proteína en grano seco y un 20% en aceite en sus granos Gross (1982). Por su adaptación a zonas altas, frías se cultivan hasta 4,000 msnm., el contenido de los alcaloides en las semillas puede ser utilizado para el control de parásitos intestinales de los ganados ovinos, además por ser una leguminosa, tiene capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, por lo tanto, es adecuado para rotación de cultivos y es empleado como abono verde, es sabido que se la sigue produciendo y consumiendo a nivel nacional. En los últimos años según el reporte de Ministerio de Agricultura, 2012 la superficie cultivada de tarwi para grano es 9657 hectáreas con rendimientos de hasta 1216 kg/ ha, esto hace suponer que este cultivo va en continuo crecimiento.

a pesar de que se viene cultivando desde muchos años atrás y es necesario buscar variedades que se adapten a las condiciones medio ambientales que van a ser cultivadas, para así seleccionar variedades con mejores características agronómicas y de mayor rendimiento, de esta manera, contribuir a mejorar los niveles de producción e ingresos económicos de los agricultores de la zona. En la actualidad, el cultivo de tarwi es de importancia económica para los agricultores, de las distintas comunidades, donde cada año agrícola se viene incrementando la superficie cultivada, debido a la demanda del grano en el mercado local, significando una fuente de ingresos para las familias campesinas.

El presente trabajo de investigación contiene información sobre los parámetros de rendimiento de 2 variedades inoculadas de tarwi, porcentaje de emergencia, altura de la

planta, longitud de vaina, días a la floración, días a la madurez de cosecha, número de vainas por inflorescencias, peso fresco de follaje por planta, peso fresco de raíz con nódulos, peso de 100 granos y peso de grano por planta rendimiento en grano seco.

Además, es de gran importancia mencionar la capacidad que tiene esta leguminosa para fijar nitrógeno atmosférico en cantidades considerables, por ello es bueno para realizar rotación de cultivos en las zonas andinas restituyendo la fertilidad del suelo y evitar que este cultivo se vaya perdiendo con el pasar del tiempo e incentivar a la producción de esta leguminosa alimenticia.

Es así como se empezó a realizar esta investigación con el asesoramiento de docentes de la Universidad para el Desarrollo Andino, ha planificado el estudio de dos variedades de tarwi con inoculación de *Bradyrhizubium* de diferente origen en condiciones de sierra norte con los objetivos siguientes:

- Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes biométricos de dos variedades de tarwi, en Lircay-Huancavelica.
- Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes de rendimiento de dos variedades de tarwi, en Lircay-Huancavelica.
- Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en capacidad simbiótica de dos variedades de tarwi, en Lircay-Huancavelica.

Para una presentación didáctica de la presente investigación, se ha organizado en seis capítulos: Capítulo I**,** denominado introducción, con información relevante del estudio como; situación del problema, formulación del problema, fundamentación teórica, fundamentación práctica, objetivos y finalmente las hipótesis; Capítulo II**,** denominado marco teórico o estado de arte, donde se detalla los antecedentes de esta investigación y se establece las bases teóricas- conceptuales del estudio; Capítulo III, denominado metodología de la investigación, donde de detalla, el tipo de investigación, matriz de

consistencia, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra y recolección de datos; Capítulo IV, denominado análisis de los resultados, donde precisamente, se realiza el análisis e interpretación de los resultados; Capítulo V, con las conclusiones del estudio y finalmente el capítulo VI, con las recomendaciones del trabajo de investigación.

1.1 Situación del problema

En el Perú, el tarwi como producto de los andes, no es apreciado, debido a la falta de información y promoción de las virtudes nutritivas y medicinales que en los últimos años ya se viene difundiendo, como alternativa para la economía campesina, prevenir la anemia y la desnutrición en nuestra región. Además, cabe resaltar que el cultivo de tarwi posee un alto valor nutritivo y está catalogado por las investigaciones como un alimento sano, reconstituyente con buen contenido de proteínas y excelente para el consumo de la población con desnutrición, tales como: mujeres en gestación, madres lactantes, niños y población en general. Por ello, es importante impulsar la producción de este cultivo generando un valor agregado y promocionando el producto para mejorar las condiciones de vida de los productores, a través de su consumo y comercialización.

Sin embargo, a pesar de las bondades que tiene el cultivo de tarwi, resulta insuficiente el apoyo brindado por el sector público y privado, respecto a los trabajos de investigación e incremento de los rendimientos, de este producto originario, que está en riesgo de extinción, debido a la falta de un impulso del sector agrícola para mejorar sus condiciones de producción, generación de valor agregado y promoción del producto en el mercado interno y externo.

Es así, que surge el presente estudio de evaluación del efecto de *Bradyrhizobium*, en los componentes biométricos y de rendimiento, en dos variedades de tarwi, en condiciones de Lircay Huancavelica.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de Bradyr*hizobium* en, rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi, en Buenavista- Lircay?

1.2.2 Problemas específicos

a) ¿Cuál es el efecto de *Bradyrhizobium,* en rendimiento, en dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay?
b) ¿Cuál es el efecto de *Bradyrhizobium* en la capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay?

1.3 Fundamentación teórica

La producción y la demanda de Tarwi son poco investigados, por ende es necesario conocer las virtudes de este producto en cuanto a nutrientes, como alimentos alternativo para las familias en Perú y en el resto del mundo.

Uno de las prioridades trazadas para el cambio del Modelo Nacional del Desarrollo Rural es consolidar la seguridad alimentaria, hasta ahora no se ha observado cambios importantes en la forma de abastecimiento alimentario ni un verdadero impulso agrario integral y genuino que rescate y valore los alimentos nacionales. La producción de alimentos nativos ha cobrado importancia pero la información existente sobre la misma ha tenido escasa repercusión en las decisiones del gobierno departamental y local. Por cuanto considero realizar la presente investigación tomando en cuenta que en nuestro país no se ha asegurado la importancia de los cultivos nativos de valor nutricional, ni se garantiza precios seguros tanto para el productor como consumidor. La teoría de la demanda y la producción permitirá explicar los aspectos que influyen en el consumo y los precios del tarwi. (Echavarria, 2015)

1.4 Fundamentación practica

Ayudará a obtener mayores ingresos por ende amortigua la pobreza latente en la comunidad. Actualmente se debe buscar otras oportunidades de producción a la tradicional, el tarwi es un no de ellos, el cual tendrá un efecto directo en los hogares de los campesinos productores.

El tarwi supera a las otras leguminosas importantes en algunos nutriente, es más considerable en el contenido y calidad de sus proteínas y aminoácidos esenciales. El verdadero valor del tarwi puede ser un alimento sustituto a otros y también complemento de ellos para que alcancen una valía nutricional. El tarwi a comparación de otros alimentos es cultivado en menor superficie, pero en los últimos años el campesino ha hecho un esfuerzo para incrementar los volúmenes de producción a pesar de una serie de dificultades, este esfuerzo no ha colmado las expectativas de los productores. (Echavarria, 2015)

1.5 Objetivos de Investigación

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium*, en rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium*, en rendimiento de dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay.

b) Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en capacidad simbiótica de dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay.

1.6 Hipótesis general

La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay

1.7 Hipótesis específicos

a) La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en rendimiento, de las dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay.

b) La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en la capacidad simbiótica, de las dos variedades de tarwi, en Buenavista - Lircay.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

2.1.1 Origen del tarwi

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa que fue domesticada por los pobladores andinos mucho antes del advenimiento del Imperio Incaico; el tarwi es oriundo de Los Andes. Sin embargo, no se conoce a ciencia cierta el origen (el lugar específico) de dicho cultivo. Dado que hasta el presente se ignora la existencia de escritura en el área sudamericana de la cultura precolombina, "…nuestros datos históricos sobre el tarwi se basan en testimonios arqueológicos, tradiciones folklóricas y de costumbres, transmisiones orales y otras referencias indirecta. Como cita Atunes de Mayolo se han encontrado restos de semillas de tarwi, en su descripción de la semilla, le atribuyó 5 a 7mm de largo, 4 a 5 mm de ancho, color negro y un contenido proteínico de 42%. En Sudamérica, a diferencia de las culturas europeas, la proteína animal desempeñaba un rol secundario, debido a razones ecológicas. La población nativa de aquel tiempo consumía en gran medida alimentos vegetales el tarwi es una leguminosa originaria de la zona andina, aunque no se conoce a ciencia cierta el origen exacto, debido a la inexistencia de escritura en el área Sudamérica de la cultura precolombina. (Guzmán, 1999)

Según Rodríguez (2003), manifiesta que es de origen sudamericano y fue mejorado y cultivado por la civilización Incaica. Actualmente continúa su cultivo a nivel comercial en Perú, Ecuador y Bolivia y a nivel experimental en otros países sudamericanos y europeos como así también en Nueva Zelanda. No se cuenta con mucha información sobre esta especie ya que los cultivos se hacen a nivel pequeño productor y todavía no se desarrollaron gran cantidad de variedades mejoradas.

Según Lescano (1994), indica que se ha encontrado pequeñas áreas en el Estado de Táchira (Venezuela), volviendo aparecer su cultivo en el departamento de Pasto (Colombia), hasta el altiplano boliviano (Potosí). Es un cultivo donde la mayor variabilidad genética se encuentra en los valles interandinos del Perú.

2.1.2 Clasificación taxonómica del tarwi

Según Mujica (2006), menciona que, el tarwi es una planta de la familia fabaceae, género lupinus. El género lupinus es el principal dentro de la familia fabaceae y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 300 especies.

La clasificación de la especie en estudio se muestra a continuación:

Reyno	:	Vegetal
División	:	Fanerógamas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub clase	:	Arquiclamideas
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Tribu	:	Genisteas
Genero	:	*Lupinus*
Especie	:	*Lupinus mutabilisSweet*

2.1.3 Citología y citogenética

Según, Marmolejo y Suasnabar (2010), reportan que, el número cromosómico de las especies de Tarwi son:

- *Lupinus mutabilis Sweet* :2n= 48
- *Lupinus albus* :2n= 50
- *Lupinus angustifolius* :2n= 40,48
- *Lupinus pilosus* :2n= 40, 42

2.1.4 Características morfológicas del tarwi

a) Hoja

Es de forma digitada, generalmente compuesta por ocho foliolos que varían entre ovalados a lanceolados. En la base del peciolo existen pequeñas hojas estipulares, muchas veces rudimentarias. El color de las hojas puede variar de amarillo verdoso a verde oscuro, dependiendo del contenido de antocianina. (Rodríguez, 2009)

Las hojas presentan peciolos largos de 4-8 cm. de longitud y finalmente las hojas de *Lupinus mutabilis Sweet* se diferencia de las otras especies de Lupinus por no presentar vellosidades. (Chincheros, 1996)

b) Tallo y ramificaciones

Según Cuna (2011), la altura de la planta está determinada por el eje principal que varía entre 0,5 a 2,00 metros, el tallo de tarwi es generalmente cilíndrico y leñoso. El color del tallo oscila entre verde oscuro a castaño. Según el tipo de ramificaciones la planta puede ser de eje central predominante con ramas desde la mitad de la planta, tipo candelabro o ramas terminales; o de una ramificación desde la base con inflorescencia a la misma altura.

Su alto contenido de fibra y celulosa, hace que se lo emplee como material de combustión, Sin embargó podría permitir un proceso de industrialización, el color del tallo en las especies silvestres es rojizo a morado oscuro. El número de ramas varía desde unas pocas hasta 52 ramas, el número de vainas y de ramas fructíferas tiene correlación positiva con una alta producción. (Rodríguez, 2009)

c) Flor e inflorescencia

El tarwi pertenece a la subfamilia Papilionoideas, en la cual la flor presenta una corola grande de 1 a 2 centímetros, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas. Según el tipo de ramificación que presenta la planta puede tener hasta 3 floraciones sucesivas; en una sola planta pueden existir hasta 1.000 flores, tardando de 101 a 164 días para florecer. La coloración de la flor varía entre el inicio de su formación hasta la maduración, de un azul claro a uno muy intenso, de allí se origina su nombre científico mutabilis, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuentes son los tonos blancos, crema, rosado y amarillo. (Cuna 2011)

La inflorescencia es racemosa terminal con varios verticilios florales, mayor en longitud en el eje principal que disminuye en las laterales, cada una de 5 flores, las cuales tienen colores que varían por las antocianinas y flavonas que contenga la planta. La corola está formada por cinco pétalos, la quilla envuelve

al pistilo y a los diez estambres monadelfos, las anteras son de dos tamaños dispuestas en forma alternada. El estilo de la flor es encorvado y el cáliz presenta un borde dentado y pubescente. (López, 2013)

d) Fruto y semilla

El fruto es una legumbre pubescente, indehiscente en las diferentes variedades de tarwi cultivadas y con cierta dehiscencia en las semicultivadas y silvestres, de forma elíptica u oblonga da, con cerca de 130 vainas por planta, cada fruto contiene de 5 a 12 semillas dependiendo del genotipo. Una vaina varía de 5 a 12 centímetros de largo y puede ser de forma redonda, ovalada a casi cuadrangular, de tegumento endurecido. Un kilogramo tiene entre 3.500 a 5.000 semillas. (Cuna, 2011)

La semilla lenticular de 8 a 10 milímetros de largo y 6 a 8 milímetros de ancho es de color variable: blanco, negro, pardo, gris, amarillo, incluyendo ocre, castaño, marrón y colores combinados como marmoleados, media luna, ceja y salpicado. La genética en la herencia del color de la semilla es bastante compleja y existen genes tanto para el color principal, como para cada una de las combinaciones. (Rodríguez, 2009)

e) Raíz y nódulos.

Raíz pivotante con eje principal grueso alcanza hasta 3 metros de profundidad; las raíces secundarias tienen nódulos simbióticos con bacterias del género Rhizobium. En la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de variados tamaños (1 a 3 cm). En suelos con presencia de bacterias, la formación de nódulos se inicia a partir del quinto día después de la germinación, los nódulos pueden alcanzar un diámetro hasta de 3 cm; se localizan principalmente en la raíz primaria, por encima de la ramificación radicular, e incluso en las raíces secundarias. (Rodríguez, 2009)

2.1.5 Fases fenológicas del tarwi

Según Rodríguez y Cuna (2011), las diferentes fases fenológicas del tarwi son:

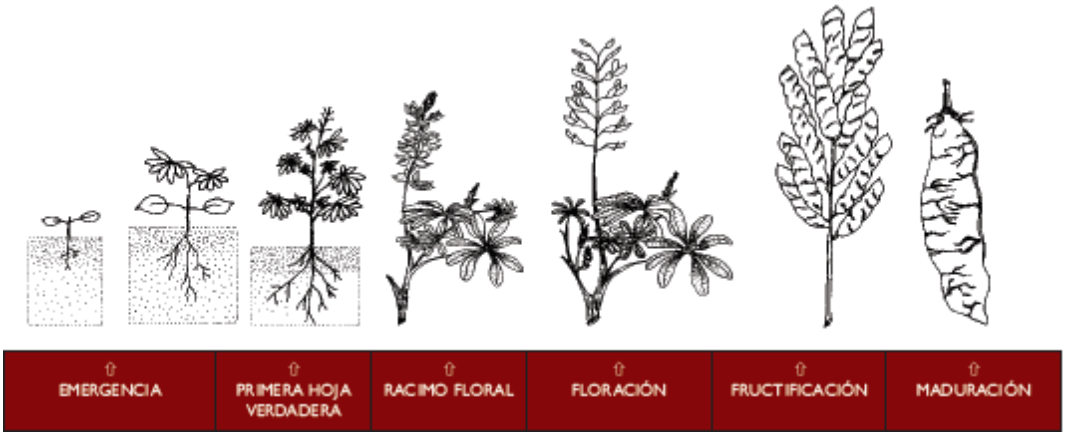


Figura 1. Fases fenológicas del tarwi.

Fuente: (Cuna, 2011)

a) **Emergencia:** Cuando las plantas emergen del suelo muestran sus dos hojas (cotiledones) extendidas. Esta fase ocurre entre los 15 a 20 días después de la siembra.

b) **Primeras hojas verdaderas del epicotilo:** La fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse completamente, ocurre entre los 25 a 30 días después de la siembra.

c) **Formación del racimo del eje central, del brote terminal:** Aparece el primer racimo floral, el cual coincide con la ramificación tricotómica y las plántulas tienen de 4 a 5 hojas.

d) **Floración:** Se abre la primera flor del racimo del tallo central, esto ocurre entre los 80 a 120 días después de la siembra, esta fase es susceptible a la granizada.

e) **Envainado:** Se inicia cuando la corola de la primera flor, se marchita y aparece la primera vainita, teniendo la forma característica de uña de gato.

f) **Madurez fisiológica:** En esta fase las vainas se descolocan y se secan completamente.

