

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CUATRO TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL
RENDIMIENTO DE GRANO DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet)
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS
PICHONES-TACNA-2017**

TESIS

Presentada Por:

Bach. Evelin Anyel Sumiano Avendaño

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CUATRO TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN
EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*
Sweet) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS
PICHONES-TACNA-2017**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 14 DE MARZO DEL 2022
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



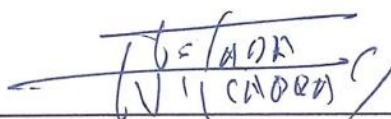
MSc. ARISTIDÉS CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

VOCAL:



MSc. JUAN CARLOS TEJADA VIZCARRA

ASESOR:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y bendecirme día a día y por permitirme alcanzar esta meta.

A mi hija Anyelina, por ser el motor y motivo para salir adelante y lograr mis objetivos.

A mis padres por darme la vida y su apoyo incondicional para realizarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, a la Escuela Profesional de Agronomía que me acogió durante los 5 años de vida estudiantil.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía que me brindaron los conocimientos para poder desenvolverme como profesional en el campo laboral.

Al MSc. Nivardo Núñez Torreblanca, por asesorarme en la ejecución de esta tesis.

A todos mis compañeros y amigos que me apoyaron en la ejecución de esta tesis.

CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I EL PROBLEMA | 4 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 4 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 5 |
| 1.3. Delimitación de la investigación | 6 |
| 1.4. Justificación | 6 |
| CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS..... | 8 |
| 2.1. Objetivos de la investigación | 8 |
| 2.2. Hipótesis de la investigación | 8 |
| 2.3. Variables | 8 |
| CAPÍTULO III MARCO CONCEPTUAL..... | 9 |
| 3.1. Antecedentes | 9 |
| 3.2. El Tarwi | 12 |
| 3.2.1. Origen | 12 |
| 3.2.2. Taxonomía | 13 |
| 3.2.3. Características morfológicas Hojas..... | 13 |

| | |
|--|----|
| 3.2.4. Factores de producción Suelo | 17 |
| 3.3. Abonos orgánicos | 19 |
| 3.3.1. Beneficios de aplicar materia orgánica a suelos agrícolas | 20 |
| 3.3.2. Ventajas de los abonos orgánicos | 21 |
| 3.3.3. Algunas desventajas en el uso de abonos orgánicos | 22 |
| 3.3.4. Los estiércoles | 22 |
| 3.3.5. Características de los estiércoles | 23 |
| 3.3.6. Formación del estiércol | 27 |
| 3.3.7. Descomposición del estiércol | 28 |
| CAPÍTULO IV MATERIALES Y MÉTODOS | 30 |
| 4.1. Tipo de investigación | 30 |
| 4.2. Características agroclimáticas del campo experimental | 30 |
| 4.3. Material experimental | 30 |
| 4.4. Características del suelo | 30 |
| 4.5. Análisis químico de los abonos orgánicos | 31 |
| 4.6. Datos meteorológicos | 32 |
| 4.7. Tratamientos de estudio | 33 |
| 4.8. Variables de respuesta | 34 |
| 4.9. Diseño experimental | 35 |
| 4.10. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental | 36 |
| 4.11. Características del campo experimental Campo experimental | 36 |
| 4.12. Análisis estadístico | 37 |

| | |
|---|----|
| 4.13. Conducción del experimento | 38 |
| CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 41 |
| 5.1. Porcentaje de germinación a los 14 días DDS (%)..... | 41 |
| 5.2. Altura de planta (cm)..... | 45 |
| 5.3. Número de vainas por planta (unidad)..... | 48 |
| 5.4. Longitud de vaina (cm) | 51 |
| 5.5. Número de granos por vaina (unidad) | 53 |
| 5.6. Peso de grano por planta (g) | 56 |
| 5.7. Rendimiento por hectárea (kg/ha) | 58 |
| CONCLUSIÓN | 62 |
| RECOMENDACIONES | 63 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 64 |
| ANEXOS | 68 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Contenido de elementos nutritivos en kg/tm de producto tal cual</i> | 19 |
| Tabla 2. <i>Contenido de N, P, K, en el compost</i> | 20 |
| Tabla 3. <i>Análisis fisicoquímico de las fuentes de materia orgánica</i> | 27 |
| Tabla 4. <i>Resultados del análisis de fertilidad del suelo del campo experimental</i> | 31 |
| Tabla 5. <i>Análisis fisicoquímico de los abonos orgánicos</i> | 32 |
| Tabla 6. <i>Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación</i> | 33 |
| Tabla 7. <i>Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación (%)</i> | 41 |
| Tabla 8. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para el porcentaje de germinación</i> | 42 |
| Tabla 9. <i>Análisis de varianza de altura de planta de tarwi (cm)</i> | 45 |
| Tabla 10. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para la altura de planta de tarwi</i> | 46 |
| Tabla 11. <i>Análisis de varianza de número de vainas por planta</i> | 48 |
| Tabla 12. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para número de vainas por planta (unidad)</i> | 49 |
| Tabla 13. <i>Análisis de varianza de longitud de vaina de tarwi (cm)</i> | 51 |
| Tabla 14. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey para la longitud de vaina de tarwi (cm)</i> | 52 |

| | |
|--|----|
| Tabla 15. <i>Análisis de varianza de número de granos por vaina de tarwi (unidad)</i> | 53 |
| Tabla 16. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para el número de granos por vaina</i> | 54 |
| Tabla 17. <i>Análisis de varianza de peso de granos por planta de tarwi (g)</i> | 56 |
| Tabla 18. <i>Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de peso de grano seco por planta</i> | 56 |
| Tabla 19. <i>Análisis de varianza de rendimiento de grano seco de por hectárea (kg/ha)</i> | 58 |
| Tabla 20. <i>Prueba de Tukey al 5 % de rendimiento de grano seco (kg/ha)</i> | 59 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental | 36 |
| Figura 2. Croquis del campo experimental detallado | 37 |
| Figura 3. Porcentaje de germinación del tarwi, con diferentes enmiendas orgánicas..... | 43 |
| Figura 4. Altura de planta del tarwi con diferentes abonos orgánicos..... | 47 |
| Figura 5. Número de vainas por planta tarwi con diferentes abonos orgánicos | 50 |
| Figura 6. Longitud de vainas de tarwi con diferentes abonos orgánicos | 52 |
| Figura 7. Número de granos por vaina de tarwi con diferentes abonos orgánicos | 55 |
| Figura 8. Peso de granos por planta de tarwi con diferentes abonos orgánicos | 57 |
| Figura 9. Peso de granos por planta de tarwi con diferentes abonos orgánicos | 60 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXOS..... | 68 |
| Anexo 1. Análisis físico químico de los abonos orgánicos..... | 69 |
| Anexo 2. Análisis de caracterización del suelo experimental | 70 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Influencia de cuatro tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de grano de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)” realizado en el Centro Experimental Agrícola III (CEA III) “Los Pichones”, Tacna. Tuvo como objetivo, determinar el tipo de abono orgánico con mayor rendimiento de granos por hectárea. Los tratamientos fueron: testigo (sin estiércol); estiércol de gallina (5 t/ha); estiércol de ovino (10 t/ha); estiércol de vacuno (10 t/ha) y compost (5 t/ha). El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (DBCA). Los abonos orgánicos compost y gallinaza fueron los que alcanzaron mayor rendimiento con promedios de 226,6 kg/ha y 225,4 kg/ha.