2.1.6 Ciclo vegetativo

Este ciclo dura de 150 a 280 días, dependiendo del ecotipo y la maduración del eje central y/o de las demás ramas secundarias. El ciclo vegetativo del ecotipo Carabuco es de 255 días, según su madurez fisiológica. (Cuna, 2011)

2.1.7 Valor nutricional

El valor nutritivo es muy importante en esta leguminosa, donde el tarwi es rico en proteínas y grasas razón por la cual debería ser más utilizado en la alimentación humana y su contenido proteico es incluso superior al de la soya (cuadro 02), por ello la proteína del tarwi es una excelente opción para sustituir o reducir el consumo de proteína animal y evitar así los problemas de salud. El calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar), el consumo de tarwi nos provee de 77.5 mg del calcio total que necesita nuestro organismo diariamente, y este elemento es de vital importancia, cuya función es la construcción de los huesos. (Camarena, 2012)

El Tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa que tiene un alto contenido de alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se le consume directamente sin extraer los alcaloides. Las semillas son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41 a 51% y el aceite de 14 a 24%. En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite. La proteína del tarwi contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina, pero tiene únicamente 23 a 30% de la metionina requerida para el óptimo crecimiento de los animales. El aceite de tarwi es de color claro lo cual lo hace aceptable para el uso doméstico. (Tapia, 2011)

Según Instituto Nacional de Laboratorio de Salud (INLASA, 2014)…, es similar al aceite de maní y es relativamente rico en ácidos grasos no saturados, incluyendo el ácido linoleico. El contenido de fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales.

Tabla 1

Componente nutricional del tarwi

COMPONENTE	TARWI	SOYA
Proteína	44.3	33.4
Grasa	16.5	16.4
Carbohidratos	28.2	35.5
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	3.3	5.2
Humedad	7.7	9.2

Fuente: (Gross, 1988)

2.1.8 Alcaloides

La presencia de alcaloides en el Tarwi, que son tóxicos y dan sabor extremadamente amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado. Se considera que un contenido de 0.02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humana. (Tapia, 2007)

Según Cerrate (1981), menciona que el contenido de alcaloide en el grano están en una proporción del 0.09 a 4.45%, afortunadamente esos alcaloides (asparteína, lupanina) son hidrosolubles.

2.1.9 Exigencias climáticas y edáficas

a) Requerimiento de clima

Los requerimientos de precipitación son de 400 a 800 milímetros, además, la planta es susceptible a heladas tardías (mes de septiembre, cuando está en fase de emergencia), y heladas tempranas entre los meses de abril y mayo, cuando la planta está en plena formación de vainas de ramas secundarias. (Cuna, 2011)

b) Temperatura

La temperatura óptima diurna es de 20 a 25°C y la temperatura nocturna que favorece la formación de los aceites en un 20% oscila entre 8ºC a 14ºC. Durante la formación de granos, después de la primera y segunda floración, el tarwi es tolerante a las heladas, así como a periodos de sequía prolongados, cualidades que hacen que la semilla tenga mejores condiciones de adaptación respecto a los

efectos del cambio climático, lo que permitirá reducir sus vulnerabilidades al cambio climático y su variabilidad. (Cuna, 2011)

c) Suelo

El tarwi es una planta herbácea anual que se adapta a diferentes tipos de suelos, siendo los apropiados los arenosos y franco arenosos, con balance adecuado de nutrientes y buen drenaje. Se adapta en suelos con pH de 5.5 a 7.6. (Tapia, 2000)

El cultivo de tarwi, no es exigente en cuanto a requerimiento de suelos, aspecto que permite una mejor adaptación de la semilla a terrenos poco fértiles, lo que le da la rusticidad necesaria para enfrentar el cambio climático. En este escenario, la siembra se debe efectuar en suelos que no sean arcillosos, tampoco muy húmedos, que tengan buen drenaje, para evitar el encharcamiento de agua durante su ciclo vegetativo, además el terreno a elegir, no debe utilizarse para sembrar otro tipo de leguminosas (haba o arveja) en los últimos 2 a 3 años, ya que el tarwi aporta nitrógeno al suelo mediante los nódulos de la raíz. (Cuna, 2011)

d) Preparación del terreno

Esta labor se ejecuta con chaquitaclla o yunta, según el tipo de suelo y rotación; en la altura se practica una labranza mínima, justificable por el poco desarrollo de malezas y por la prioridad dada a la conservación de la humedad del suelo. (Cuna, 2011)

e) Siembra, época y densidad

La siembra es de mucha importancia ya que desde ahí se ve el éxito de una buena cosecha. La siembra se efectúa en condiciones generalmente de lluvia, en forma tradicional, en parcelas muy pequeñas y aisladas.

La siembra se realiza al voleo, sin embargo puede ser en surcos (0.50m – 0.60 m), o en golpes sin remoción del suelo en lo que se podría llamar siembra directa o sin voleo del terreno. Los mejores rendimientos se obtienen con el método de surcos, en el que se emplea entre 60 – 80 kg /ha de semilla. (Tapia, 2007)

f) Cantidad de semilla

La densidad de siembra varía según los tipos de granos y sus tamaños, pero se reduce en general con el uso de semilla seleccionada y de buen poder germinativo. Los tipos de siembra varían: al voleo, en líneas y por golpe. (Tapia, 2007)

g) Ecotipos

Los ecotipos procedentes de diferentes regiones evaluados en condiciones de Marcará, Ancash (2700 msnm), Jauja en Junín Valle del Mantaro (3250msnm) nos muestran que la altitud influye en el periodo vegetativo del cultivo, así mismo la distribución de las lluvias en el cultivo. Los ecotipos del norte se comportan como tardíos y los del sur son de porte más bajo y precoces. (INLASA, 2014)

El tipo del crecimiento del tallo es muy variable aún dentro de cada ecotipo evaluado siendo mayor los no prominentes, la arquitectura de la planta varía entre semierecto a semiabierto. Las plantas tienen tallos mayormente herbáceos y otras son arbustivas. El número de vainas por planta fue mayor en condiciones de Marcará (28-92), IRD Jauja (22-78) y en Otuzco (24-36). (INLASA, 2014)

2.1.10 Componentes del rendimiento

En el tarwi, se pueden observar dos características principales que inducen al alto rendimiento de esta especie, las cuales se consideran como componentes principales de rendimiento, estos se precisan a continuación:

- **Peso de 100 semillas.** Se determinó para cada tratamiento, tomando al azar 100 semillas, las que fueron pesadas en una balanza de precisión y se expresa en (g).
- **Peso de semilla por planta.** Se determina para cada tratamiento el peso de la semilla de una planta. (Aguilar, 2015)

2.1.11 Componentes biométricos

Para determinar este factor se consideran varios componentes:

- **Altura de planta.** Después de la floración (la planta alcanza su máximo crecimiento), se estima midiendo con una regla graduada el tamaño

aproximado de la altura de planta, se efectúa en diez plantas al azar de cada entrada, se expresa en metros (m).

- **Longitud de vainas.** Fueron tomados en plena maduración, se estima midiendo con una regla graduada de las vainas de una muestra al azar de 10 plantas de cada tratamiento en centímetros.
- **Número de vainas del eje central.** Los datos registrados de número de vainas de eje central fueron tomados en plena maduración, de una muestra al azar de 10 plantas de cada tratamiento.
- **Numero de vainas de eje lateral.** Fueron tomados en plena maduración, de los ejes laterales de una muestra al azar de 10 plantas de cada tratamiento.
- **Numero de grano por vaina.** Promedio de 10 vainas tomadas al azar.
- **Diámetro de grano.** Se estima midiendo con una regla graduada el diámetro promedio de los granos, se expresa en milímetros mm. (Aguilar, 2015)

2.1.12 Inoculación de leguminosas con Rhizobium lupini

La producción agrícola basada en leguminosas es fundamental para la alimentación humana, especialmente si es en equilibrio con el ambiente. Por ello la interacción natural de estas plantas con una bacteria del suelo a nivel de la raíz, es ecológicamente importante, como medida para evitar el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados que deterioran el suelo y contaminan el ambiente. El objetivo de esta revisión es analizar brevemente parte de la información sobre el potencial de la bacteria del género *Rhizobium sp*. Para fijar N2, en simbiosis con leguminosas, para emplearse en la producción sustentable de esta planta. Esta bacteria del suelo pertenece a la familia *Rhizobiacea sp* con tres géneros *Rhizobium sp*, *Bradyrhizobuim sp* y *Azorhizobium sp,* clasificados según su capacidad para nodular leguminosa, divididas en tres subfamilias Caesalpinoidea, Mimosoidea y la Papilionoidea en cada una el patrón de la nodulación es diferente. (Castro, 2012)

La fijación biológica del N2, solo se observa cuando la bacteria reconoce a su hospedero, lo infecta a través de los pelos radicales para que en la matriz de las células corticales induzca una meiosis y mitosis acelerada que da lugar a un tejido hipetrofiado: El nódulo en el sistema radical de la leguminosa para

entonces Rhizobium ha perdido su pared celular y se ha transformado en un bacteroide, mientras que por la enzima llamada nitrogenasa fija el N2 y lo convierte en amonio, que luego transfiere al ribosoma vegetal para la síntesis de proteínas vegetales; simultáneamente por la fotosíntesis la leguminosa reduce el C02 en carbohidratos que servirán como fuente de carbono y energía para Rhizobium, y con ella al aumentar la reserva de la glucosa mantenerlo activo en el nódulo hasta cubrir las necesidades de N de la planta. (Castro, 2012)

2.1.13 Inoculación

Según Espinoza (2010), la inoculación se define como la adición de rizobias eficaces a las semillas de las leguminosas antes de sembrarlas, con el propósito u objeto de promover o proporcionar la fijación de nitrógeno mediante simbiosis con Rhizobium, que permita formar suficientes nódulos para asegurar suficiente fijación de nitrógeno y así obtener la máxima producción del cultivo. La inoculación de semillas de leguminosas se hace con el objeto de proporcionar un aislamiento de rizobia que permita formar suficientes nódulos para asegurar suficiente fijación de nitrógeno atmosférico y así obtener la máxima productividad de la planta.

A pesar de que la rizobia es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente su población es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien cuando las rizobias nativas no fijan cantidades suficientes de N2 para las leguminosas es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del N2. (Castro, 2012)

2.1.14 Tipos de inoculantes

Según Castro (2012), indica que si existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar de que desde 1880, los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso control de calidad de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada.

2.1.15 Tipos de Rhizobium

Tabla 2

Grupos de inoculación cruzada y asociaciones de Rhizobium – leguminosa

Grupo de Inoculación cruzada	Especies de Rhizobium	Leguminosa incluida
Grupo de alfalfa	*R. meliloti*	Alfalfa Trebol dulce Alholva
Grupo del trébol	*R. leguminosarum biovar trifolii*	Trebol
Grupo del Chícharo	*R. leguminosarum biovar vicia*	Chícharo Haba Almorta Lenteja
Grupo del frijol	*R. leguminosarum biovar vicia*	Frijol
Grupo de la soya	*Bradyrhizobium Japonicun*	Soya
Grupo del caupí	*Bradyrhizobium ssp*	Altramuz Cacahuate Caupí

Fuente: (Tamez, Peña y Cabriales, 1989)

2.1.16 Variedades de Tarwi

Muchos ecotipos y subespecies existen actualmente a lo largo de los Andes de nuestro país:

Tabla 3

Variedades de tarwi en el Perú

Variedad	Localidad donde se selecciono	Característica
Kayra	E.E.Andenes, Cusco	Alto rendimiento
Altagracia	Huamachuco, La Libertad	Tolerante a antracnosis
Puno	E.E. Camacani, Puno	Precoz
Andenes 80	E.E, Andenes, Cusco	Alto rendimiento
Yunguyo	E.E. Ilpa, Puno	Alto rendimiento
Blanca de Cajamarca	E.E. Baños del Inca	Alto rendimiento
Precoz CICA	E.E. Kayra, Cusco	Precoz, buen rendimiento

Fuente: (Camarena, 2012)

2.1.17 Variedades de semilla sembrada por los productores en Perú

En la actualidad en Perú existen más de trecientos accesiones de *Lupinus mutabilis,* también existe otra clasificación a nivel de razas de germoplasma que incluye 95 muestras de colección recolectadas en diferentes lugares del país entre alturas de (3000 a 4160 msnm) identificándose cinco razas, Titicaca precoz, Titicaca tardía, Cochabamba, Sureña precoz y Sureña tardía. (CIFP, 2001)

La mayoría de la semilla de Tarwi sembrada, es de la variedad Chumpi Tarwi (69%) que es de un color pardo oscuro y es muy difundida en la región y por último la variedad Blanca (16%) de tamaño grande de color blanco, semilla que es utilizada por muy pocos productores. (INIAF, 2009)

2.1.18 Estadística de producción de Tarwi 2000-2012

La superficie sembrada y la cosechada, desde el año 2000 hasta el año 2012, no ha sufrido variaciones importantes, y se ha obtenido un incremento de superficie sembrada y cosechada acumulado de 16.01% y 15.56%, respectivamente, durante este periodo. (MINAGRI, 2014)

Tabla 4

Superficie Sembrada, Cosechada, Producción y Rendimientos del Tarwi desde el Año 2000 hasta el Año 2012 en el Perú

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (miles de Tn)	Rendimientos (kg/ha)
2000	8,364	8,355	8.78	1,051
2001	9,148	9,079	9.87	1,087
2002	9,298	9,264	9.32	1,006
2003	8,867	8,732	9.25	1,056
2004	8,466	8,374	8.60	1,027
2005	8,726	8,712	9.48	1,088
2006	7,540	7,468	8.24	1,104
2007	7,555	7,476	8.46	1,132
2008	8,047	8,048	8.61	1,070
2009	9,333	9,302	10.25	1,102
2010	9,362	9,303	10.52	1,131
2011	9,967	9,750	11.31	1,160
2012	9,703	9,655	11.74	1,216

Fuente: (MINAGRI, 2014)

2.1.19 Genero Rhizobium sp

El género *Rhizobium sp* es la especie más conocida de un grupo de bacterias que actúa como fijador simbiótico principal de nitrógeno. Estas bacterias pueden infectar las raíces de las leguminosas, lo que lleva a la formación de bultos o nódulos en el que la fijación de nitrógeno se lleva a cabo. El sistema de la enzima en la bacteria suministra una fuente constante de nitrógeno reducido a la sede de la planta y la planta suministra nutrientes y energía para las actividades de la bacteria. Alrededor del 90% de las legumbres puede desarrollar nódulos. En el suelo las bacterias son de vida libres y móviles, se alimentan de los restos de organismos muertos. Grandes rizobias vivas no pueden fijar el nitrógeno ya que tienen una forma diferente de las bacterias que se encuentran en los nódulos de la raíz. Ellos son regulares en estructura, que aparece como barras rectas, en la raíz de la forma de nódulos fijadores de nitrógeno existe como células irregulares llamadas bacteroides. (Burdass *y* Hurts, 2002)

Según Castro (2012), menciona que los Rhizobium son bacterias Gram negativas y aerobias obligadas que pertenecen a la familia Rhizobiaceae. Entre ellos se encuentran los géneros Rhizobium sp, Bradyrhizobium sp y Azorhizobium sp. Estos microorganismos del suelo forman una asociación simbiótica con distintas especies de plantas y durante la simbiosis son capaces de llevar a cabo la fijación de nitrógeno molecular. En la simbiosis las bacterias se encuentran en las raíces de las plantas dentro de estructuras llamadas nódulos. Las plantas ni estas bacterias aisladamente fijan el nitrógeno para convertirlo en amonio.

2.1.20 Clasificación taxonómica del genero Rhizobium

Según Rodríguez (2009), las bacterias del género Rhizobium se clasifican de la siguiente manera:

Dominio : Bacteria
Filo : Proteobacteria
Clase : Proteobacteria alfa
Orden : Rhizobiales
Familia : Rhizobiaceae
Género : Rhizobium (Frank, 1889)
Especie tipo : Rhizobium *leguminosarum*
Especie : *Rhizobium lupini*

2.1.21 Bacteria rizobia

Los microorganismos capaces de establecer simbiosis con leguminosas se conocen con el nombre de rizobia o rizobios y engloban actualmente a una gran variedad de bacterias. El conocimiento de la existencia de estos microorganismos data de finales del siglo XIX cuando, por primera vez, Frank en 1889 denominó *Rhizobium leguminosarum* a las bacterias aisladas a partir de nódulos de leguminosas. Fue este nombre el que dio origen al genérico de rizobia para designar a todas las bacterias formadoras de nódulos en leguminosas. (Díaz, 2010)

Las rizobias son bacterias aerobias Gram-negativas que pueden fijar nitrógeno en vida libre o en simbiosis, habitualmente viven como saprófitos en el suelo compitiendo con bacterias quimioheterótrofas (utilizan compuestos químicos como alimento y energía). Las rizobias entran a la raíz de la planta y se establece entre ellos una relación simbiótica, donde la leguminosa suministra a la bacteria carbono como fuente de energía y la bacteria proporciona nitrógeno inorgánico fácilmente utilizable por la planta. (Espinoza *y* Malpica, 2007)

2.1.22 Simbiosis Rhizobium – leguminosas

La asociación mutualista de las rizobias y las leguminosas ha sido desde siempre la más estudiada por la importancia agronómica, económica y social

que tiene el cultivo de estas plantas a escala mundial. Ambos partícipes son capaces de vivir independientemente, Sin embargó, los dos se benefician mutuamente de la interacción que se caracteriza por la formación de nódulos fijadores de nitrógeno que, en la mayoría de las leguminosas, se forman en la raíz. Los nódulos son órganos especializados que se desarrollan como resultado de un diálogo molecular por parte de los rizobia y de las plantas. (Díaz, 2010)

La asociación planta-rizobia implica fenómenos bioquímicos y de reconocimiento altamente específicos, junto con una expresión genética y una diferenciación celular coordinada de ambos simbiontes. La interacción simbiótica entre las plantas leguminosas y las rizobias resulta en el desarrollo de un nuevo órgano en las raíces: el nódulo, en el que estos organismos proveen nitrógeno fijado al hospedero a cambio de carbono y protección. (Martínez, 2005)

El establecimiento de la simbiosis para atrapar el N2 entre rizobia y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos la captación del N2 se da en etapas sucesivas. Las bacterias de rizobias induce en la leguminosa el desarrollo de nódulos en su raíz, los dos organismos establecen una cooperación metabólica, las bacterias reducen N2 a amonio (NH4), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas reducen el C02 en azúcares durante la fotosíntesis y lo transportan a la raíz donde los bacteroides de rizobias lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N2. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. Dentro de los nódulos las bacterias se convierten en bacteroides que son células más grandes que las rizobias que se encuentran en el suelo y que llevan a cabo la fijación de nitrógeno porque son capaces de formar la enzima nitrogenasa que es responsable de la conversión del nitrógeno molecular en amonio. Debido a esta simbiosis, la planta recibe nitrógeno que puede utilizar para sí misma, mientras que las bacterias utilizan moléculas que les proporciona la planta. (Castro, 2012)

2.1.23 Genes involucrados en la simbiosis

El establecimiento de una simbiosis rizobia-leguminosa eficiente con lleva una serie de etapas que comienzan con un intercambio de señales entre ambos organismos: las raíces de la planta liberan a la rizósfera flavonoides, moléculas de naturaleza fenólica que promueven la expresión en las bacterias de los genes nod, lo cual origina la síntesis y secreción de lipo-oligoquitinas llamadas factores nod Éstas son percibidas por la raíz de la planta, la cual experimentará diversos cambios dependiendo del tipo de leguminosa. (Díaz, 2010)

2.1.24 Colonización de la rizósfera

Las raíces de Lupinus mutabilis Sweet excretan sustancias de tipo flavonoide que atraen las rizobias a la rizósfera, adhiriéndose a la superficie externa de los pelos radiculares. Unos días después de la inoculación, las bacterias se encuentran inmersas en una masa mucilaginosa rica en glicoproteínas excretadas por las raíces, a continuación las rizobias proliferan en la zona de contacto entre los pelos radicales y las células epidérmicas, donde tendrá lugar la entrada de las bacterias a las células corticales de la raíz. (Díaz, 2010)

La forma asociada de fijar nitrógeno tiene lugar en el suelo en la zona de influencia de la raíz (rizósfera) de las plantas. La forma simbiótica sucede en órganos especiales (nódulos) que se encuentran en las raíces de plantas leguminosas. Las formas asociadas y simbióticas aportan cantidades de nitrógeno mayores en comparación con la forma libre en el suelo (Pijnenborg, 1998)

2.1.25 Formación del nódulo

El primer paso en la formación de los nódulos es la adherencia de la bacteria a la planta. Después de la unión, los pelos radiculares se enroscan debido a la acción de sustancias específicas secretadas por la bacteria, que se conocen como factores Nod. Los pelos radiculares se enroscan hasta 360°, la bacteria penetra entonces en el pelo radical e induce la formación, por parte de la planta, de un tubo de composición similar a la pared celular, conocido como canal de infección, que avanza por el pelo radical (Casaverde, Cepeda y Asencios, 2009)

El cordón de infección se desarrolla en el interior del punto de adhesión a la bacteria y forma un canal en el interior del pelo. La rizobia es conducido a través del cordón hasta la base del pelo, el cordón de infección atraviesa la pared de la célula cortical A B adyacente, ahí al perder la pared celular, se establece la rizobia; después se engloba por la membrana plasmática del hospedero, lo que resulta en la formación del nódulo. (Castro, 2012)

El nódulo viene a ser un órgano de la leguminosa encargado de fijar y asimilar nitrógeno para la planta, y la planta le proporciona al nódulo (al nódulo y a las bacterias que están en su interior) carbohidratos producto de la fotosíntesis. Se ha establecido que la información genética que determina que rizobia sea capaz de infectar específicamente una leguminosa y fijar nitrógeno en asociación con ella. (Castro, 2012)

2.1.26 Color de nódulos

Si un nódulo de la raíz se corta el interior es de color rosado, el nódulo está activo y existe la fijación de una gran cantidad de nitrógeno para la planta. El color es debido a la presencia de leghemoglobina. Si el nódulo es más rojo, indica que es más activo. Cuando los nódulos son jóvenes y aún no la fijación de nitrógeno son de color blanco o gris en el interior. Nódulos de leguminosas que ya no son fijadores de nitrógeno cambiará a verde y puede ser desechada por la planta. Esto puede ser el resultado de un aislamiento de rizobia ineficaz o una planta pobre en nutrición. (Burdass *y* Hurts, 2002)

La diferencia de coloración está directamente relacionada con el estado funcional del nódulo, permitiendo entonces una clasificación de los nódulos en: completamente activos, inactivos o entrando en senescencia, y muertos o senescentes (Casaverde *et al.,* 2009)

2.1.27 Factores en la nodulación y la fijación simbiótica de nitrógeno

a) Condiciones ambientales

El proceso nitrógeno diatomico la fijación simbiótica está muy relacionada con el estado fisiológico de la planta huésped (leguminosa). Por lo tanto, no se espera una aislamiento de rizobia competitiva y persistente para expresar

toda su capacidad de fijación de nitrógeno si los factores limitantes (por ejemplo, salinidad, pH desfavorable suelo, deficiencia de nutrientes, toxicidad mineral, temperaturas extremas, insuficiente o excesiva humedad del suelo, la fotosíntesis inadecuada, planta enfermedades, y el pastoreo) impongan limitaciones sobre el vigor de la leguminosa huésped. (Zahran, 1999)

b) Salinización del suelo.

Los efectos del estrés salino sobre la nodulación y la fijación de nitrógeno de las legumbres comienzan con una reducción en la respiración de los nódulos y una reducción en la producción de proteína citosólica, específicamente leghemoglobina, por nódulos. Las distorsiones inducidas por la sal en la estructura de los nódulos podrían ser razones de la disminución del N 2 la tasa de fijación de las leguminosas sometidas a estrés salino. (Zahran, 1999)

c) Deficiencia de humedad del suelo

La modificación de las células de rizobios por la escasez de agua a la larga conducirá a una reducción de la infección y la nodulación de las leguminosas, el estrés hídrico leve sólo reduce el número de nódulos formados en las raíces de la leguminosa, mientras que el estrés agua moderada y grave reduce tanto el número como tamaño de los nódulos. Existen pocas posibilidades de recuperación del estrés hídrico en la etapa reproductiva. (Zahran, 1999)

d) Altas temperaturas y estrés térmico

Las altas temperaturas de raíz afectan en gran medida la infección bacteriana y N 2 fijación en varias especies de leguminosas, la nodulación simbiótica y la fijación de nitrógeno depende de la aislamiento nodulante, además de la variedad de cultivo de la planta. La temperatura afecta la infección de las raíces, la diferenciación de bacteroides, la estructura de nódulos, demora la nodulación y el funcionamiento del nódulo en la raíz de leguminosa. Para la mayoría de los rizobios, el rango de temperatura óptima para el crecimiento en cultivo es 28 a 31 ° C, y muchos son incapaces de crecer a 37 ° C. (Zahran, 1999)

e) Acidez y alcalinidad del suelo

La mayoría de las leguminosas requieren un suelo neutro o ligeramente ácido para el crecimiento, especialmente cuando realizan la fijación simbiótica N 2, las aislamientos de rápido crecimiento de rizobios por lo general se han considerado menos tolerante a pH ácido, la base de las diferencias en la tolerancia de pH entre las aislamientos de Rhizobium y Bradyrhizobium todavía no está claro. El fracaso de las leguminosas para nodular en condiciones de suelos ácidos es común, especialmente en suelos de pH inferior a 5,0. La incapacidad de algunos rizobios para persistir bajo tales condiciones es una de las causas de la insuficiencia en la nodulación, número de nódulos, actividad de la nitrogenasa, peso fresco y seco de los nódulos, se vieron afectados en mayor medida a un pH medio bajo (<4,5). (Zahran, 1999)

2.2 Antecedentes de la investigación

2.2.1 Antecedentes internacionales

Según Plata (2016), en su trabajo de investigación, titulado "Comportamiento agronómico de dos variedades de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco, la Paz" que tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de dos Variedades de Tarwi bajo tres densidades de siembra.

De los cuales se tuvo como resultado:

- Los tratamientos en los que se utilizó la variedad dulce Cochabamba tardaron menos tiempo en la emergencia de hojas verdaderas (13 días), con relación a los tratamientos en los cuales se utilizó semillas de la variedad Carabuco (14 días), siendo ésta última originaria del lugar.
- Para la variable días a la floración, la variedad dulce Cochabamba resultó ser la más precoz con 121 días, en comparación a la variedad Carabuco que tardó 141 días. La densidad de 110 kg/ha permitió un número menor de días a la floración del tallo central con 121, mientras que la densidad de siembra mayor (130 kg/ha) tomó también un número mayor de días a la floración con 140.

- La madurez fisiológica en éste estudio, fue alcanzado primero por la variedad dulce Cochabamba que tomó 224 días, mientras que la variedad Carabuco se tardó un poco más con 237 días.
- La densidad que obtuvo un menor número de días a la madurez fue la de 110 kg/ha con 224 días a diferencia de las densidades de 90 kg/ha y 130 kg/ha con 233 y 234 días respectivamente.
- El crecimiento en altura de las plantas fue uniforme tanto para la variedad dulce Cochabamba como para la variedad Carabuco, por tanto tampoco se encontraron diferencias en la altura de la planta en cuanto a las densidades utilizadas por lo que se asume que la mayor o menor densidad de siembra no influye en el crecimiento vertical de las plantas.
- Respecto al número de granos por planta, la dulce Cochabamba fue la que superó a la variedad Carabuco con 116 granos, siendo la densidad de 130 kg/ha la que consiguió mayor número de granos por planta (107), con relación a las densidades de 110 y 90 kg/ha con 104 y 96 granos por planta.
- La variedad que alcanzó un promedio máximo en peso de 100 granos fue Carabuco con 23.87 gramos, valor que se atribuye a la procedencia de la variedad, y aunque la diferencia es mínima la dulce Cochabamba obtuvo un promedio de 22.26 gramos, siendo esta variedad la introducida en la zona.
- En cuanto al rendimiento, la variedad Carabuco obtuvo un promedio de 1456,19 (kg/ha), valor superior al alcanzado por la variedad dulce Cochabamba que obtuvo un promedio de 1320,33 (kg/ha).

2.2.2 Antecedentes nacionales

Según Taco (2019), en su trabajo de investigación titulado “infectividad de la inoculación de dos cepas de *Bradyrhizobium* aisladas de *Lupinus*, en ocho leguminosas cultivadas” que tuvo como objetivo de probar si dos cepas de *Bradyrhizobium* son capaces de nodular en ocho leguminosas diferentes a su hospedero original, de cara a su potencial uso como bioinoculante.

De los cuales se tuvo como resultado, que las cepas de *Bradyrhizobium* LMHZ-L9 y LSHZ-L3 presentaron nódulos activos solo en *L. mutabilis*. Aunque LSHZ-L3 indujo a nodulacion en “pallar bebe”, caupi y ñuña, estos, según su aspecto, tendrían poca o nula actividad, por lo que se recomienda que el uso de

inoculantes de *Bradyrhizobium*, provenientes de aislados de *Lupinus*, deben ser dirigidos principalmente para cultivos de tarwi.

Según Quico (2016), en su trabajo de investigación titulado "Evaluación y selección de noventa y tres líneas de tarwi *(lupinus mutabilis swee1)* para rendimiento de grano bajo condiciones de K'ayra- Cusco, que tuvo como objetivo Seleccionar líneas de tarwi con alto rendimiento de grano, basado en los componentes primarios de rendimiento y ciclo vegetativo precoz.

De los cuales se tuvo como resultado que el rendimiento promedio de las 93 líneas alcanzó los 1 903.89 kg/ha, alcanzando el mayor rendimiento fue la línea CTC-16 con 3500 kg/ha y el menor rendimiento en la línea CTC-156 con 500 kg/ha.

Para el rendimiento basado en sus componentes primarios el promedio de número de ramas fue de 7 ramas por planta. Alcanzando el mayor número de ramas la línea CTC- 16 con 11 ramas por planta y el menor número de ramas la línea CTC-156 con 4 ramas por planta. El promedio de número de vainas en el eje principal fue de 15 vainas por planta. Alcanzando el mayor número de vainas la línea CTC-16 con 19 vainas y el menor número de vainas la línea CTC-156 con 6 vainas.

En cuanto a la precocidad sobre una muestra de 93 líneas se establece que en la especie *Lupinus mutabilis Sweet* .De acuerdo al objetivo del trabajo se determina líneas precoces con un ciclo vegetativo de 120 a 180 días que constituido por 10 líneas lo que fueron objeto de selección en el presente trabajo CTC- 1, CTC-12, CTC-16, CTC-40, CTC- 508, CTC-2150, H-5-4-S/A, L-379, CTC-009R, S-MAS-12. Finalmente, no se tuvo líneas muy precoces menor a 120 días de ciclo vegetativo.

Aguilar (2015), de acuerdo al trabajo de investigación titulado **"**Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet), bajo condiciones de Otuzco - La Libertad"

El objetivo de la investigación fue evaluar el rendimiento y la capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi. Del cual se obtuvo como resultado el rendimiento promedio de grano seco de las 11 accesiones de tarwi evaluadas,

fue de 1435 kg. /ha. El rango de variación que se registró osciló entre 1191 y 1795 kg. /ha.

En el análisis de variancia (ANVA) según se observa en el cuadro 11, para este parámetro a un nivel de significancia de α= 0.05, no existe diferencias significativas en las fuentes de variabilidad de los tratamientos y de bloques, el coeficiente de variabilidad fue 17.38% que es muy aceptable para este tipo de experimentos y da confianza en los resultados.

Al realizarse la prueba de comparación de medias según Duncan a un nivel de significación de α= 0.05 se encontró que la Accesión 43 tuvo el mayor rendimiento con 1795 Kg/Ha y no difiere estadísticamente del resto de accesiones, excepto el testigo que rindió 1191 Kg. /Ha.