Palabras clave: estiércol de ovino y vacuno, compost, granos secos.

ABSTRACT

The present research work "Influence of four types of organic fertilizers on the grain yield of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)" carried out at the Centro Experimental Agrícola III (CEA III) "Los Pichones", Tacna. Its objective was to determine the type of organic fertilizer with the highest yield of grains per hectare. The treatments were: control (without manure); chicken manure (5 t/ha); sheep manure (10 t/ha); cattle manure (10 t/ha) and compost (5 t/ha). The experimental design used was randomized complete blocks (DBCA). The organic fertilizers compost and chicken manure were those that reached the highest yield with averages of 226.6 kg/ha and 225.4 kg/ha.

Keywords: sheep and cattle manure, compost, dry grains.

INTRODUCCIÓN

El tarwi es una leguminosa originaria de los andes sudamericanos, que se encuentra entre los 1 500 y los 1 850 msnm, en países como Perú, Bolivia, Chile, Argentina, Colombia, Venezuela y Ecuador; Desde hace más de 500 años antes de Cristo, los pueblos andinos lo cultivan y lo incorporan a su dieta como grano desamargado. En la actualidad, en muchos pueblos indígenas y comunidades andinas, ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos en la canasta familiar por su alto contenido en aceites y proteínas en todo el mundo. Se han realizado diversos estudios en diferentes genotipos cuyos resultados muestran que el contenido de proteína varía entre 41 a 51 %, mientras que el contenido de aceite de 14 a 24 % (Gross et al., 1988).

El tarwi es cultivado para autoconsumo por los habitantes de la sierra y la costa norte del Perú. Por otro lado, el tarwi es un alimento extremadamente flexible que se puede utilizar para preparar diferentes y variados platos, así como dulces y bebidas de buena calidad dietética que pueden ayudar a trabajar en los problemas de alimentación y mejorar la deficiencia nutricional del sector infantil y anemia reportados por el Ministerio de Salud (MINSA).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) considera el tarwi como la semilla del futuro, por su resistencia a las enfermedades, esto, debido a los cambios climáticos desfavorables que estamos experimentando actualmente, su adaptabilidad a las bajas temperaturas, la escasa pluviometría, el cultivo en suelos pobres, la no necesidad de fertilizantes, la resistencia a las plagas, los bajos costes de producción y los bajos costes de mano de obra, le convierte en una buena alternativa.

Al cultivo de tarwi se le ha considerado mejorador de suelos deteriorados, como es el caso del suelo agrícola del CEA III “Los Pichones”, que presentan una deficiencia de materia orgánica y nitrógeno necesaria para el rendimiento del cultivo. A través de esta adaptación de la planta, podemos restaurar la fertilidad del suelo debido a la fijación de nitrógeno de las leguminosas, que trabaja simbióticamente con bacterias nitrificantes como *Rizobium lupini*, aportando nutrientes a la planta y dejando residuos en el suelo, el cual sería ampliamente aprovechado en posteriores cultivos.

Por lo tanto, para desarrollar una agricultura respetuosa con el medio ambiente; Hemos estudiado la aplicación de abonos orgánicos en plantas de tarwi a partir de una combinación de abonos orgánicos como estiércol de pollo (gallinaza), estiércol de oveja, estiércol de vacuno y compost, con el objetivo de mejorar el estado del suelo permitiendo que las plantas

crezcan con una nutrición en equilibrio y así obtener un buen rendimiento de los granos; buscando promover el manejo de los cultivos orgánicos, obtendremos productos sanos y nutritivos, libres de residuos nocivos; que representarán una opción alimentaria sana y nutritiva que permitirá una mejor calidad de vida con potencialidad de sostener la seguridad alimentaria de las poblaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los cultivos andinos progresivamente vienen adquiriendo mayor importancia en la agricultura nacional, tal es el caso de los granos. El tarwi es una leguminosa con destacables atributos para la alimentación humana, en la actualidad se cultiva fuera de su zona natural, por ejemplo en la costa norte, experimentalmente en la costa sur de Perú.

Por sus características, el tarwi sería una buena alternativa para la rotación de cultivos en la zona de Tacna. El tarwi es una legumbre que fija el nitrógeno atmosférico, enriqueciendo el suelo para la siguiente cosecha, aumentando la productividad de otros cultivos, conservando el suelo y aumentando su fertilidad.

La provisión de nutrientes mediante el abonado o la fertilización, es un aspecto fundamental en el proceso productivo. En la actualidad la fertilización se basa en productos químicos y sintéticos siendo su uso generalizado; prestándose muy poca atención al abonamiento biológico que en el caso del tarwi podría resultar beneficioso por ser una leguminosa con capacidad para fijar nitrógeno atmosférico por simbiosis. Se ha

reconocido que los sustratos orgánicos, es el único medio en el cual los microorganismos pueden desarrollarse y cumplir con sus funciones benéficas.

Uno de los principales problemas de los agricultores es el desconocimiento de las prácticas de fertilización tempranas, eficientes y limpias, por lo que en general se realizan aplicaciones excesivas de productos químicos que incrementan los costos de producción y degradan la calidad del suelo, además de la contaminación ambiental y la eliminación de las poblaciones de insectos y microorganismos amigos de la agricultura. Por otro lado, se desconoce el efecto de los diferentes fertilizantes orgánicos (abonos orgánicos) sobre el rendimiento del grano de tarwi en las condiciones de Tacna.

Por esas consideraciones, es importante ejecutar investigaciones utilizando abonos orgánicos, tales como estiércol de vacuno, estiércol ovino, estiércol de gallinaza y compost.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el resultado de la aplicación de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de tarwi?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Espacio geográfico

La investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III, fundo “Los Pichones” de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, bajo la administración de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

1.3.2. Sujetos de observación

Plantas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.)

1.3.3. Tiempo

El trabajo de tesis tuvo una duración de cinco meses, se ejecutó desde el mes de marzo hasta julio del 2017.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación se enfocó en estudiar el uso de fertilizantes orgánicos en el cultivo de tarwi, ya que es de gran interés científico y tecnológico para la obtención de rendimientos esperados en beneficio de los agricultores, lo que permite ofrecer productos sanos para los consumidores en el mercado, contribuyendo a garantizar la seguridad alimentaria. Uno de los aspectos importantes de los fertilizantes orgánicos es que su uso tiende a mejorar diversas propiedades físicas del suelo,

como la estructura, la porosidad, la aireación y la capacidad de retención de agua. Los fertilizantes orgánicos son ricos en micro y macroelementos necesarios para las plantas, y ayudan a éstas a resistir el ataque de las plagas. Desde el punto de vista biológico, la materia orgánica proporciona energía para el crecimiento de los microorganismos del suelo, lo que es importante para la mineralización de los nutrientes que no están disponibles para las plantas. También gracias al uso de fertilizantes orgánicos, se mejoran las propiedades químicas del suelo, por supuesto esto variará dependiendo de su origen, lo que afectará a la capacidad de intercambio catiónico, el pH y la conductividad eléctrica. Consideramos que el uso de fertilizantes orgánicos es atractivo por su menor coste de producción y aplicación, lo que lo hace más accesible a los productores y es de vital importancia comprender y entender plenamente su uso en la agricultura, de esta manera también estaremos contribuyendo a la protección del medio ambiente.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Determinar el abono orgánico con mayor rendimiento en el cultivo de tarwi en el CEA III “Los Pichones”, Tacna.

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis general

Existe por lo menos un abono orgánico que influye en el rendimiento de granos de tarwi en el CEA III “Los Pichones”, Tacna.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Abonos orgánicos (t/ha)

2.3.1. Variable dependiente

Rendimiento de grano (t/ha).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

La influencia de los abonos orgánicos se han probado en diversos cultivos, así Mamani (2017) estudió el efecto de tres fuentes de materia orgánica en el rendimiento de granos de chía en CEA III - Los Pichones - Tacna - 2015". Evaluó las fuentes estiércol de bovino, estiércol de ovino y estiércol de pollo o gallinaza. El mayor rendimiento de grano de chía lo obtuvo el tratamiento de estiércol de pollo o gallinaza con 1 221 kg ha⁻¹, seguido por los tratamientos estiércol de ovino 1 141,45 kg/ha de grano; estiércol bovino fue de 962,5 kg/ha de grano y el testigo fue de 671,4 kg/ha de grano.

Aguilar (2015) evaluó el rendimiento de grano y la simbiosis de once accesiones de tarwi, en condiciones de la localidad de Cushcanday, distrito y provincia de Otuzco, La Libertad. Los materiales utilizados se obtuvieron del programa de investigación de leguminosas y oleaginosas de la UNALM y una variedad local. El diseño en el que se estableció el experimento fue en Bloques Completos Aleatorios con 11 tratamientos y tres repeticiones, con dimensiones de la parcela de 8,4 m². Los parámetros evaluados fueron el rendimiento y sus componentes agronómicos, caracterización

agronómica, fenología y la nodulación con cepas autóctonas. Los resultados indicaron que la entrada o accesión 43 tuvo el mayor rendimiento con 1 795 kg/ha, seguida de PLGO 3 con 1 642 kg/ha, superando la media nacional de 1 216 kg/ha, mientras que la variedad local (control) Patón Grande obtuvo un rendimiento de 1 191 kg/ha siendo inferior a los obtenidos por los demás tratamientos estudiados.

Armendáriz (2012) en su investigación realizada en chíá donde evaluó densidades de siembra y tipos de fertilizantes orgánicos. Los objetivos fueron: evaluar las características agronómicas del cultivo de chíá en diferentes densidades de siembra y diferentes abonos orgánicos; otro objetivo fue valorar que densidad de siembra es más recomendable para la zona de San Pablo; y como un tercer objetivo fue determinar cómo afectan a la producción de chíá los diferentes abonos orgánicos, también realizó el análisis de costo-beneficio económico. Los resultados obtenidos en este estudio fueron: El rendimiento promedio de grano de chíá en cada uno de los tratamientos evaluados fue similar, pero el tratamiento mayor numéricamente fue el t6 con 1 912 kg/ha seguido de t4 con 1 906 kg/ha de grano con una humedad de 12%. El abono orgánico que obtuvo el mayor rendimiento promedio fue el B1 (Ecoabonaza) con 1 689 kg/ha de grano con 12 % de humedad.

Quispe (2017) realizó un estudio sobre la influencia de cuatro fuentes de materia orgánica en cebolla var. Roja Ilabaya en el fundo "Los Pichones" – CEA III de la UNJBG de Tacna, el objetivo de este estudio fue determinar el abono orgánico (fuente orgánica) de mayor influencia sobre el rendimiento de bulbo de cebolla por hectárea. Los abonos orgánicos utilizados fueron: estiércol de bovino, estiércol de ovino, gallinaza (estiércol de pollo), compost y un tratamiento control (sin aplicación de abono orgánico). Concluyó que los abonos estiércol de pollo y estiércol de ovino lograron los mayores rendimientos de bulbos de cebolla con 39,78 t ha⁻¹ y 38,12 t ha⁻¹.

Suquilanda (2003), indica que la agricultura ecológica respeta la adaptación natural de los cultivos a su entorno, así como la relación suelo-planta-atmosfera, la microbiota. Por el contrario, la agricultura convencional altera los ritmos y la tasa metabólica de las plantas y los microorganismos del suelo debido al uso indiscriminado de agroquímicos.

Vilca (2014) estudió la influencia de cinco fuentes de materia orgánica en el rendimiento y la calidad del melón del 'Otero' en el fundo "Los Pichones" de la UNJBG con el objetivo de determinar el abono orgánico de mayor influencia sobre el rendimiento de frutos por hectárea. Los abonos orgánicos que utilizó en su estudio fueron estiércol de bovino, estiércol de ovino, estiércol de pollo, humus de lombrices y compost; y un control (sin

aplicación de abono orgánico). La conclusión fue los abonos orgánicos estiércol de pollo, estiércol de bovino y estiércol de ovino alcanzaron los mayores rendimientos por hectárea.

3.2. El Tarwi

3.2.1. Origen

El tarwi o chocho es una leguminosa nativa de los Andes Sudamericanos de Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Colombia, Chile y Argentina. Fueron las culturas preincas (Tiahuanaco, Nazca) quienes domesticaron la planta de tarwi hace más de 1500 años. Se encuentra desde los 1500 hasta 3800 metros sobre el nivel del mar, ha sido y es cultivada por el campesino andino desde la época preincaica, y lo incorporó a su dieta alimenticia junto a la papa, maíz, frejol y quinua. Actualmente, se la cultiva en muchos pueblos de las zonas altoandinas en todo el mundo encontrándose en los primeros lugares entre los alimentos nativos con alto valor nutricional, contenido de proteínas y aceites (Garay, 2015).