2.3 Revisión de literatura

2.3.1 Precipitación

El requerimiento varía entre los 350 a 800 mm, siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano, es susceptible al exceso de humedad y moderadamente a la sequía durante la floración. (Lescano, 2011)

2.3.2 Heladas

El cultivo de lupino es exclusivo de secano y requiere precipitación de 350 a 800 mm, es susceptible al exceso de humedad y moderadamente a sequía. En la floración no resiste fuertes heladas o granizadas ya que ocasionan la caída de flores y disminución en la formación de vainas; algunos ecotipos cultivadas a orillas del lago Titicaca tienen una mayor resistencia al frío. (Tapia, 2007)

2.3.3 Agricultura

Es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural. (Cuna, 2011)

2.3.4 Densidad

La densidad de siembra depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar aprovechar a lo máximo la energía solar, por unidad de superficie en toda la plantación. Normalmente se recomienda una cantidad de semilla de 100 a 120 kg/ha. Tambien indica que la densidad de siembra óptima es de 80 kg/ha de semilla, sembrados a una distancia de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre plantas, utilizando tres semillas por golpe. (CIPCA, 2009)

2.3.5 Producción

Es la actividad económica que aporta a la creación y suministro de bienes y servicios, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor. Es la creación y el procesamiento de bienes y mercancías. La producción constituye uno de los procesos económicos más importantes y es el medio a través del cual el trabajo humano genera riqueza. (Cuna, 2011)

2.3.6 Incremento en la producción agrícola

La producción agrícola contribuye al desarrollo económico a través de la provisión de alimentos, vista esta de dos formas: se considera que el incremento en la oferta de alimentos mejora el nivel de vida de los pobres tanto rurales como urbanos. La exportación de productos agrícola genera divisas los cuales sirven para importar bienes de capital que se utilizan para producir más. Es generadora de desarrollo económico y el bienestar del sector rural ocupando mayor mano de obra campesina. (Castro, 2012)

2.3.7 Costos de la producción

La cercanía del mercado disminuye los costos de transporte y de esta manera facilita al productor a trasladar con costos menores, esto de acuerdo a la ubicación. Este factor tiene importancia cuando el nivel de producción aumenta y los precios bajan, los costos de trasladar al mercado aumenta. Sin embargo, existen diferencias entre los productores que están más cerca del mercado y los que están distanciados de los mercados. (Castro, 2012)

2.3.8 Capacidad productiva

Es la producción máxima que se puede obtener del suelo sin causar su deterioro. Es una clasificación en la que se toman en cuenta características de la composición y naturaleza del suelo (profundidad efectiva, estructura, disponibilidad de agua y permeabilidad, entre otras) para determinar sus potencialidades y limitaciones. La capacidad productiva de los suelos del país está siendo afectada por la erosión y la desertificación. Esto dos tensores ponen en peligro la agricultura, que representa el 40 % del territorio, cerca del 10 % de la fuerza laboral formal y cerca del 89% de la informal. (Cuna, 2011)

2.3.9 Inoculación

Según Espinoza (1989), la inoculación se define como la adición de rizobias eficaces a las semillas de las leguminosas antes de sembrarlas, con el propósito u objeto de promover o proporcionar la fijación de nitrógeno mediante simbiosis con Rhizobium, que permita formar suficientes nódulos para asegurar suficiente fijación de nitrógeno y así obtener la máxima producción del cultivo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Por su naturaleza de obtención de los datos el trabajo es considerado de tipo cuantitativo. (López, Hernández y Andrade, 2012)

a) Diseño experimental

Según Osorio (2012), un diseño experimental matemático es:

$$\mathbf{Xijk = \mu + \sigma_k + \tau i + \beta j + (\tau\beta)\, ij + \varepsilon ijk}$$

Donde:

- Xijk: observación cualesquiera dentro del experimento.
- μ: Media poblacional.
- σk: Efecto aleatorio del k- esimo bloque o repetición
- τi : Efecto aleatorio del i –esimo nivel del factor A.
- βj : Efecto aleatorio del j –esimo nivel del factor B.
- (τ β) ij : Efecto del i –esimo nivel del factor A, interaccionado con elk j –esimo nivel del factor B.
- εijk: error experimental.

3.2 Matriz de consistencia

3.2.1 Matriz de consistencia

Tabla 5

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS DELA INVESTIGACIÒN	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA	TÈCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema general: ¿Cuál es el efecto del *Bradyrhizobium*, en rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi, Buenavista - Lircay?	**Objetivo general:** Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes biométricos, rendimiento y capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi	**Hipótesis general:** La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en rendimiento y capacidad simbiótica, en las dos variedades	**Variable independiente:** ***Y: f (Z)*** Y: *Bradyrizobium* Z: variedades	Redimiento de grano por hectaria	Esta investigación se hace uso del método experimental, bajo el diseño de arreglo factorial con cuatro repiticiones y cuatro tratamientos	La muestra se consideró 15 plantas por unidad experimental o tratamientos en los cuatro bloques en las dos variedades de tarwi.	Para la recolección de datos se utilizó los diferentes instrumentos como; cinta métrica, balanza de reloj, balanza analítica, costales, bolsas, segadera, plumones, tablero, cuaderno de campo y cámara fotografica.
Problemas específicos: ¿Cuál es el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes biométricos de dos variedades de tarwi.?	**Objetivos espesificos** Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes biométricos de dos variedades de tarwi.	**Hipótesis específicas:** La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en los componentes biométricos, de las dos variedades de tarwi.	**Variable dependiente** - Porcentaje de emergencia - Altura de planta - Longitud de vaina - Numero de vainas - Días a la floracion	- Altura de planta a los 60 dds - Altura de planta a los 120 dds		La muestra se consideró 15 plantas por unidad experimental o tratamientos en los cuatro bloques en las dos variedades de tarwi	
¿Cuál es el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes de rendimiento, en dos variedades de tarwi?	Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en los componentes de rendimiento de dos variedades de tarwi.	La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en los componentes de rendimiento, de las dos variedades de tarwi.	- Peso de grano por planta - Peso de 100 semillas	Rendimiento de grano por planta			
¿Cuál es el efecto del *Bradyrhizobium* en la capacidad simbiótica, en dos variedades de tarwi?	Evaluar el efecto del *Bradyrhizobium* en capacidad simbiótica de dos variedades de tarwi.	La inoculación del *Bradyrhizobium* presenta variaciones en la capacidad simbiótica, de las dos variedades de tarwi.	- Peso fresco de follaje por planta - Peso fresco de raíz con nódulos	Peso de nódulos por planta			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

3.2.2 Operacionalizacion de variables

Tabla 6

Operacionalizacion de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÒN	ESCALA PARA MEDICIÒN DE LA VARIABLE	TÈCNICAS E INSTRUMENTOS	INSTRUMENTOS PARA MEJORAR LA INFORMACIÒN
Variable independiente (causa). *Y: f (Z)* Y: *Bradyrizobium* (sin inoculcion) Z: *Bradyrizobium* (con inoculcion)	Rendimiento	Rendimiento de producción del tarwi.	Kg/hectárea. .	Efecto de *Bradyrizobium* en la planta	- Registro de evaluación - Balanza - Cinta métrica - Cuaderno de campo .	- Cámara fotográfica - Uso de redes de internet - Reporte estadístico
Variable dependiente (consecuencia). X1: variables biometricos X2: variables de rendimiento X3. Variables de capacidad simbiótica	Estado fenológico de la planta	Porcentaje de emergencia Altura de planta (60dds y 120dds) Longitud de vaina Número de vainas del eje central Número de vaina del eje lateral Días a la floración Días a la madurez de cosecha Peso de grano por planta (gr) peso de 100 semillas (gr) Peso fresco de follaje/planta (gr) Peso fresco de raíz con nódulos (gr)	 cm. cm Número. Kg/planta	Siembra hasta cosecha (Días)	- Registro de evaluación - Balanza - Cinta métrica - Cuaderno de campo	Libreta de campo Recolección de maleza .
Variable dependiente *Y: Temperatura.* *Y2:* Precipitaciòn Y3: Heladas) Y4: Granizaads.	Estado fenológico de la planta	Daños por helada Baja calidad del grano de tarwi % de marchitez de la planta.	Porcentaje de daños (%)	Precipitación(mm)	Registro de evaluación del daño por helada.	Libreta de campo Reporte estadístico

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

3.3 Nivel de investigación

Según, López, Hernández y Andrade (2012), la investigación es considerada de nivel descriptivo

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación utilizado es experimental (López, Hernández y Andrade, 2012)

3.5 Población y muestra

La muestra se consideró 15 plantas por unidad experimental o tratamientos en los cuatro bloques en las dos variedades de tarwi.

3.5.1 Descripción de la población

La población constituyó de 4 tratamientos experimentales divididos en 4 repeticiones o bloques con un total de 1200 plantas en toda el área experimental

3.5.2 Selección de muestra

La muestra se consideró 15 plantas por unidad experimental o tratamientos en los cuatro bloques en las dos variedades de tarwi

3.6 Recolección de datos

3.6.1 Aplicación de instrumentos de evaluación, tabulación y procesamiento

Para la recolección de datos se utilizó los diferentes instrumentos como; cinta métrica, balanza de reloj, balanza analítica, costales, bolsas, segadera, plumones, tablero, cuaderno de campo.

3.7 Análisis y caracterización del suelo

El tipo de suelo es de origen aluvial, cuya fisiografía corresponde a la terraza aluvial de relieve no muy plano aproximado con una pendiente de 20 – 25%. El terreno tiene un drenaje bueno y no presenta pedregosidad.

En el cuadro 07 se observa los resultados del análisis de caracterización del suelo donde se realizó el ensayo y se observa que la textura del suelo es franco con una conductividad eléctrica de 0.12 dS/m lo que indica que no existe problema de sales para el tarwi. La reacción del suelo es extremadamente ácida con un pH de 4.00 debido a la acumulación de materia orgánica donde contiene un 5.38% y además al constante lavado por efecto de

las precipitaciones en la zona lo que permite esta característica ácida. La disponibilidad de fósforo de 121.2 ppm es alta, y la disponibilidad de potasio es de 383 ppm y es considerada como un nivel alto y, de acuerdo a las relaciones catiónicas en este suelo franco se presenta deficiencia en calcio y magnesio.

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

Departamento : HUANCAVELICA — Provincia : ANGARES
Distrito : LIRCAY — Predio : FUNDO BELLA VISTA
Referencia : H.R. 70806-142C-19 — Bolt.: 3743 — Fecha : 25/11/19

Número de Muestra			C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
Lab	Claves	pH	(1:1)	$CaCO_3$	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural		Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	$Al^{+3}+H^{+}$	de	de	Sat. De
		(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g						Cationes	Bases	Bases
10513	Alfredo Raúl Taipe Sacha, prof 30 cm	4.00	0.12	0.00	5.38	121.2	383	49	30	21	Fr.	22.40	3.00	0.22	0.75	0.16	1.90	6.02	4.12	18

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra						
Lab	Claves	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
10513	Alfredo Raúl Taipe Sacha, prof 30 cm	88.80	1.16	2.96	0.88	0.00

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Figura 2. Análisis y caracterización del suelo

Fuente: (UNAM, 2019)

3.8 Características y croquis del área experimental

Número de bloques : 04

Número de tratamientos por bloque : 04

Número de surcos/tratamiento : 05

Longitud de surcos : 3m

Ancho de surcos : 0.80m

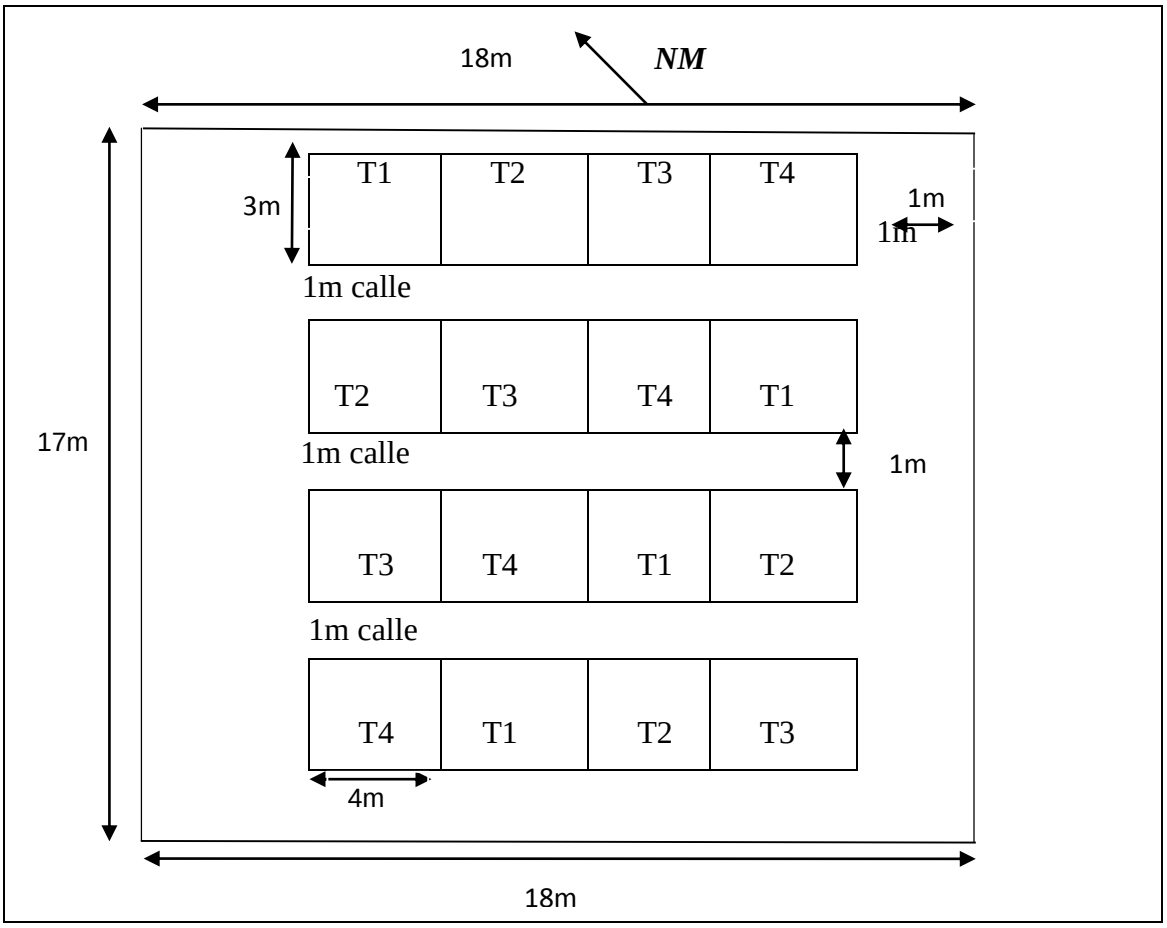
Número de plantas/surco : 15

Área de parcela : 12m²

Área de bloque : 48 m²

Área experimental : 192 m²

Área total del experimento : 306 m²



3.9 Instalación y manejo del experimento

3.9.1 Preparación del terreno, demarcación y trazado

La preparación del terreno se hizo en el mes de octubre aprovechando las precipitaciones de la zona para humedecer el suelo y luego remover con chakitaclla, seguido de un desterroneo y finalmente se surcó con “lampillas” y “picotas” dando un distanciamiento entre surcos de 0.8 m. la demarcación del área se hizo con cal marcando los bloques, calles y parcelas.

3.9.2 Preparación de la semilla y siembra

La semilla de variedad Altagracia fue proveída por la Universidad Nacional Agraria La Molina y la variedad Yunguyo se consiguió de la misma zona.

El experimento se instaló durante la primavera del 2019 siendo la siembra el 19 de noviembre donde la profundidad de siembra fue de cinco centímetros y la distancia entre semillas cada 20 centímetros. El experimento se instaló siguiendo las pautas recomendadas por el asesor de la Universidad Para el

Desarrollo Andino y el coasesor de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.9.3 Abonamiento

Al momento de la siembra se le agregó 3 sacos de estiércol de vacuno, en el momento del desarrollo de la planta no se aplicó ninguna dosis de fertilizante hasta finalizar la fase del cultivo.

3.9.4 Deshierbo

El deshierbo se realizó de forma manual, efectuándose un total de tres deshierbos: el primero después de la emergencia, el segundo durante el aporque y el tercer deshierbo en la floración de las plantas de tarwi.

3.9.5 Riegos

El ensayo se condujo bajo condiciones de lluvia y durante todo el ciclo del cultivo no se presentaron exigencias de agua, debido a que las condiciones medioambientales permitieron altas precipitaciones en la zona, no habiendo necesidad de regar. Además permitió la extracción del agua para cumplir los procesos metabólicos y finalizar con el llenado de grano en las vainas.