3.2.2. Taxonomía

Según Tapia (1990) la ubicación taxonómica del tarwi es la siguiente manera:

División: Espermatofita

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Fabaceae

Género: Lupinus

Especie: Lupinus mutabilis Sweet

3.2.3. Características morfológicas Hojas

La hoja de tarwi tiene forma digitada, normalmente compuesta por ocho foliolos que van de ovalados a lanceolados, con hojas pequeñas, a menudo rudimentarias, estipuladas en la base del pecíolo. Las hojas del tarwi se diferencia de otras especies porque son menos vellosas, el color de las

hojas varía desde el amarillo verdoso hasta un verde oscuro, dependiendo del contenido de antocianina y de la variedad (Gross, 1982).

3.2.3.1 Flores e inflorescencia

El tarwi pertenece a la subfamilia faboideae (papilionoideae), por lo que su flor está compuesta por dos quillas, dos alas y un estandarte: la flor presenta 5 sépalos, una corola grande de 1,0 a 2,0 cm de longitud, cinco pétalos 10 estambres diadelfos o poliadelfos (rara vez libres) (Blanco, 1980). En el tarwi se presentan hasta tres floraciones continuas según el tipo de ramificación de la planta, asimismo una sola planta puede presentar hasta 1 000 flores. El color de la flor del tarwi varía desde la antesis hasta el cuajado, variando desde un azul claro hasta un azul intenso, de ahí proviene su nombre científico, *mutabilis*, que significa cambio. Los colores y tonalidades más frecuentes que se encuentran son el azul claro, azul oscuro e incluso el morado; mientras que los menos frecuentes son el crema, el amarillo. el blanco, el rosa o rosado (Caicedo y Peralta, 2004).

Las semillas de tarwi se encuentran envueltas en una vaina de 5 a 12 cm de longitud, varían en número y forma dependiendo de la variedad las semillas son ovaladas, redondas a casi cuadradas), miden de 0,5 y 1,5 cm de longitud. La variación del tamaño y forma de las semillas depende de

las condiciones de crecimiento del cultivo (manejo agronómico) y del ecotipo o la variedad (Gross, 1982).

El peso de las semillas de tarwi varia, un kilogramo puede contener de 3 500 a 5 000 semillas. Las semillas están protegidas por un tegumento tejido endurecido que constituye del 10 al 12 % del peso total. El color de las semillas varía dependiendo del ecotipo o variedad pueden ser blancas, amarillas, grises, ocre, marrones, castañas. También presentan combinados como el jaspeado, blanco y gris (media luna), y el matizado. El color de la semilla es una característica de genética muy compleja, muchos genes están relacionados con el color principal y cada combinación de colores que presentan las semillas de tarwi (Blanco, 1980).

3.2.3.2. Tallo y ramificaciones

La planta de tarwi presenta una altura de 0,5 a 2 m y está determinada según el eje principal. La planta de tarwi presenta un tallo que tiene un alto contenido de fibra y celulosa, esta característica hace que sea muy leñoso y pueda usarse como combustible. Sin embargo, también es utilizado en la industria. El color del tallo es variable encontrándose tallos verde oscuro intensos y tallos de color marrón. Las variedades nativas de tarwi, tienen tallos de color rojizo a violeta oscuro. Según el tipo de ramificación, las plantas de tarwi presentan un eje central dominante del cual nacen ramas

en la parte central tipo candelabro o ramas terminales, también se encuentran ramas que nacen desde la base emitiendo inflorescencias a la misma altura de las ramas centrales. La cantidad de ramas en el tarwi es variable y está relacionado al ecopito o variedad. El número de ramas está relacionado con el número de vainas, la relación es positiva para el rendimiento. El número de ramas varía desde 50 a 52 ramas por planta (Ticona, 1975).

3.2.3.3. Raíces y nódulos

La raíz de la planta del tarwi es pivotante, profunda y vigorosa llegando a extenderse hasta una profundidad 3 m. la raíz del tarwi al ser una leguminosa desarrolla un proceso simbiótico con bacterias fijadoras del N₂, formando nódulos de 1 a 3 cm de diámetro, en los suelos con buena presencia de bacterias nitrificantes, los nódulos comienzan a formarse después del quinto día de la germinación (Gross, 1982).

Las cepa *Rhizobium lupini* son las bacterias que forman nódulos en las raíces del tarwi siendo muy eficaces. La presencia de *Rhizobium lupini* en el eje central de la raíz del tarwi está altamente correlacionada con el vigor y la producción de las plantas. Sin embargo, es necesario inocular *R. lupini* para obtener resultados positivos. Los nódulos de *R. lupini* principalmente se localizan en el eje de la raíz primaria y tienen un diámetro de 3 cm,

incluso se puede encontrar nódulos por encima de la raíz primaria, también se pueden formar en las raíces secundarias (Bernal, 1982).

3.2.4. Factores de producción Suelo

El tarwi, como cualquier otro cultivo, crece en suelos pobres y marginales, y su rendimiento depende del suelo en el que se cultiva. En suelos con buena retención de humedad, el tarwi crece mejor, pero prefiere suelos francos, francos arcillosos o francos arenosos; también requiere un adecuado equilibrio de nutrientes. No requiere altas dosis de nitrógeno, sin embargo requiere la presencia adecuada de fósforo y potasio. El tarwi no se desarrolla bien en suelos pesados, suelos mal drenados y compactados. En algunos campos pesados y con mal drenaje se han observado plantas cloróticas (de color verde muy pálido a amarillo) o incluso muerte de plantas (Tapia, 1990).

La clorosis en plantas de tarwi se ha atribuido a varias razones: puede tratarse de daños mecánicos en la fase inicial del crecimiento vegetativo y a la deficiencia de macro y micronutrientes como el magnesio y el manganeso. Asimismo, la aparente absorción y extracción de fósforo en cantidades importantes estaría dejando el suelo pobre en este elemento para el siguiente cultivo ya que el fósforo es muy reactivo en el suelo. El tarwi se desarrolla bien en suelos ácidos y neutros, en general, en suelos

con bajo contenido de nutrientes; el tarwi tiene un efecto positivo importante en la calidad del suelo, mejorando la estructura del suelo, haciéndolo más resistente a la erosión y principalmente aumentando la cantidad del nitrógeno debido a la fijación simbiótica (Rodríguez, 2005).

3.2.4.1. Clima

El tarwi se cultiva en zonas moderadamente frías, aunque hay plantaciones en las riberas del lago Titicaca sobre los 4 000 metros sobre el nivel del mar, donde frecuentemente caen las heladas (Gross y Von Baer, 1988).

En la etapa de formación y llenado de los granos, después de la floración y el cuajado, las heladas ya no ocasionan daño el cultivo es tolerante en estas fases, mientras que al principio de la ramificación las heladas causan daños a la planta siendo moderadamente tolerante, sin embargo una caída de heladas en la fase de formación del eje floral causa inhibición o muerte de los tejidos, la planta de tarwi es susceptible en esta fase. Los requerimientos de humedad varían según los ecotipos y el medio ambiente donde son cultivadas; sin embargo, el tarwi se cultiva principalmente en condiciones de pluviometría, la humedad oscila entre 400 y 800 mm. Durante la fase de la floración el déficit hídrico causa daños severos a las flores y los frutos recién formados (Rodríguez, 2005).

3.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias compuestas por residuos animales, vegetales o mixtos que se incorporan al suelo para mejorar sus características físicas como la estructura, aireación, retención de humedad; químicas (CIC) y biológicas (incremento de la biota del suelo). Asimismo, los abonos orgánicos pueden consistir en residuos de cultivos preparados a partir de mezclas de los compuestos (Coronado, 1995).

Tabla 1

Contenido de elementos nutritivos en kg/tm de producto tal cual

| Producto | Materia | | | | | | Reacción | |
|----------------------|-----------|-------|--------|-------|-----|-----|-------------------------|--|
| | seca % | N | P205 | K20 | MgO | S | Acida (A) Básica (B) | |
| Estiércol de vacuno | 32 | 7 | 6 | 8 | 4 | - | A | |
| Estiércol de oveja | 35 | 14 | 5 | 2 | 3 | 0,9 | A | |
| Estiércol de cerdo | 25 | 5 | 3 | 5 | 1,3 | 1,4 | A | |
| Gallinaza | 28 | 15 | 16 | 9 | 4,5 | - | B | |
| Purines | 8 | 2 | 0,5 | 3 | 0,4 | - | - | |
| Estiércol vacuno | 100 | 20 | 13 | 20 | | | A | |
| Estiércol de caballo | 100 | 17 | 18 | 18 | | | A | |
| Estiércol oveja | 100 | 40-50 | 15-20 | 35-40 | | | B | |
| Estiércol cerdo | 100 | 20 | 14 | 18 | | | A | |
| Gallinaza | 100 | 30-50 | 30-150 | 20-25 | | | B | |

Fuente: Domínguez A. (1990)

Producto de la descomposición de la materia orgánica de productos vegetal, animal y derivados es que se genera los abonos orgánicos, cuya capacidad para mejorar la fertilidad, la estructura y la capacidad para retener la humedad es alta, asimismo mejora y activa la capacidad biológica del suelo en consecuencia, mejora la producción y la productividad de los cultivos (Altieri, 2004).

Tabla 2

Contenido de N, P, K, en el compost

| Nutriente | En compost |
|-----------|--|
| Nitrógeno | 0,3 % - 1,5 % (3g a 15g por kg de compost) |
| Fosforo | 1,1 % - 1,0 % (1g a 10g por kg de compost) |
| Potasio | 1,6 % - 1,0 % (3g a 10g por kg de compost) |

Fuente: Jacob, (1961); Martínez (2013)

3.3.1. Beneficios de aplicar materia orgánica a suelos agrícolas

En la parte física, los abonos orgánicos mejoran la estructura del suelo, incrementa, regula el coloide que aglutina los suelos arenosos mejorando su estructura y descompacta los suelos arcillosos formando agregados adecuados que favorecen la retención de la humedad así como al drenaje interno y favoreciendo a la infiltración del agua en el suelo (Schawentesius et al., 2007).

En la parte biológica, los abonos orgánicos proporcionan energía para la proliferación o reproducción de los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos, etc.), y macroorganismos (lombrices, insectos, etc.) del suelo. Los microorganismos son los que van a descomponer la materia orgánica y mediante la descomposición y mineralización los minerales estarán disponibles para las plantas, por ejemplo, las bacterias fijadoras de nitrógeno necesitan el carbono liberado durante el proceso de descomposición de la materia orgánica como fuente de energía, sin bacterias nitrificantes la fijación del nitrógeno sería imposible. En suelos con ausencia o bajo contenido de materia orgánica, la reacción de los fertilizantes químicos no se daría de forma satisfactoria debido a que la materia orgánica actúa como una esponja, absorbiendo el agua y como coloide reteniendo y liberando los nutrientes poniéndolos de forma gradual a disposición de las plantas. La materia orgánica del suelo absorbe y retiene agua y solutos en grandes cantidades hasta 16 veces a su propio peso (Schawentesius et al., 2007).

3.3.2. Ventajas de los abonos orgánicos

La materia orgánica proveniente de los abonos orgánicos, hace más ligeros los suelos pesados o arcillosos, aumenta la temperatura del suelo al absorber la luz solar. Asimismo, incrementa la capacidad de retención de agua y nutrientes aportando grandes cantidades nitrógeno a las plantas.

Las poblaciones de los microorganismos del suelo se incrementan (IIRR, 1996).

3.3.3. Algunas desventajas en el uso de abonos orgánicos

Las desventajas del uso y aplicación de abonos orgánicos en la agricultura son: i) no garantiza que los elementos extraídos sean restituidos al suelo para su absorción por la planta, ii) la mineralización de los nutrientes es lenta porque la mayoría sufren transformaciones para ser solubilizados y estar disponibles para las plantas, y iii) la composición variable de los materiales utilizados hace que el agricultor no pueda cuantificar las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio a aplicar al cultivo (IIRR, 1996).

3.3.4. Los estiércoles

Los estiércoles, son todos los excrementos de todas las especies de animales, como resultado de desecho del proceso de digestión y metabolismo de los alimentos ingeridos. Estos estiércoles al ser aplicados a los suelos agrícolas mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Duran, 2004).

3.3.5. Características de los estiércoles.

La cantidad de estiércol que produce un animal depende de la especie, alimentación, el tipo de cama del establo (arena, serrín, paja). También, podemos mencionar que el estiércol son las excreciones sólidas y líquidas, de cada especie animal (Guerrero, 1993).

a. Estiércol de bovino

El estiércol de bovino es el más importante debido a las grandes explotaciones rurales de ganado vacuno, es el que se genera en mayor cantidad. Este estiércol una vez descompuesto aporta todos los nutrientes para las plantas en pequeñas cantidades dependiendo del tipo de alimentación y tipo de crianza. Los beneficios en el suelo son, mejora la consistencia de los suelos arenosos dándoles mejor aireación. En suelos arcillosos floclula las partículas formando agregados estables y refresca los suelos calientes, calcáreos y arcillosos. Es el estiércol que actúa durante un largo periodo de tiempo de forma uniforme, esta característica depende principalmente del tipo de alimentación que se le da al animal. El mejor estiércol es el que aportan los animales estabulados, ya que suelen estar bien alimentados con forrajes y alimentos balanceados (Guerrero, 1993).