3.9.6 Control fitosanitario

Plagas y enfermedades, en cuanto a plagas y enfermedades no se tuvo problemas durante toda la etapa del cultivo, esto debido a la altitud de la zona que se instaló el cultivo, si se tuvo daños por helada en la etapa de llenado de grano por lo cual retraso la maduración de grano.

3.9.7 Cosecha y trilla

La cosecha se ejecutó de forma manual y en un solo momentos, ya que no se tuvo mucha diferencia entre las dos variedades, en cuanto a los días de maduración. La cosecha se realizó el 10 de junio, es decir, a los 231 días después de la siembra; con su respectiva identificación se fue separando las plantas y acondicionando para su secado midiendo siempre la dureza del grano, luego se procedió a la trilla y selección del grano cosechado de cada parcela correctamente identificada para su conservación. Además, se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento para realizar las posteriores evaluaciones de los componentes de rendimiento debidamente identificados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Porcentaje de emergencia

Tabla 7

*Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas de dos variedades de tarwi a (a =0.05**).***

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05	SIG
Repeticiones	3	0.0001	3.33333E-05	0.07142857	3.86 – 6.99	NS
A	1	0.000	0.0000	0,0000	5.11 – 10.56	NS
B	1	0.0002	0.0002	0.4286	5.11 – 10.56	NS
AB	1	0.0001	0.0001	0.21428571	5.11 – 10.56	NS
Error	9	0.0042	0.000466667			
Total	15	0.0046				
S = 0.021			$\bar{x}$ = 1.21		CV= 1.73%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 7, se presenta el análisis de varianza del porcentaje de emergencia de 2 variedades de tarwi inoculadas y el testigo sin inoculo, en el cual se visualiza que no se ha encontrado diferencias estadísticas para el efecto de bloques ni para los factores A, B e interacción AB, lo cual indica que el inoculo no influye en esta variable, debido al corto tiempo de siembra a emergencia. Del mismo modo, las variedades de tarwi presentaron en promedio general 1.21% de emergencia y no existe diferencias estadísticas entre ellos, para un nivel de significación de α= 0.05. El coeficiente de variación es de 1.73%, y según la escala de calificación de (Calzada, 1982), es considerado como excelente para experimentos de esta naturaleza.

4.2 Altura de la planta a los 60 dds

Tabla 8

Análisis de varianza de altura de plantas de las 2 variedades de tarwi, evaluados a los 60 días dds (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	2.2525	0.7508	0.3517	3.86 – 6.99	NS
A	1	11.9025	11.9025	5.5756	5.11 – 10.56	*
B	1	-0.0005	-0.0005	- 0.0002	5.11 – 10.56	NS
AB	1	0.0895	0.0895	0.0419	5.11 – 10.56	NS
Error	9	19.2125	2.1347			
Total	15	33.4575				
S =1.461			$\bar{x}$ =18. 512		C.V = 7.89 %	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 8, se observa en el ANDEVA para altura de planta a los 60 días de la siembra muestra que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, debido a la poca variación del suelo entre bloques, con respecto a la pendiente del terreno, drenaje del suelo, textura del suelo.

Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) si se presentó una diferencia estadística significativa con respecto a la altura de planta debido a que las dos variedades utilizadas son diferentes entre sí.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) tampoco existe diferencia estadística significativa debido a que el periodo de inoculación y la primera evaluación ha sido corto y la interacción AB (variedades x *Bradyrizubium*), no existe diferencia estadística significativa a un nivel (α=0.05), debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. Los tratamientos presentaron un promedio general de 18.51 cm. de altura, el coeficiente de variabilidad fue de 7.89 % lo cual corresponde a la calificación excelente. (Calzada, 1982)

Tabla 9

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de altura de plantas (cm), de dos variedades de tarwi, a los 60 días después de la siembra, de a =0.05.

Factor A			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
1	Yunguyo	19.37	a
2	Altagracia	17.65	b
A.L.S (T) 0.05 = 1.65			
Factor B			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
1	Con inoculo	19.37	a
2	Sin inoculo	17.65	a
A.L.S (T) 0.05 = 1.65			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
T4	Yunguyo /con inoculo	19.45	a
T3	Yunguyo /sin inoculo	19.30	a
T1	Altagracia/sin inoculo	17.72	a
T2	Altagracia/con inoculo	17.57	a
A.L.S (T) 0.05 = 3.22			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 9, prueba de significación de los promedios de tratamientos para la altura de planta; para el factor A (variedades) se observa que la variedad Yunguyo es superior con un promedio de 19.37cm. a diferencia de la variedad Altagracia que tuvo un promedio de 17.65 cm.

Con respecto al factor B (*Bradyrizubium*) los dos tratamientos son iguales estadísticamente tanto el tratamiento inoculado, así como el testigo debido a que el Bradyrizubium a un no presenta simbiosis en la plata. En cuanto a la interacción AB se observa que los cuatro tratamientos son iguales estadísticamente, siendo los tratamientos T4, T3 los que alcanzaron mayor altura en orden decreciente con 19.45 y 19.30 cm. respectivamente y el tratamiento que presentó la menor altura fue el T2 con 17.57 cm. El resto de tratamientos presentan valores comprendidos en este rango. Los promedios con letras iguales, no defieren estadísticamente entre ellos.

4.3 Altura de la planta a los 120 dds

Tabla 10

Análisis de varianza de altura de plantas de las 2 variedades de tarwi, evaluados a los 120 dds (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	83.7	27.9	0.45629657	3.86 – 6.99	NS
A	1	1.1	1.1	0.01799019	5.11 – 10.56	NS
B	1	1892.2000	1892.2000	30.9464	5.11 – 10.56	**
AB	1	2.8	2.8	0.0457932	5.11 – 10.56	NS
Error	9	550.3	61.1444444			
Total	15	2530.1				
S =7.819			$\overline{x}$ =99.36		C.V = 7.86 %	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 10, se observa en el ANDEVA para altura de planta a los 120 días después de la siembra que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, debido a la poca variación del suelo entre bloques, con respecto a la pendiente del terreno, drenaje del suelo, textura del suelo.

Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) no se tuvo una diferencia estadística significativa con respecto a la altura de planta debido al comportamiento homogéneo de la variedad utilizada con respecto a las dos variedades utilizadas.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium)* si existe diferencia estadística altamente significativa debido al efecto de simbiosis entre la planta y el *Bradyrizubium* a esto se suma entre periodo de inoculación y segunda evaluación ha sido en más tiempo. En cuanto a la interacción AB (variedades x *Bradyrizubium*), no existe diferencia estadística significativa a un nivel (α=0.05), debido a que no hay efecto entre los factores, actuando esto de manera independiente. Los tratamientos presentaron un promedio general de 99.36 cm. de altura, y en esto implica el factor climatológico debido a que la investigación fue instalada a una altitud de 3800msnm. Los tratamientos de tarwi presentaron un promedio general de 99.36 cm. de altura y el coeficiente de variabilidad fue de 7.86 %, y según Calzada (1982), es considerado como excelente para experimentos de esta naturaleza.

Para las condiciones del centro del Perú en Jauja, Castañeda (1988), la altura de los ecotipos es menor a las condiciones de Huaraz u Otuzco, donde la mayor altura la presentó el ecotipo Ancash 001 con 103.3 cm, probablemente las condiciones de temperatura y características de suelo influyeron en la altura de la planta.

Tabla 11

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de altura de plantas (cm), de dos variedades de tarwi, a los 120 días después de la siembra, de a =0.05.

Factor A			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
1	Altagracia	99.63	a
2	Yunguyo	99.08	a
A.L.S (T) 0.05 = 8.84			
Factor B			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
1	Con inoculo	110.23	a
2	Sin inoculo	88.48	b
A.L.S (T) 0.05 = 1.65			
OM	**Variedades**	**Promedio**	**Significación**
T4	Yunguyo /con inoculo	110.37	a
T2	Altagracia/con inoculo	110.10	a
T1	Altagracia/sin inoculo	89.17	b
T2	Yunguyo/sin inoculo	87.80	b
A.L.S (T) 0.05 = 17.24			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 11, prueba de significación de los promedios de tratamientos para la altura de planta; factor A (variedades) se observa que los dos tratamientos son iguales estadísticamente tal como se muestra en la tabla 14.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que las variedades inoculadas son superiores al testigo, con un promedio de 110.23 y el testigo con 88.48cm. (Ver tabla 14)

En cuanto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T4, T2 son superiores estadísticamente, los que alcanzaron mayor altura en orden decreciente con 110.37 y 110.10 cm. respectivamente y los tratamientos que presentó la menor altura fue el T1,T2 con promedios decrecientes 89.17 y 87.80 cm respectivamente.

4.4 Días a la floración

Tabla 12

Análisis de varianza de días a la floración de las 2 variedades de tarwi, (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	20.25	6.75	4.95918367	3.86 – 6.99	*
A	1	63.95	63.95	46.9836735	5.11 – 10.56	**
B	1	0.9500	0.9500	0.6980	5.11 – 10.56	NS
AB	1	0.3500	0.35	0.25714286	5.11 – 10.56	NS
Error	9	12.25	1.36111111			
Total	15	97.750				
S =1.166			$\overline{x}$ =126.12		C.V = 0.92 %	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 12 se observa que para el carácter días de floración las variedades de tarwi registraron en promedio 126 días, en la variedad Yunguyo los valores fluctuaron entre 121 y 126 días, presentándose como la más precoz con un promedio de 24 días, a diferencia que la variedad Altagracia presento valores entre 126 a 130 días con un promedio de 128 días como la más tardía en cuanto al inicio de floración.

En el análisis de varianza se observa para días a la floración, se puede apreciar para el fuente de repeticiones si existe diferencia estadística significativa, Esta diferencia en la floración entre las repeticiones puede deberse a factores genéticos, ambientales y a la interacción genético ambiental, así como por el alto contenido de materia orgánica en el suelo (5.38%) haciéndolo más retentivo en el contenido de humedad, prolongando el crecimiento vegetativo y atrasando la floración.

Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) si se tuvo una diferencia estadística altamente significativo, esto indica que son diferentes estadísticamente entre las dos variedades con respecto a días a la floración.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) no existe diferencia estadística significativa para este factor, en cuanto a la interacción AB (variedades x *Bradyrizubium*), tampoco existe diferencia estadística significativa a un nivel (α=0.05), debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. El coeficiente de variabilidad es de 0,92% lo cual es considerado “muy bajo”, lo indica que dentro de cada tratamiento en estudio los datos de días a la floración son muy homogéneas.

Tabla 13

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de días a la floración de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	128.12	a
2	Yunguyo	124.12	b
A.L.S (T) 0.05= 1.31			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	126.37	a
2	Sin inoculo	125.87	a
A.L.S (T) 0.05=1.31			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia/con inoculo	128.25	a
T1	Altagracia/sin inoculo	128.00	a
T4	Yunguyo /con inoculo	124.50	b
T3	Yunguyo/sin inoculo	123.75	b
A.L.S (T) 0.05=2.57			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 13, prueba de significación de los promedios de tratamientos para días a la floración; factor A (variedades) se observa que la variedad Altagracia es superior en días a la floración con un promedio 128.12 días, a diferencia de la variedad Yunguyo que tuvo un promedio 124.12 días, lo cual nos indica que esta variedad fue más precoz.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que los dos tratamientos son iguales estadísticamente, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* no influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T4 y T3 con 124.50 días y 123.75 día en orden decreciente fueron los más precoces en alcanzar esta etapa superando significativamente a los demás tratamientos. Esta precocidad a la altitud de 3800 msnm es muy importante para superar el daño de los insectos, la granizada o helada, también vale señalar la procedencia de material genético.

En estudios realizados en tarwi Castañeda (1988), señala que en la localidad de Chiquian (Ancash) los días a la floración fueron de 84 a 93 días después de la siembra, mientras que en la localidad de Jauja (Junín) varió entre 92 y 117 días, resaltando entre los más precoces los ecotipos Compuesto 22-2 y Compuesto 22-1, la precocidad mostrada en la localidad de Chiquián viene relacionado probablemente a la altitud (3200 msnm) y la

fertilidad del suelo ya que el buen contenido de materia orgánica permitió retener más tiempo la humedad. Mientras que en el Callejón de Huaylas hay reportes de floración plena de hasta 110 y 120 días entre las más precoces los cuales resaltan entradas como: Anc. 059, Comp. 4 según lo señala Cerrate y Camarena (1981).

4.5 Días a la madurez de cosecha

Tabla 14

Análisis de varianza de días a la madurez de cosecha de 2 variedades de tarwi, (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	5.6375	1.879166667	1.75032342	3.86 – 6.99	NS
A	1	297.5375	297.5375	277.137128	5.11 – 10.56	**
B	1	1.5375	1.5375	1.4321	5.11 – 10.56	NS
AB	1	0.0625	0.0625	0.05821475	5.11 – 10.56	NS
Error	9	9.6625	1.073611111			
Total	15	314.4375				
S =1.036			$\bar{x}$ =243.18		C.V = 0.42%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

La variedad que se comportó como más precoz a la madurez de cosecha fue la variedad Yunguyo con 238 días, y como más tardío se comportó la variedad Altagracia con 247 días. El promedio registrado para las variedades estudiadas fue de 243.18 días, mientras que el testigo (sin inoculo) registró 243.5 días a la cosecha y las variedades inoculadas tuvo un promedio de 242.8 (Ver tabla 14).

Los resultados del análisis de variancia, muestran que no existió diferencias estadísticas significativas entre repeticiones, de la misma forma para el factor B y la interacción AB, pero si existe diferencia altamente significativa para el factor A que son las variedades. El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 0.42% considerándose que los datos son muy homogéneos.

Tabla 15

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de días a la madurez de cosecha de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	247.50	a
2	Yunguyo	238.87	b
A.L.S (T) 0.05= 1.17			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	243.50	a
2	Sin inoculo	242.87	a
A.L.S (T) 0.05=1.17			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T1	Altagracia /sin inoculo	247.75	a
T2	Altagracia/con inoculo	247.25	a
T3	Yunguyo /sin inoculo	239.25	b
T4	Yunguyo/con inoculo	23850	b
A.L.S (T) 0.05=2.28			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 15, prueba de significación de los promedios de los tratamientos para días a la maduración; factor A (variedades) muestra que la variedad Yunguyo se comporta como la más precoz al alcanzar la madurez de cosecha en 238.87 días, superaron estadísticamente a la otra variedad evaluada.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que los dos tratamientos son iguales estadísticamente, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* no influye para esta variable ya que esto está dada por el factor genético y climatológico. En cuanto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T4 y T2 con 124.50 días y 123.75 días en orden decreciente, fueron los más precoces en alcanzar esta etapa superando significativamente a los demás tratamientos. Esta precocidad a la altitud de 3800 msnm es muy importante para superar el daño de los insectos, la granizada o helada, también vale señalar la procedencia de material genético.

La diferencia con variedades más precoces en otras regiones se nota ya que es una diferencia aproximada de 30 a 40 días y esto va a depender mucho del genotipo del cultivo y factores edafoclimáticos del medio donde se produce. Según Orcón (2010), para condiciones del Cuzco según estudios experimentales menciona que existen líneas precoces con ciclos vegetativos de hasta 5 meses (líneas CTC – 521, CTC – 008) y líneas

relativamente tardías de hasta 7 meses (CTC – 024, CTC – 47 entre otras) bajo condiciones del K'ayra – Cuzco que presenta pisos altitudinales mayores a 3500 msnm, sin embargo presentan un rendimiento muy por debajo del promedio dado por el Ministerio de Agricultura, con rendimientos de hasta 500 y 700 kg/ha. Además, Castañeda (1988), menciona que el ecotipo compuesto 22-2 conjuntamente con los ecotipos H6 y Compuesto 22-1, se comportan como ecotipos precoces tanto en la localidad de Chiquian (Ancash) con 158, 159 y 161 días respectivamente, como en Jauja (Junín) con 169, 172 y 174 días a la cosecha, respectivamente.

Para las condiciones del experimento se aprecia que la variedad Altagracia es el más tardío con 247 días a la cosecha, y por tanto es una variedad interesante que puede adaptarse a las condiciones de Otuzco y alcanzar buenos rendimientos de grano. Según Tapia (2007) las heladas atrasan la floración y Gross (1982), afirma que a finales del ciclo vegetativo se presentan heladas que impiden que continúe la floración interfiriendo en el crecimiento de la planta y afectando el rendimiento.