El estiércol es el abono orgánico más importante por su composición; el estiércol bovino fermenta lentamente y tiene una acción prolongada, se recomienda para suelos arenosos y áridos, el estiércol bovino es el abono orgánico más abundante y fácilmente disponible, pero su composición nutricional es pobre, especialmente el fósforo en relación con otros tipos de estiércoles (Guerrero, 1993; Giacconi, 1998).

b. Estiércol de ovino

El estiércol de ovinos es el más activo. Es más pesado y caliente que el estiércol de vacuno, esta característica lo hace ventajoso para aplicar en suelos ligeros y pesados, que se adelgazan y favorecen al secarlos. La paja, que se le da al animal como alimentación, por su naturaleza y por la cantidad utilizada, tiene una gran influencia en su acción. Su descomposición es más rápida, pero menos estable que otros estiércoles. El cultivo de trigo cuando son abonados con este estiércol es muy propenso a enviciarse. Cuando se aplica a la colza, el nabo, el tabaco o la col, el cáñamo y otros cultivos estos son más ventajosos. La aplicación de este estiércol al cultivo de cebada produce granos con menor contenido de almidón y germinan de forma irregular a la industria cervecera no le favorece esta calidad de cebada. Cuando se abona la remolacha con estiércol de ovino, el contenido de azúcar es menor acumulación de sólidos solubles, mientras que cuando se abona con estiércol de bovino el

contenido de azúcar es bueno. Este tipo de estiércol se suele recomendar el uso de tierra; de este modo, los excrementos de ovinos tienen una baja velocidad de descomposición, se liberan partículas volátiles que son rápidamente fijadas en el suelo para evitar su pérdida (Guerrero, 1993).

c. La gallinaza como abono

La gallinaza es un abono orgánico que se aplica de 7,50 a 25 t ha⁻¹. Sin embargo, no debe entrar en contacto directo con las raíces de las plántulas, ya que son muy sensibles (FAO, 1978). El estiércol de aves de corral es comparativamente rico en fósforo y, si está disponible en cantidades suficientes, la gallinaza ayuda a proveer la falta de fosforo en otros estiércoles. Además, la aplicación de este estiércol tiene efectos beneficiosos notables durante mucho tiempo después de su aplicación (Teuscher y Adler, 1995).

d. Compost

El compost es el resultado de la descomposición de residuos animales y vegetales, puros o mezclados. La descomposición de estos residuos es realizada por microorganismo aerobios en condiciones controladas de temperatura y humedad (Ascuña et al., 2002).

e. Ventajas del compost

La aplicación de compost en suelos agrícolas, mejora las características físicas como la estructura favoreciendo la formación de agregados estables, mejorando el espacio poroso (macro y microporos) favoreciendo el movimiento del agua y circulación del aire, mayor la retención de humedad del suelo, esta ventaja ayuda a las plantas a tolerar y resistir mejor la sequía. La capacidad de intercambio catiónico se incrementa, el suelo retiene y libera más nutrientes; esta liberación es progresiva el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, boro, hierro y otros elementos necesarios son liberados para las plantas lo absorban favoreciendo el crecimiento vegetativo, crecimiento y penetración de las raíces. Guerrero (1993).

Asimismo favorece el desarrollo e incremento de la población microbiana favoreciendo su actividad y acelerando la descomposición de la materia orgánica, estos microorganismos del suelo participan en una serie de procesos como la mineralización de los nutrientes, favoreciendo el adecuado crecimiento de las plantas e incrementando su producción (Ascuña et al., 2002).

f. Materia prima para compost

El compost se elabora de cualquier material orgánico vegetal o animal. El pequeño agricultor utiliza los residuos de sus cosechas, restos de animales, los desechos orgánicos de cocina, el estiércol de la crianza de animales (Soto, 2003).

3.3.6 Formación del estiércol

El estiércol descompuesto y mineralizado contiene una serie de elementos minerales para las plantas, el nitrógeno presente en el estiércol más de la mitad está en forma amoniacal, si bien la planta lo absorbe amonio, sin embargo, es muy toxico para dentro de la planta y no puede ser almacenado, es por eso que dentro de la planta tiene que ser asimilado rápidamente (Narea, 2002).

Tabla 3

Análisis fisicoquímico de las fuentes de materia orgánica

| Abono orgánico | Materia Orgánica % | Relación C/N | N mg/kg. | P ₂ O ₅ mg/kg. | K ₂ O mg/kg | Carbono Orgánico % |
|---------------------|--------------------|--------------|----------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Estiércol de vacuno | 58,93 | 20,35 | 1,68 | 3,960 | 50,000 | 34,18 |
| Gallinaza | 38,86 | 8,80 | 2,56 | 6,320 | 30,000 | 22,54 |
| Estiércol de ovino | 30,90 | 10,30 | 1,74 | 2,920 | 78,000 | 17,92 |
| Compost | 31,10 | 6,56 | 2,75 | 10,640 | 44,000 | 18,04 |

Fuente: Mamani (2017)

El nitrógeno orgánico debe ser transformado en nitrógeno amoniacal y en nitrato antes de ser absorbido por las raíces de las plantas. El nitrógeno orgánico es liberado mediante el proceso de descomposición realizado por los microorganismos regulados por la temperatura, la humedad del suelo, es de larga duración de dos o tres años después de la aplicación al suelo. El nitrógeno disponible contenido en el estiércol solo entre el 25 a 75 % del está disponible durante el primer año, aproximadamente solo la mitad del nitrógeno se libera del restante se libera al segundo año y así continua por varios años (Narea, 2002).

3.3.7. Descomposición del estiércol

El proceso de la descomposición del estiércol animal puede reducir la cantidad de microorganismos patógenos en los excrementos. Esta reducción se debe a la fase termófila de la descomposición (alta temperatura) de la descomposición aeróbica. El tiempo que transcurre desde que inicia la descomposición hasta la cosecha del compost se realiza debido a la reducción de patógenos mediante la fase de descomposición a alta temperatura (Narea, 2002).

Las altas temperaturas se mantienen mediante el tratamiento de las pilas de estiércol, la relación de carbono/nitrógeno, la humedad y la ventilación. Cuanto más largo sea el período de alta temperatura, mayor será la probabilidad de que los patógenos sean destruidos (Narea, 2002).

El tiempo necesario para eliminar los agentes patógenos varía en función de las condiciones y los insumos utilizados para la descomposición. El control de la temperatura de la cama compostera es la única manera eficaz de verificar que se ha alcanzado una temperatura que mata a los patógenos. Sacudir la mezcla cuando la temperatura baja a 100 °F es una estrategia para asegurar que los materiales orgánicos se mezclen y la temperatura se uniformice en la cama (Palencia, 1985).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental.

4.2. Características agroclimáticas del campo experimental

La presente investigación se realizó en el CEA III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Ubicación geográfica: latitud: 17°59' 3”, longitud: 70° 14' 2” y una altitud: 550 msnm.

4.3. Material experimental

Como material experimental se utilizaron plantas de tarwi Ecotipo Puno (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Las semillas fueron obtenidas del centro de investigación y producción de Camacani de la Universidad del Altiplano Puno y como fuentes orgánicas se utilizó estiércol de vacuno, estiércol de ovino, gallinaza y compost.

4.4. Características del suelo

El suelo del campo experimental presentaba la siguiente información técnica; un pH de 4,76 fuertemente ácido; conductividad eléctrica (CE) 1,73 moderadamente salino, midiendo la cantidad de sales solubles. Bajo contenido de nitrógeno, alto contenido en fósforo y alto en potasio, ver tabla

4. La clase textural del suelo es franco. La CIC es baja, siendo una propiedad del suelo que está relacionada con la absorción y retención de nutrientes por el complejo arcillo húmico, la CIC mide fertilidad potencial del suelo.

Tabla 4

Resultados del análisis de fertilidad del suelo del campo experimental

| Cualidades generales | | | |
|-----------------------------|-------|---------|-------------------|
| Textura | F | Franco | Interpretación |
| Arena | 54,8 | % | |
| Limo | 30,2 | % | |
| Arcilla | 15,0 | % | |
| Calcáreos | | | |
| CO ₃ Ca | 0,25 | % | Deficiente |
| pH | 4,76 | | Fuertemente ácido |
| CE (sales) | 1,73 | mS/cm | Mod. Salino |
| Nutrición principal | | | |
| Materia orgánica | 1,56 | % | Bajo |
| N (total) | 0,08 | % | Bajo |
| Fosforo (P) | 16,45 | ppm | Alto |
| Potasio (K) | 570 | ppm | Alto |
| CIC | 11,8 | meq/100 | Bajo |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L Arequipa (2016)

4.5. Análisis químico de los abonos orgánicos

La tabla 5, muestra los resultados de los respectivos análisis físico-químico de los abonos orgánicos utilizados en este experimento, cuyos

resultados son los siguientes: En cuanto al nitrógeno y al fósforo, el compost destaca con 2,75 y 10,640 mg/ha, en cuanto al abono con mayor contenido de potasio el estiércol de ovino destaca con 78 mg/ha. En cuanto al porcentaje de materia orgánica, el estiércol bovino destaca con un 58,93mg/ha y, en cuanto a la relación C/N, el estiércol bovino destaca con un 20,35 y finalmente, en cuanto al porcentaje de carbono orgánico, el estiércol de bovino destaca con un 34,18.

Tabla 5

Análisis fisicoquímico de los abonos orgánicos

| Descripción | Unidad de los resultados | Gallinaza | Estiércol de ovino | Estiércol de vacuno | Compost |
|------------------|--------------------------|-----------|--------------------|---------------------|---------|
| Materia orgánica | % | 38,86 | 30,9 | 58,93 | 31,1 |
| Relación C/N | % | 8,8 | 10,3 | 20,35 | 6,56 |
| Nitrógeno total | mg kg ⁻¹ | 2,56 | 1,74 | 1,68 | 2,75 |
| Fósforo | mg kg ⁻¹ | 6,320 | 2,920 | 3,960 | 10,640 |
| Potasio | mg kg ⁻¹ | 30,000 | 78,000 | 50,000 | 44,000 |
| Carbono orgánico | % | 22,54 | 17,92 | 34,18 | 18,04 |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L Arequipa (2016)

4.6. Datos meteorológicos

Las condiciones meteorológicas durante la ejecución de la investigación fueron, la temperatura mínima registrada fue 11 °C durante el mes de julio; mientras que la temperatura máxima se registró en marzo y fue 28 °C. La humedad relativa mínima fue 71%, en marzo, y la humedad relativa máxima

fue 94,50 % en julio. No registró precipitaciones 0,0 mm se registró durante los meses de marzo, abril y mayo; 0,1 mm en junio y 0,3 mm en julio (ver tabla 6).

Tabla 6

Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación

| Meses | Temperatura (°C) | | Humedad relativa | Precipitación |
|--------------|-------------------------|-------------|-------------------------|----------------------|
| | Máx. | Mín. | % | mm |
| Marzo | 28,7 | 18,0 | 71,4 | 0,0 |
| Abril | 25,7 | 15,5 | 73,5 | 0,0 |
| Mayo | 25,2 | 14,2 | 79,7 | 0,0 |
| Junio | 20,0 | 14,0 | 86,6 | 0,1 |
| Julio | 19,0 | 11,6 | 94,5 | 0,3 |

Fuente: SENAMHI TACNA (2017)

4.7. Tratamientos de estudio

Los tratamientos utilizados fueron:

- t1: testigo (sin aplicación);
- t2: estiércol de gallina (5 t/ha);
- t3: estiércol de ovino (10 t/ha);
- t4: estiércol de vacuno: (10 t/ha) y
- t5: compost: (5 t/ha).

4.8. Variables de respuesta

4.8.1 Porcentaje de germinación a los 14 DDS (%)

A la llegada del día 14, se dispuso a contar el número de plantas emergidas completamente, esta operación se llevó a cabo de forma manual, anotando el número de plántulas por unidad experimental.

4.8.2. Altura de planta (cm)

Las plantas se midieron con una cinta métrica de 100 cm, se hizo la medición desde la base del tallo hasta la parte apical de la planta a los 160 días después de la siembra (DDS). Para esta medición se seleccionaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental.

4.8.3. Número de vainas por planta (unidad)

Se contabilizó todas las vainas de 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 160 DDS.

4.8.4. Longitud de vaina (cm)

La medición de esta variable se realizó a los 160 DDS utilizando una cinta métrica, se midió la longitud desde la unión del pedúnculo del fruto hasta la parte apical de la vaina, para lo cual se seleccionaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental.

4.8.5. Número de granos por planta (unidad)

Se hizo el conteo de los granos de 10 vainas tomadas al azar de cada unidad experimental a los 160 DDS.

4.8.6. Peso de grano por planta (g)

Los granos cosechados por planta, se pesaron después de la cosecha a los 160 DDS utilizando una balanza digital, se pesó todos los granos de 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

4.8.7. Rendimiento de grano por parcela (kg/ha)

El rendimiento de granos de cada unidad experimental se elevó en rendimiento por hectárea y se expresó en kg/ha.