4.6 Longitud de vainas

Tabla 16

Análisis de varianza de longitud de vaina de 2 variedades de tarwi, (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	1.9369	0.64563333	1.56808614	3.86 – 6.99	NS
A	1	1.0507	1.0507	2.55189443	5.11 – 10.56	NS
B	1	9.1507	9.1507	22.2248	5.11 – 10.56	**
AB	1	1.3805	1.3805	3.35289832	5.11 – 10.56	NS
Error	9	3.7056	0.41173333			
Total	15	17.2244				
S=0.642			$\bar{x}$ =9.11		C.V = 7.04%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 16, se presentan los resultados promedio de la longitud de vaina donde esta variable varía entre 7.3 cm y 11.00 cm. donde la mayor longitud lo presenta la variedad Altagracia con inóculo y el menor fue el testigo (sin inóculo) en ambas variedades de Tarwi. Los tratamientos presentaron en un promedio general de 9.11cm. Con un coeficiente de variabilidad de 7.04%.

Los resultados del análisis de variancia al α=0.05 y nos indica, que no existe significancia estadística tanto para los bloques como para el factor A y la interacción AB. Con respecto

al factor al factor B, si se presentó diferencia altamente significativa lo cual indica que las variedades inoculadas son diferentes estadísticamente con respecto al testigo (sin inoculo).

Tabla 17

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de longitud de vainas de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	9.37	a
2	Yunguyo	8.86	a
A.L.S (T) 0.05= 0.72			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	9.87	a
2	Sin inoculo	8.36	b
A.L.S (T) 0.05=0.72			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia /con inoculo	10.42	a
T4	Yunguyo/con inoculo	9.32	a
T3	Yunguyo /sin inoculo	8.40	b
T1	Altagracia/sin inoculo	8.32	b
A.L.S (T) 0.05=1.41			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 17, prueba de significación de los promedios de los tratamientos para longitud de vaina; para el factor A (variedades) muestra que las dos variedades son iguales estadísticamente lo cual indica que las dos variedades se comportan de la misma forma para esta variable.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento con inoculo es superior con un promedio 9.87 cm. Con respecto al testigo (sin inoculo) que tuvo un promedio de 8.36 cm de longitud de vaina, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. Al respecto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T2 y T4 con 10.42 cm y 9.32 cm. en orden decreciente fueron lo más superiores en el tamaño de vainas superando significativamente a los demás tratamientos.

Los cuales fueron valores mayores a los obtenidos por Quenallata (2008), que obtuvo en su investigación valores promedios para esta variable de 9.5 cm y 9.34 cm de longitud y

a los obtenidos por Callisaya (2012) y Añanguari (2013), que informaron obtener valores de longitudes de vainas que variaron entre los 7.43 cm a 8.9 cm y 8.89 cm a 9.35 cm respectivamente.

4.7 Número de vainas del eje central

Tabla 18

Análisis de varianza de número de vainas del eje central de 2 variedades de tarwi, (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	4.4214	1.4738	3.10520648	3.86 – 6.99	NS
A	1	9.3544	9.3544	19.7091488	5.11 – 10.56	**
B	1	1.3804	1.3804	2.9084	5.11 – 10.56	NS
AB	1	9.5516	9.5516	20.1246371	5.11 – 10.56	**
Error	9	4.2716	0.47462222			
Total	15	28.9794				
S =0.688			$\bar{x}$ =11.75		C.V = 5.85%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En el tabla 18 se observa que el número de vainas en la inflorescencia central total promedio registrado por las dos variedades en estudio fue de 11.75 vainas/inflorescencia central. La variedad que obtuvo mayor registro fue la variedad Yunguyo con un promedio de 12.78 vainas/inflorescencia central superando a la variedad Altagracia que obtuvo 10.72 vainas/inflorescencia central.

En el análisis de variancia de esta variable, muestra que no existieron diferencias significativas entre bloques y para el efecto del factor B (dosis de *Bradyrhizubium*. Pero si presentó diferencia altamente significativa para el factor A (variedades) así mismo también para interacción AB o tratamientos, a un nivel de significancia (α=0.05) con un coeficiente de variación 5.85%.

Tabla 19

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de número de vainas del eje central de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Yunguyo	12.78	a
2	Altagracia	10.72	b
A.L.S (T) 0.05= 0.77			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	12.05	a
2	Sin inoculo	11.46	a
A.L.S (T) 0.05=0.77			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T4	Yunguyo/con inoculo	13.42	A
T3	Yunguyo/sin inoculo	12.15	A
T1	Altagracia/sin inoculo	10.77	B
T2	Altagracia/con inoculo	10.67	B
A.L.S (T) 0.05=1.51			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 19, prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de vainas del eje central; el factor A (variedades) muestra que la variedad yunguyo es superior con un promedio de 12.78 vainas a diferencia de la variedad Altagracia que obtuvo un promedio de 10.72 vainas.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) los dos tratamientos se muestran iguales estadísticamente tanto como las variedades inoculadas y el testigo, por lo cual nos indica que el inoculo no influye para esta variable ya que estas variables está dada por factores genéticos. En cuanto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T4, T3 con promedios 13.42 y 12.15 en orden decreciente fueron lo más superiores en el número de vainas del eje central superando significativamente a los demás tratamientos. Este carácter es muy importante evaluarlo ya que su valor influye directamente en el rendimiento.

4.8 Número de vaina del eje lateral

Tabla 20

Análisis de varianza de número de vainas del eje lateral de 2 variedades de tarwi, (a =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	0.98	0.32666667	2.21052632	3.86 – 6.99	NS
A	1	4	4	27.0676692	5.11 – 10.56	**
B	1	0.6400	0.6400	4.3308	5.11 – 10.56	NS
AB	1	0.0900	0.09	0.60902256	5.11 – 10.56	NS
Error	9	1.33	0.14777778			
Total	15	7.0400				
C.V = 5.85%			$\bar{x}$ =8.5		C.V = 4.51%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En el tabla 20 se observa que el promedio del número de vainas en la inflorescencia lateral total, registrado por las variedades en estudio fue de 8.5 vainas/inflorescencia lateral. La variedad que obtuvo mayor registro fue el Tarwi Yunguyo con un promedio 9.0 vainas/inflorescencias laterales, mientras que la variedad que registró el menor número de vainas fue la variedad Altagracia con un promedio de 8.00 vainas.

En el ANVA se observa para número de vainas del eje lateral, se puede apreciar que para la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa.

Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) si se tuvo una diferencia estadística altamente significativa con respecto a número de vainas de inflorescencias laterales.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) no existe diferencia estadística significativa, así como para la interacción AB (variedades x *Bradyrizubium*), no existe diferencia estadística significativa a un nivel (α=0.05), debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. El coeficiente de variabilidad es de 4.51% lo cual es considerado “muy bajo”, lo cual indica que dentro de cada tratamiento en estudio los datos son muy homogéneos.

Tabla 21

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de número de vainas del eje lateral de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Yunguyo	9.00	a
2	Altagracia	8.00	b
A.L.S (T) 0.05= 0.43			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	8.7	a
2	Sin inoculo	8.3	a
A.L.S (T) 0.05=0.43			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T4	Yunguyo/con inoculo	9.27	a
T3	Yunguyo/sin inoculo	8.72	a
T2	Altagracia/con inoculo	8.12	b
T1	Altagracia/sin inoculo	7.87	b
A.L.S (T) 0.05=0.84			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Según la prueba de Tukey al nivel 0.05, tabla 21, prueba de significación de los promedios de los tratamientos para número de vainas del eje lateral; factor A (variedades) muestra que la variedad yunguyo es superior estadísticamente, con un promedio de 9.0 vainas a diferencia de la variedad Altagracia que obtuvo un promedio de 8.0 vainas.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) los dos tratamientos se muestran iguales estadísticamente tanto como las variedades inoculadas y el testigo, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* no influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB se observa que los dos tratamientos T4, T3 con promedios 9.27 y 8.72 en orden decreciente fueron lo más superiores en el número de vainas del eje lateral superando significativamente a los demás tratamientos. Este carácter es muy importante evaluarlo ya que su valor influye directamente en el rendimiento.

4.9 Peso de 100 semillas

Tabla 22

Análisis de varianza de peso de 100 semillas de 2 variedades de tarwi, (α =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	3.2725	1.09083333	0.46401985	3.86 – 6.99	NS
A	1	39.9925	39.9925	17.0120525	5.11 – 10.56	**
B	1	42.5725	42.5725	18.1095	5.11 – 10.56	**
AB	1	22.8075	22.8075	9.70187877	5.11 – 10.56	*
Error	9	21.1575	2.35083333			
Total	15	129.8025				
S =1.533			$\overline{x}$ =27.90		C.V = 5.49 %	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Se observa en el análisis de varianza para peso de 100 semillas que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa. Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) si existe diferencia estadística altamente significativa con respecto a peso de 100 semillas

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrhizubium*) también existe diferencia estadística altamente significativa por lo cual los tratamientos se comportan de manera diferente. Para el factor AB (variedades x dosis de *Bradyrhizubium*), también existe diferencia estadística significativa debido a que hay efecto entre los factores, actuando estos de manera simultánea. El promedio de peso de 100 semillas de las accesiones evaluadas en el experimento fue de 27.90 gr y el coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 5.49% lo cual es aceptable para las condiciones en que se realizó el experimento, por lo que la veracidad de sus resultados son los adecuados.

Tabla 23

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de peso de 100 semillas de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	29.48	a
2	Yunguyo	26.32	b
A.L.S (T) 0.05= 1.73			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	29.53	a
2	Sin inoculo	26.27	b
A.L.S (T) 0.05=1.73			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia/con inoculo	31.75	a
T4	Yunguyo/con inoculo	27.32	b
T1	Altagracia/sin inoculo	27.22	b
T3	Yunguyo /sin inoculo	25.32	b
A.L.S (T) 0.05=3.83			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la prueba de comparación de medias según Tukey a un nivel de significación de 0.05, tabla 23, para peso de 100 semillas; el factor A (variedades) muestra que la variedad Altagracia es superior estadísticamente con un promedio de 29.48 gr. a diferencia de la variedad Yunguyo que obtuvo un promedio de 26.32 gr. de peso de semilla.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento inoculado es superior con un promedio de 29.53 gr. con respecto al testigo que tuvo un promedio de 26.27 gr. de peso, por lo cual, nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB de la misma forma se observa que el tratamiento T1 es superior con promedio 31.75 gr. a diferencia de los T4.T1 y T3 con promedios de 27.32, 27.22 y 25.32 gr. en orden decreciente fueron los que presentaron menor peso de 100 semillas.

4.10 Peso de semilla por planta

Tabla 24

Análisis de varianza de peso de semillas por planta de 2 variedades de tarwi, (α =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	0.0132	0.0044	3.24590164	3.86 - 6.99	NS
A	1	0.0315	0.0315	23.2377049	5.11 – 10.56	**
B	1	0.0248	0.0248	18.2951	5.11 – 10.56	**
AB	1	0.0010	0.001	0.73770492	5.11 – 10.56	NS
Error	9	0.0122	0.00135556			
Total	15	0.0827				
S =0.036			$\bar{x}$ =0.39		C.V = 9.23 %	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Se observa en el análisis de varianza para peso de semillas por planta para la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa lo cual indica que no hubo un desnivel en la parcela. Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) si existe diferencia estadística altamente significativa con respecto a peso de semillas por planta, lo cual indica que uno de las variedades es superior en cuanto a rendimiento.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrhizubium*) también existe diferencia estadística altamente significativa por lo tanto una de las dosis es diferente a la otra, para el factor AB (variedades x dosis de *Bradyrhizubium*), no existe diferencia estadística significativa debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. El promedio de peso de semillas por planta de las variedades evaluadas en el experimento fue de 39 gr. y el coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 9.23% lo cual es aceptable para las condiciones en que se realizó el experimento, por lo que la veracidad de sus resultados son los adecuados.

Tabla 25

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de peso de semillas por planta de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	43.00	a
2	Yunguyo	34.00	b
A.L.S (T) 0.05= 0.04			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	43.00	a
2	Sin inoculo	35.00	b
A.L.S (T) 0.05=0.04			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia/con inoculo	48.00	a
T1	altagracia/sin inoculo	38.00	b
T4	Yunguyo/con inoculo	37.00	b
T3	Yunguyo/sin inoculo	31.00	b
A.L.S (T) 0.05= 0.08			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la prueba de comparación de medias según Tukey a un nivel de significación de 0.05, tabla 25, para peso de semillas por planta, para factor A (variedades) muestra que la variedad Altagracia es superior con un promedio de 43 gr. a diferencia de la variedad Yunguyo que obtuvo un promedio de 34 gr. de peso de semilla por planta.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento inoculado es superior con un promedio de 43 gr. con respecto al testigo que tuvo un promedio de 35 gr. de peso, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB de la misma forma se observa que el tratamiento T2 es superior con promedio 48 gr. a diferencia de los tratamientos T1, T4 y T3 con promedios de 38, 37 y 31 gr. en orden decreciente el tratamiento que presento el menor peso fue el tratamiento T3 que es la variedad Yunguyo sin inoculo tal como se muestra en la tabla.

Se tomó como referencia los siguientes trabajos de investigación anteriormente realizadas para estos componentes de rendimiento como se cita los siguientes autores. Según Huamán (1999)**,** obtuvo un promedio de rendimiento de grano por planta de 0.046 kilogramos.

Según Ortiz (1997), obtuvo un total de rendimiento de grano por planta de 0.027 kilogramos. Pumacallahui (1999), que obtuvo total de rendimiento de grano por planta de 0.051 kilogramos.

En el presente trabajo se obtuvo para las dos variedades sembradas que la variedad Yunguyo sin inoculo alcanzo el menor rendimiento con 31 gr. hasta un máximo rendimiento 48 gr, alcanzado por la variedad Altagracia con inoculo, teniendo como promedio de 39 gr para las dos variedades, en este trabajo realizado en la campaña 2019-2020 tuvo mejor rendimiento que los trabajos anteriormente realizados pese a la altitud.

1.11 Rendimiento de grano (kg/ha)

Tabla 26

Análisis de varianza de rendimiento de grano

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05-0.01	SIG
Repeticiones	3	331718.75	110572.917	3.30171073	3.86-6.99	NS
A	1	787656.25	787656.25	23.5194401	5.11-10.56	**
B	1	620156.2500	620156.2500	18.5179	5.11-10.56	**
AB	1	26406.2500	26406.25	0.78849145	5.11-10.56	NS
Error	9	301406.25	33489.5833			
Total	15	2067343.7500				
S =183.00			$\bar{x}$ =1953.12		C.V = 9.36%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Análisis de varianza para el rendimiento se presenta en el tabla 26, en él se puede apreciar que para fuente bloques no existe diferencias estadísticas significativas; sin embargo para el factor A (variedades), si existe diferencias estadísticas altamente significativas; de la misma forma para el factor B (dosis de *Bradyrhizobium*), a un nivel significancia de (a =0.05) Los rendimientos por hectárea se obtuvieron mediante la comparación del rendimiento de grano por planta llevados a número de plantas hectáreas y se puede apreciar que los tratamientos presentaron un promedio general de 1953.12 kilogramos por hectárea con un coeficiente de variación de 9.36 %, y según la escala de calificación de (Calzada, 1982), es considerado como excelente para experimentos de esta naturaleza.

Tabla 27

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de rendimiento de grano por hectárea de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	2175	a
2	Yunguyo	1731.25	b
A.L.S (T) 0.05= 207.04			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	2150	a
2	Sin inoculo	1756.25	b
A.L.S (T) 0.05=207.04			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia/con inoculo	2412.5	a
T1	altagracia/sin inoculo	1937.5	b
T4	Yunguyo/con inoculo	1887.5	b
T3	Yunguyo/sin inoculo	1575	b
A.L.S (T) 0.05= 403.51			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la tabla 27, se observa la prueba de Tukey para rendimiento de grano por hectárea, en donde el factor A (variedades) muestra que la variedad Altagracia es superior con un promedio de 2175 kg/ha a diferencia de la variedad Yunguyo que obtuvo un promedio de 1731.25 kg/ha.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento inoculado es superior con un promedio de 2150 kg/ha, con respecto al testigo que tuvo un promedio de 1756.25 kg/ha de peso, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB de la misma forma se observa que el tratamiento T2 es superior con promedio 2412.5 kg/ha a diferencia de los tratamientos T1, T4 y T3 con promedios de 1937.5, 1887.5 y 1575 kg/ha en orden decreciente el tratamiento que presento el menor peso fue el tratamiento T3 que es la variedad Yunguyo sin inoculo tal como se muestra en la tabla.

Estos valores nos indica que está en el rango de aceptación de rendimiento de entre (800-2736 kg/ha) reportados por (Jacobsen y Mujica, 2004). Los resultados obtenidos de en esta investigación en la variedad Altagracia son superiores a los encontrados por Huisa (2018), en su trabajo de investigación en el CIP Camacani Puno, donde la variedad Altagracia obtuvo 1820 kg/ha.

Y por otra parte Echavarría (2015), encontró un promedio de 3061 kg/ha de rendimiento por tratamiento y Quico (2013) obtuvo rendimientos que oscilaron entre 500 y 3500 kg/ha, estas 2 investigaciones son superiores al presente trabajo.

1.12Peso fresco de follaje por planta

Tabla 28

Análisis de varianza de peso fresco de follaje por planta de 2 variedades de tarwi, (α =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 – 0.01	SIG
Repeticiones	3	0.4126	0.13753333	8.93718412	3.86 – 6.99	**
A	1	-0.0007	-0.0007	-0.04548736	5.11 – 10.56	NS
B	1	0.9524	0.9524	61.8888	5.11 – 10.56	**
AB	1	0.0007	0.0007	0.04548736	5.11 – 10.56	NS
Error	9	0.1385	0.01538889			
Total	15	1.6010				
S =0.123			$\bar{x}$ =0.53		C.V = 23.20%	

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

Se observa en el análisis de varianza para peso fresco de follaje por planta, para la fuente de repeticiones si existe diferencia estadística significativa lo cual indica que si hubo un desnivel en la parcela para esta variable. Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) no existe diferencia estadística significativa con respecto a peso de follaje por planta, lo cual indica que las dos variedades son iguales estadísticamente.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrhizubium*) si existe diferencia estadística altamente significativa por lo tanto una de las dosis es diferente a la otra, para el factor AB (variedades x dosis de *Bradyrhizubium*), no existe diferencia estadística significativa debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. El promedio de peso de follaje por planta de las variedades evaluadas en el experimento fue de 0.53 kg. y el coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 23.20% lo cual es aceptable para las condiciones en que se realizó el experimento, por lo que la veracidad de sus resultados son los adecuados.

Tabla 29

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de peso fresco de follaje por planta de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	54.00	a
2	Yunguyo	52.00	a
A.L.S (T) 0.05= 0.14			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	78.00	a
2	Sin inoculo	29.00	b
A.L.S (T) 0.05=0.14			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T2	Altagracia/con inoculo	79.00	a
T4	Yunguyo/con inoculo	76.00	b
T1	Altagracia/sin inoculo	29.00	b
T3	Yunguyo /sin inoculo	28.00	b
A.L.S (T) 0.05= 0.27			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la prueba de comparación de medias según Tukey a un nivel de significación de 0.05, tabla 29, para peso de follaje por planta, para factor A (variedades) muestra que las dos variedades son iguales estadísticamente.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento inoculado es superior con un promedio de 0.78 kg. Con respecto al testigo que tuvo un promedio de 0.29 kg de peso, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB de la misma forma se observa que el tratamiento T2 es superior con un promedio 0.79 kg. a diferencia de los tratamientos T4, T1 y T3 con promedios de 38, 37 y 31 gr. en orden decreciente el tratamiento que presento el menor peso fue el tratamiento T3 que es la variedad Yunguyo sin inoculo tal como se muestra en la tabla 29.

La diferencia de pesos entre las accesiones evaluadas no es muy marcada sin embargo puede estar influenciado por la altura de la planta, así como su incidencia en su capacidad de rendimiento de grano y la madurez de cosecha.

4.11Peso fresco de raíz con nódulos

Tabla 30

Análisis de varianza de peso fresco de raíz con nódulos de 2 variedades de tarwi, (α =0.05)

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	F.t 0.05 - 0.01	SIG
Repeticiones	3	1454	484.666667	2.9157754	3.86 - 6.99	NS
A	1	36	36.0000	0.21657754	5.11 -10.56	NS
B	1	3600.0000	3600.0000	21.6578	5.11 - 10.56	**
AB	1	49.0000	49.0000	0.2947861	5.11 - 10.56	NS
Error	9	1496	166.222222			
Total	15	6635.0000				
S =12.892			$\overline{X}$=34.75		CV=37.09%	

Fuente: (Elaboración propia, 2020)

Se observa en el análisis de varianza para peso fresco de raíz con nódulos, para la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa lo cual indica que no hay un desnivel en la parcela para esta variable. Igualmente se observa que en la fuente de variación del factor A (variedades) no existe diferencia estadística significativa con respecto a peso fresco de raíz con nódulos, lo cual indica que las dos variedades son iguales estadísticamente.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrhizubium*) si existe diferencia estadística altamente significativa por lo tanto una de las dosis es diferente a la otra, para el factor AB (variedades x dosis de *Bradyrhizubium*), no existe diferencia estadística significativa debido a que no hay efecto entre los factores, actuando estos de manera independiente. El promedio de peso de follaje por planta de las variedades evaluadas en el experimento fue de 34 gr. y el coeficiente de variabilidad para esta característica fue de 37.09% lo cual es aceptable para las condiciones en que se realizó el experimento, por lo que la veracidad de sus resultados son los adecuados.

Tabla 31

Prueba de Tukey para la comparación de promedios de peso fresco de raíz con nódulos por planta de dos variedades de tarwi, α =0.05.

Factor A			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Altagracia	36.25	a
2	Yunguyo	33.25	a
A.L.S (T) 0.05=14.58			
Factor B			
OM	Variedades	Promedio	Significación
1	Con inoculo	49.75	a
2	Sin inoculo	19.75	b
A.L.S (T) 0.05=14.58			
OM	Variedades	Promedio	Significación
T4	Yunguyo/con inoculo	50.00	a
T2	Altagracia/con inoculo	49.5	a
T1	Altagracia/sin inoculo	23.00	a
T3	Yunguyo /sin inoculo	16.5	b
A.L.S (T) 0.05= 28.42			

Fuente: (Elaboración Propia, 2020)

En la prueba de comparación de medias según Tukey a un nivel de significación de 0.05, tabla 31, para el peso fresco de raíz con nódulos, el factor A (variedades) muestra que las dos variedades son iguales estadísticamente.

Con respecto al factor B (dosis de *Bradyrizubium*) se observa que el tratamiento inoculado es superior estadísticamente con un promedio de 49.75 gr. Con respecto al testigo que tuvo un promedio de 19.75 gr. de peso, por lo cual nos indica que el *Bradyrhizobium* si influye para esta variable. En cuanto a la interacción AB de la misma forma se observa que el tratamiento T4, T2 y T1 es superior con promedios de 50, 49.5 y 23 gr en orden decreciente, por lo tanto, es diferente al tratamiento T3 que es la variedad Yunguyo sin inoculo que tuvo un promedio 16.5 gr.

Es importante la cantidad de nódulos ya que estos aportan y enriquecen al suelo hasta con 150 Kg de N/ha/cosecha. Además, existen indicios que su sistema radicular, genera condiciones letales para los nemátodos que atacan a la papa (Cerrate y Camarena, 1981).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se realizó el presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

1. Para el porcentaje de emergencia, las bacterias inoculadas no influyeron en este parámetro ya que no mostraron diferencias estadísticas significativas respecto al testigo, plantas sin inocular. Los tratamientos presentaron un promedio general de 2.86 % de emergencia, con un coeficiente de variación de 5.68 %.
2. En cuanto al rendimiento, hubo diferencias significativas entre las dos variedades de tarwi estudiadas. La variedad Altagracia con inóculo presentó el mejor rendimiento con 2412.5 kg/ha, a diferencia de la variedad Yunguyo que fue de 1887.5 kg/ha. Mientras que los testigos, las variedades no inoculadas obtuvieron un promedio de 1756.25 kg/ha, siendo la variedad Altagracia que obtuvo resultados superiores al promedio alcanzado de 1820 kg/ha en un trabajo de investigación. (Huisa, 2018)
3. La variedad Yonguyo presentó los parámetros más favorables en cuanto a estas variables: días a la floración 124, días a la madurez de cosecha 238 días, registrándose como la más precoz de las dos variedades estudiados en condiciones de Buenavista, Lircay a una altitud de 3780msnm.
4. Se encontró una diferencia altamente significativa en cuanto a los valores de peso de 100 semillas, siendo la variedad Altagracia inoculada la que presentó el valor más alto con 31.75 g seguido de la variedad Yunguyo inoculada con 27.32 g, en cambio los testigos de las dos variedades no inoculadas tuvieron el peso más bajo con 26.27gr.
5. Se encontraron diferencias altamente significativas en los siguientes parámetros: Altura de planta a los 60 y 120 dds, número de vainas de inflorescencia central, número de vainas de inflorescencia lateral.
6. Se encontraron diferencias altamente significativas en el estudio de la capacidad simbiótica de estas dos variedades de tarwi en la localidad de Buenavista para las variedades evaluadas, para el variable de peso fresco de raíz con nódulos, siendo las dos variedades inoculadas que obtuvo el valor más alto con 50 g Altagracia y seguido de la variedad Yunguyo con 49.5 g, a diferencia de las variedades sin inóculo que obtuvieron un promedio de 23 g Altagracia y 16.5 g Yunguyo.

7. La investigación realizada determina que si bien en algunos variables, el *Bradyrhizobium* contribuye en mejorar el rendimiento de grano debido a que la fijación del nitrógeno atmosférico es en mayor cantidad en una planta inoculada.
1. La fenología de las variedades de tarwi para las condiciones de Buenavista, Lircay, Huancavelica es la siguiente: Germinación (7 Días después de la siembra), Emergencia (15 dds), Cotiledonar (32dds), 1° Desarrollo (45dds), 2° Desarrollo 76 dds), Prefloración (98 dds), Floración (126 dds), Formación de Vainas (163dds), Llenado de vainas (203 dds), Cosecha (243 dds)

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Proseguir el trabajo de investigación de inoculación en las otras variedades de Tarwi y en otras leguminosas.
2. Evaluar el *Bradyrhizubium* estudiada en diferentes localidades de sierra norte, centro y sur, con el objeto de evaluar la adaptación de dicho inoculo y de esta manera comprobar su verdadero potencial del *Bradyrhizubium* a nivel nacional e internacional.
3. Realizar un diagnóstico de las plagas y enfermedades en la raíz, tallo e inflorescencias, buscando la influencia del *Bradyrhizubium* en estos factores fitosanitarios.
4. Para una producción garantizada de Tarwi, se recomienda utilizar semilla certificada ya sea que se trate de introducir una nueva variedad en la zona o se cultiven variedades locales.
5. Se recomienda a instituciones y autoridades del rubro, apoyar los esfuerzos privados por incrementar el cultivo de tarwi, con campañas masivas de siembra para que el producto sea exportado a otros países, donde ya se han observado sus cualidades

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, L. (2015). "*Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis sweet),* bajo condiciones de Otuzco - la libertad"

Balatti, (1992). "*Producción de inoculantes para leguminosas*". Tecnología de las fermentaciones aplicadas a los géneros *Rhizobium y Brandyrhizobium*. Ed. Tarabuco. La Plata.

Benintende, Sanchez, Sterren y Musante (2011). *"Taxonomía Bacteriana (Guía de estudio)".* Universidad Nacional de Entre ríos, Cátedra Microbiología Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Unidad de temática 5. P 2.

Blanco, (1982). Variabilidad Genética de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet). Agricultura y Aspectos nutritivos del Lupino. Ediciones R, Gross y E.S. Bunting.

Burdass y Hurts, (2002). Rhizobium, Root Nodules y Nitrogen Fixation. Society for general Microbiology. (Disponible en: http://biblio.teluq.ca/LinkClick.aspx?fileticket=BBFPnTAWTnI%3Dytabid=40831ylanguage=fr-CA

Cáceres, (1999). "*Población de rhizobios locales y respuestas de haba y arveja a la inoculación en la zona andina de Bolivia*". Universidad Mayor de San Simon, Facultad de Ciencias Agricolas, Pecuarias Forestales y Veterinarias "Martin Cardenas". Cochabamba – Bolivia.

Caicedo y Peralta (2001). "*El cultivo de chocho* (*Lupinus mutabilis Sweet).* Fitonutrición, Enfermedades y Plagas, en el Ecuador". Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias. Boletín Técnico Nº 103 programa nacional de leguminosas estación experimental santa catalina. Quito-Ecuador, P 5-6.

Camarena M, (2012). *Revalorizacion de un cultivo subutilizado: Chochó o tarwi (lupinus mutabilis Sweet).*Primera Edicion.Universidad Nacional de Ciencia, Tecnología e InnovacionTecnologica CONCYTEC.

Callisaya, (2012). *Comportamiento Agronómico del cultivo de tarwi* (*Lupinus mutabilis Swit*) bajo dos métodos y tres densidades de siembra en la localidad de Carabuco. Tesis de Grado. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

Castro R. (2012). "*Respuesta a la inoculación con tres dosis de Rhizobium en el cultivo de arveja* (*Pisum Sativum L.*) variedad rogger temprana espejo – Carchi 2011". Universidad Tecnica del Norte Instituto de Posgrado, Ibarra-Ecuador. P 17-25.

Casaverde R.; J. Cepeda; R. Asencios. (2009). "*Morphology and distribution of Rhizobium nodules in four legume species*". Revista "CIENTÍFICA", Volumen 6 Nº3. Fondo Editorial. Universidad Científica del Sur. Lima-Perú. P 250-258.

Cerrate, A. (1981). Agronomía, mejoramiento genético, semillas e informe de avance de investigación en tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Chincheros P. J. (1996). *"Selección de aislamientos Bradyrhizobium lupini a partir de plantas cultivadas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).* Tesis de grado para obtener el título de licenciatura en ingeniería agronómica. La Paz – Bolivia. 6 p.

CIFP, (2001). Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas Pairumani (CIFP) - Cochabamba, Bolivia.

CIPCA, (2004). *Centro de Investigación y Promoción del Campesinado*. El potencial del tarwi. La Paz, Bolivia. Publicación domingo 24 de octubre 2004.

CIPCA, 2009. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Cultivo del Tarwi. La Paz, Bolivia. Memoria Informe de gestión 2009. p 11-34.

Cordeco. (1979). *Corporación Regional de Desarrollo de Cochabamba*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. Cereales. INE Cochabamba, Bolivia. Editorial INADES Roma – Italia. 51 p.

Coyne M. (2000). "*Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio".* Editorial Paraninfo, Impreso en España. Capítulo 19, 20, 21, 27, 28, 22, p. 217-340.

Cuna, (2011). "Manual sobre producción y transformación básica de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet)", La semilla del futuro tarwi ecotipo Carabuco. Primera edición La Paz-Bolivia. 10 – 16 p.

Diaz Alcantara C. A. 2010. "Aislamiento, caracterización y selección de rizobias autóctonos que nodulan habichuela roja (Phaseolus vulgaris L.), en la República Dominicana". Tesis Doctoral. Universidad de León (departamento de ingeniería

y ciencias agrarias). Instituto de medio ambiente, recursos naturales y biodiversidad. P 58.

Echavarria, L. (2015). Evaluación de parámetros de rendimiento de 13 accesiones de tarwi (*lupinus mutabilis*) en la comunidad de Manantial Pampa - Rosario - Acobamba - Huancavelica.

Espinoza, E. (2010). *Cultivo del Tarwi*. "Tarwi como alternativa para la crisis alimentaria". (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado 1 de nov. 2012. Disponible en http://www.Edgar Espinoza Montesinos.blogspot.com./2010/blogspot.

Espinoza y L. Malpica. 2007. "El género Rhizobium como inoculante para leguminosas". CENIAP HOY Nº 14. (Disponible en: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/ceniaphoy/index.htm05)

FAO, (2011). *Guía para la manipulación de semillas.* (en línea). La Paz Bolivia. Consultado 15 abr. 2013. Disponible en: http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/recnat/pdf/granos.

Gibson E. Kobayashi H. (2008). Molecular determinants of a symbiotic chronic infection. Annu. Rev. Gent. 42: 413 – 441. (Disponible en: (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18983260 06/11/2013).

Gross, R., E. Von Baer, F. Koch, R. Marquard, L. (1988). *Chemical composition of a new variety of the Andean lupin* (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. J. Food Comp. Anal. 1, pp. 353 - 361.

Guzman J. (1999). "Población de rizobias locales y respuestas de haba y arveja a la inoculación en la zona andina de Bolivia, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON, Facultad de ciencias agrícolas, pecuarias forestales y veterinarias "Martin Cárdenas", Cochabamba – Bolivia. 1 p.

INIAF, 2009. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Registro Nacional de Variedades. Edición primera. Noviembre del 2009. La Paz, Bolivia.

INLASA. (2014). *Instituto Nacional de Laboratorios de Salud.* Tabla boliviana de composición de alimentos. Ministerio de Salud y Deportes. Serie Documentos Técnicos. Cuarta Edición. La Paz, Bolivia. 82 p.

Jacobsen S. Y A. Mujica. (2006). "*El Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet*.) y sus parientes silvestres", Universidad Real de Agricultura y Veterinaria, Taastrup, Dinamarca. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Editores: M. Moraes R., B. Ollgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev. Universidad Mayor de San Andrés: 458-482 p.

Lescano, L. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos andinos*. Programa Interinstitucional de Waru-Waru. Convenio: inade/pelt cotesu. Puno, Perú. p. 65-450.

Lopez M. (2013). "Efecto de la deshidratación osmótica, el secado y el recubrimiento en la obtención del chocho crocante". Escuela politécnica nacional, Facultad de Ingeniería química y agroindustria, Quito-Perú, P 2.

Marmolejo y Suasnabar (2010). Leguminosas de grano. Facultad de Agronomía UNCP. Huancayo – Perú.

Martinez P. M. (2005). "*Aislamiento e identificación de Rhizobium en Lupinus silvestre por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR)",* Revista científica (SCIENTIA cuba), Publicación 29 de diciembre, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. p – 177.

MINAGRI, (2014). Ministerio de agricultura y riego. Producción de leguminosas. Lima Perú.

Mujica, (2006). Ángel; Coilan, Julia; Quispe, Paulino. "*Cultivos Andinos*". Editorial Canelas.Bolivia; 2008.

Ochoa, R. (2009). *Diseños Experimentales. Facultad Agronomía*. La Paz, Bolivia. 263 p.

Plata, J. (2016) Comportamiento agronómico de dos variedades de tarwi (lupinus mutabilis sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad marka hilata carabuco, la paz.

Pijnenborg J. (1998). "Estudios de la fijación biológica de nitrógeno". P 19 – 24. En Waaijenberg, H. (editor). 1998. "Metodología de la investigación en agronomía" – Curso 1. Revisión de información. Proyecto Rhizobiologia. (CIAT-CIF-OLNG-CIFP-WAU). Cochabamba, Bolivia. P 68.

Quico, L. (2013). “Evaluación y selección de noventa y tres líneas de tarwi *(lupinus mutabilis swee1)* para rendimiento de grano bajo condiciones de K'ayra- Cusco,

Riveros, V. (2007). *Diagnóstico de Recursos Naturales Circunlacustre y Lacustre de Quiascapa y Carabuco*. Unidad Operativa Boliviana. pp. 87

Rodriguez B (2009) y M. Lopez. (2013). “*Evaluation of the biological fertilization on cowpea with nativa Rhizobium strains isolated from an ultisol in landplane guarico state*”. Investigadoras. INIA-CENIAP. Maracay, estado Aragua. Venezuela. P 382, 383.

Taco, N. (2019). “infectividad de la inoculación de dos cepas de *Bradyrhizobium* aisladas de *Lupinus*, en ocho leguminosas cultivadas”

Tamez, P, y JJ. Peña-Cabriales. 1989. Estudio sobre la simbiosis Rhizobium-jicama (Pachyrihzus erosus, Urbam) II Reunión Nacional de la Fijación Biológica de N2. Guadalajara, Jalisco (Memorias).

Tapia M. (2000). “Cultivos Andinos Sub explotados y su aporte a la alimentación”. FAO, Segunda edición, Santiago, Chile. (Disponible en: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/home10.htm 23/12/2013)

Tapia, M. (1997). *Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la Alimentación.* FAO. Santiago, Chile. PP. 75-229.

Tapia, M., Fries. A., Mazar, I., RoselL, C. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO-Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima, PE. 209 p.

Velasco R. (2009). *Producción de canola, lupino y arveja*, en la precordillera de Bio-Bio y el Sacano costero de la provincia de Arauco. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Boletin INIA N°188. Chillán, Chile. 166p.

Zahran, H. (1999). Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. Microbiology and molecular biology reviews, 63(4), 968-989.

ANEXOS

ANEXO A: Datos de evaluación de emergencia y altura de planta a los 60 120 dds

Porcentaje de emergencia					
Repeticiones	V1		V2		Σ X…k
	S/I	C/I	S/I	C/I	
I	1.2	1.21	1.21	1.21	4.83
II	1.18	1.2	1.23	1.23	4.84
III	1.23	1.21	1.2	1.21	4.85
IV	1.23	1.24	1.18	1.21	4.86
Σxij	4.84	4.86	4.82	4.86	**19.38**
□ij	1.21	1.215	1.205	1.215	1.21125
Σxi	9.7		9.68		19.38
□i	1.2125		1.21		1.21125
ΣXj	9.66		9.72		19.38
□j	1.2075		1.215		1.21125

Altura de planta a los 60 dds					
Repeticiones	V1		V2		Σ X…k
	S/I	C/I	S/I	C/I	
I	17	16.8	22.4	19.1	75.3
II	18.4	16.4	18.7	18.4	71.9
III	17.8	18.4	17.8	19.4	73.4
IV	17.7	18.7	18.3	20.9	75.6
Σxij	70.9	70.3	77.2	77.8	296.2
□ij	17.725	17.575	19.3	19.45	18.5125
Σxi	141.2		155		296.2
□i	17.65		19.375		18.5125
ΣXj	148.1		148.1		296.2
□j	18.5125		18.5125		18.5125

Altura de planta a los 120 dds					
Repeticiones	V1		V2		Σ X…k
	S/I	C/I	S/I	C/I	
I	83	106.1	92.2	118.8	400.1
II	90.4	101.7	83.8	113.1	389
III	90.4	109.2	82.3	107.5	389.4
IV	92.9	123.4	92.9	102.1	411.3
Σxij	356.7	440.4	351.2	441.5	1589.80
□ij	89.175	110.1	87.8	110.375	99.3625
Σxi	797.1		792.7		1589.8
□i	99.6375		99.0875		99.3625
ΣXj	707.9		881.9		1589.8
□j	88.4875		110.2375		99.3625

ANEXO B: Datos de evaluación de floración, longitud de vaina y número vaina

Días a la Floración					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	126	127	123	121	497
II	130	128	125	126	509
III	127	129	124	126	506
IV	129	129	123	125	506
Σxij	512	513	495	498	2018.00
□ij	128	128.25	123.75	124.5	126.125
Σxi	1025		993		2018
□i	128.125		124.125		126.125
ΣXj	1007		1011		2018
□j	125.875		126.375		126.125

Longitud de vaina					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	8.6	10.1	9.6	9.1	37.4
II	8.3	11	7.3	9	35.6
III	7.3	10	8.1	9.3	34.7
IV	9.1	10.6	8.6	9.9	38.2
Σxij	33.3	41.7	33.6	37.3	145.90
□ij	8.325	10.425	8.4	9.325	9.11875
Σxi	75		70.9		145.9
□i	9.375		8.8625		9.11875
ΣXj	66.9		79		145.9
□j	8.3625		9.875		9.11875

Numero de vainas del eje central					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	12.1	11.6	11.8	14.7	50.2
II	11.5	10.3	12.3	13.5	47.6
III	9.6	10.4	12.7	12.8	45.5
IV	9.9	10.4	11.8	12.7	44.8
Σxij	43.1	42.7	48.6	53.7	188.10
□ij	10.775	10.675	12.15	13.425	11.7563
Σxi	85.8		102.3		188.1
□i	10.725		12.7875		11.7563
ΣXj	91.7		96.4		188.1
□j	11.4625		12.05		11.7563

ANEXO C: Datos de evaluación de vainas, madurez de grano y peso de 100 semillas

Numero de vainas del eje lateral					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	7.5	8.2	8.6	9.7	34
II	7.8	8.1	7.9	8.8	32.6
III	8.5	8.3	9.1	9.5	35.4
IV	7.7	7.9	9.3	9.1	34
Σxij	31.5	32.5	34.9	37.1	136.00
□ij	7.875	8.125	8.725	9.275	8.5
Σxi	64		72		136
□i	8		9		8.5
ΣXj	66.4		69.6		136
□j	8.3		8.7		8.5

Días a la madurez de grano					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	248	248	241	239	976
II	247	247	239	238	971
III	247	248	237	238	970
IV	249	246	240	239	974
Σxij	991	989	957	954	3891.00
□ij	247.75	247.25	239.25	238.5	243.188
Σxi	1980		1911		3891
□i	247.5		238.875		243.188
ΣXj	1948		1943		3891
□j	243.5		242.875		243.188

Peso de 100 semillas					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	28.3	34.8	24.1	26.3	113.5
II	27.1	29.7	24.3	27.9	109
III	25.6	31.6	26.8	26.9	110.9
IV	27.9	30.9	26.1	28.2	113.1
Σxij	108.9	127	101.3	109.3	446.50
□ij	27.225	31.75	25.325	27.325	27.9063
Σxi	235.9		210.6		446.5
□i	29.4875		26.325		27.9063
ΣXj	210.2		236.3		446.5
□j	26.275		29.5375		27.9063

ANEXO D: Datos de evaluación de grano, raíz con nódulos y peso de follaje

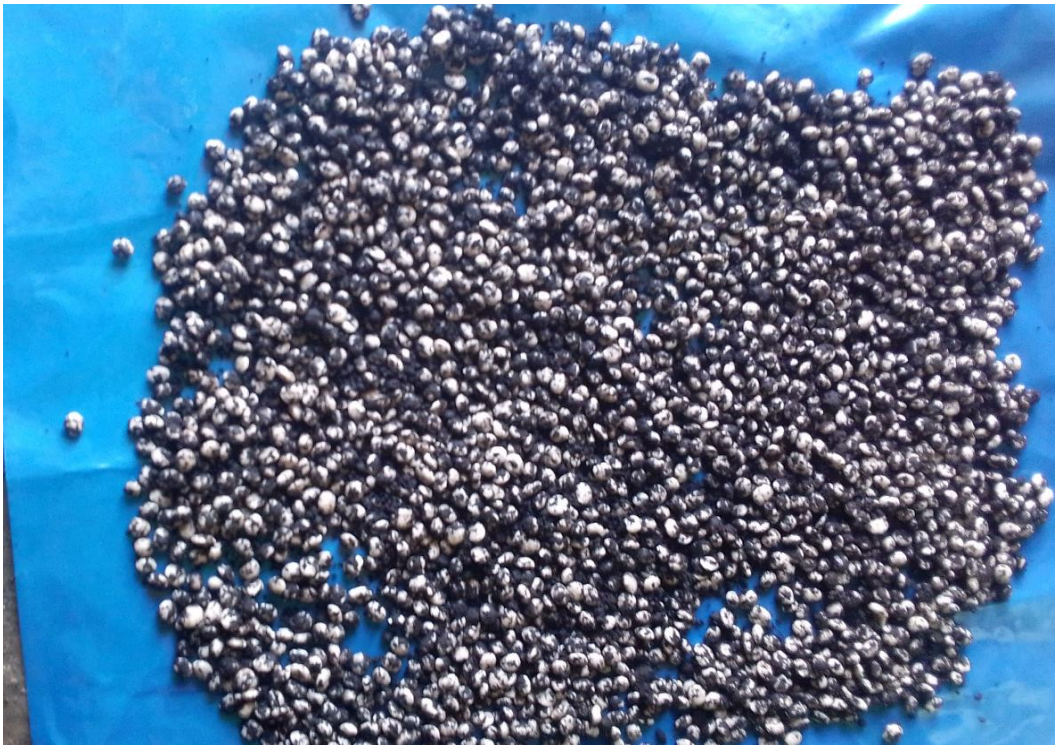
Peso de grano por Planta					
	V1		**V2**		
Repeticiones	**S/I**	**C/I**	**S/I**	**C/I**	**Σ X…k**
I	0.41	0.56	0.31	0.44	1.72
II	0.43	0.49	0.32	0.37	1.61
III	0.33	0.47	0.35	0.36	1.51
IV	0.38	0.41	0.28	0.34	1.41
Σxij	**1.55**	**1.93**	**1.26**	**1.51**	**6.25**
□ij	**0.3875**	**0.4825**	**0.315**	**0.3775**	0.39063
Σxi	**3.48**		**2.77**		6.25
□i	**0.435**		**0.34625**		0.39063
ΣXj	**2.81**		**3.44**		6.25
□j	**0.35125**		**0.43**		0.39063

Peso fresco de raíz con nódulos					
	V1		**V2**		
Repeticiones	**S/I**	**C/I**	**S/I**	**C/I**	**Σ X…k**
I	7	33	22	55	117
II	9	26	13	43	91
III	27	71	12	47	157
IV	49	68	19	55	191
Σxij	92	198	66	200	556.00
□ij	23	49.5	16.5	50	34.75
Σxi	290		266		556
□i	36.25		33.25		34.75
ΣXj	158		398		556
□j	19.75		49.75		34.75

Peso de follaje					
	V1		V2		
Repeticiones	S/I	C/I	S/I	C/I	Σ X…k
I	0.210	0.810	0.400	0.750	2.17
II	0.183	0.410	0.180	0.600	1.373
III	0.217	0.898	0.151	0.625	1.891
IV	0.586	1.05	0.408	1.100	3.144
Σxij	1.196	3.168	1.139	3.075	8.58
□ij	0.299	0.792	0.28475	0.76875	0.53613
Σxi	4.364		4.214		8.578
□i	0.5455		0.52675		0.53613
ΣXj	2.335		6.243		8.578
□j	0.291875		0.780375		0.53613

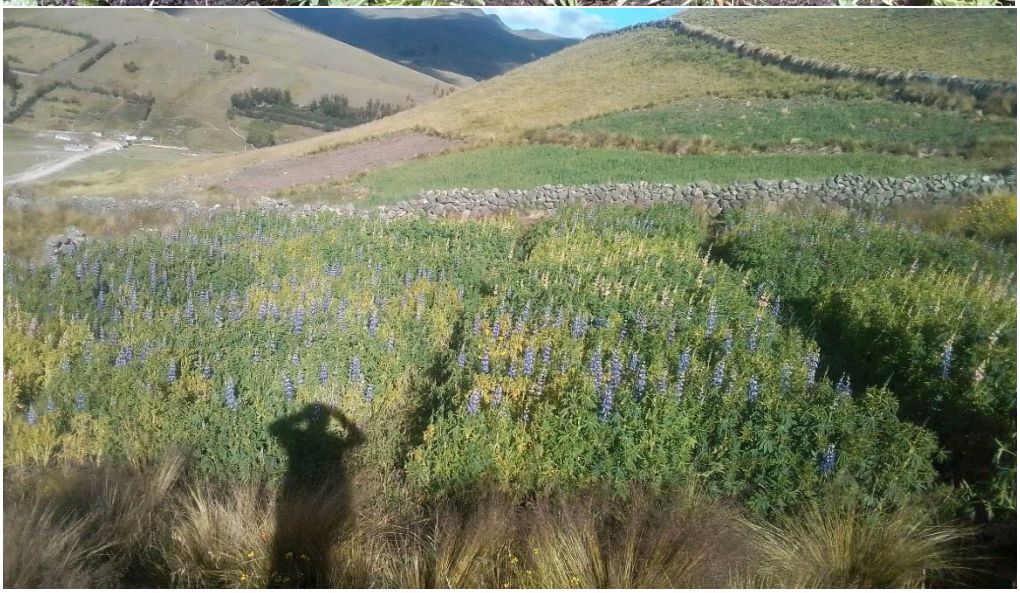
ANEXO E: Preparación del terreno

ANEXO F: Semilla inoculada con Bradyrhizubium.



ANEXO G: Siembra de tarwi

ANEXO H: Evaluación de altura de planta a los 60 dds.



ANEXO I: Evaluación de paso de follaje por planta.