4.9. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales.

4.10. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

| Bloques | Tratamientos | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| I | t ₅ | t ₂ | t ₄ | t ₁ | t ₃ |
| II | t ₂ | t ₃ | t ₁ | t ₅ | t ₄ |
| III | t ₅ | t ₁ | t ₄ | t ₃ | t ₂ |
| IV | t ₂ | t ₃ | t ₄ | t ₅ | t ₁ |

Figura 1. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

Fuente: Elaboración propia

4.11. Características del campo experimental

- Largo : 22,5 m
- Ancho: 22 m
- Área Total: 495 m²

4.11.1 Características de bloques

- Largo : 22,5 m
- Ancho: 5,5 m
- Área total: 123,75 m²

4.11.2 Características de la unidad experimental

- Largo : 5,5 m
- Ancho: 4,5 m
- Área total: 24,75 m² Distanciamiento entre golpes: 0,30 m

- Distanciamiento entre líneas: 1,5 Número de surcos: 3
- Plantas por unidad experimental: 55 plantas

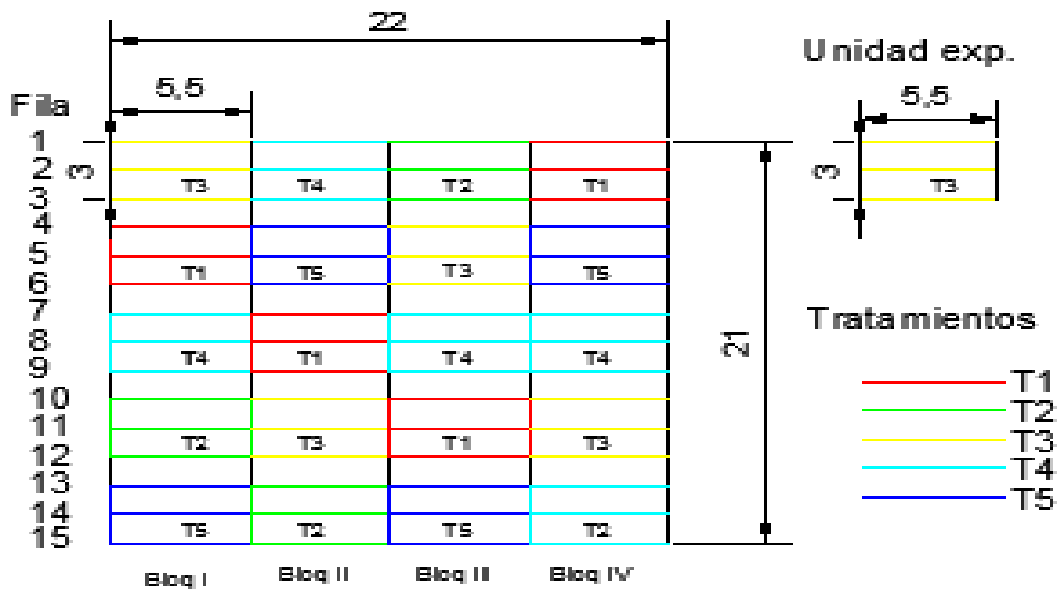


Figura 2. Croquis del campo experimental detallado

4.12. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de la varianza (ANVA), la prueba estadística fue F a un nivel de significación 0,05; para la comparación de medias de los tratamientos se usó la prueba Tukey.

4.13. Conducción del experimento

4.13.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se efectuó roturando del suelo con tractor agrícola, para nivelar el terreno se utilizó lampas, picos y rastrillos.

Posterior a ello, se trazaron los surcos y se incorporó la materia orgánica, todo el fosforo, potasio y la mitad del nitrógeno, después se procedió a tapar con una capa de tierra y finalmente se hizo el tendido de las cintas de riego y se procedió a regar por espacio de 2 horas.

4.13.2. Siembra

La siembra se realizó el 19 de octubre del 2017. Se colocaron 4 semillas por golpe al fondo del surco, el distanciamiento entre semillas fue 30 cm con la finalidad de que las plantas tengan el espacio necesario para su crecimiento y desarrollo.

4.13.3. Riego

Posterior a la siembra se realizó el riego con el objetivo de descomponer los abonos orgánicos y después los riegos fueron frecuentes e interdiarios. La frecuencia de riego fue diario por espacio de una hora.

4.13.4. Control de malezas

Después de instalado el experimento en campo, se identificó la presencia de malezas, estas plantas compiten por espacio, nutrientes y el agua con el cultivo. Con el aporcado realizado a los 110 DDS, se aprovechó esta labor para realizar el control de las malezas. Asimismo, se hicieron escardas quincenales con la finalidad de eliminar las malezas que aparecían esporádicamente.

Las principales malezas que se encontraron en el campo, fueron: kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); nabo (*Brassica campestris*); diente de león (*Taraxacum officinalis*) y trébol (*Medicago hispida*).

4.13.5 Aporque

Esta labor se realizó a los 100 DDS, la finalidad fue dar mayor estabilidad a las plantas y evitar el encamado o tumbado.

4.13.6. Control fitosanitario

Durante la etapa de ejecución en campo, las plagas que se observaron fueron: los minadores de hojas (*Liriomyza huidobrensis*, *Agromyza sp*). El tarwi es un cultivo tolerante a estas plagas.

En cuanto a enfermedades se observó indicios de la roya (*Uromices lupini*) y antracnosis (*Coletotrichum gleosporioides*), no presentaron ataques fuertes y no causaron daño a las plantas. No fue necesario realizar aplicaciones con productos fitosanitarios.

4.13.7. Cosecha

La cosecha se realizó después de observar los caracteres de madurez plena y senescencia vegetativa. Se realizaron cosechas escalonadas con la finalidad que los granos tardíos de la población terminen de madurar.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de germinación a los 14 días DDS (%)

Tabla 7

Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación (%)

| F.V. | gl | SC | CM | Fc | p-valor |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloques | 3 | 821,73 | 273,91 | 273,91 | 0,0001** |
| Tratamientos | 4 | 28,11 | 7,03 | 5,83 | 0,0076** |
| Error | 12 | 14,46 | 1,20 | | |
| Total | 19 | 864,30 | | | |

CV: 1,46 %

(**): altamente significativo

En la tabla 7, se muestran los resultados del porcentaje de germinación de las semillas de tarwi, hubo alta significación estadística entre bloques ($p < 0,01$). Además, se encontró alta significación estadística ($p < 0,01$) entre los tratamientos. Consecuentemente, nos indica que al menos uno de los tratamientos tiene una respuesta diferente en porcentaje de germinación y es superior al resto. El coeficiente de variación fue de 1,46 % indicando que los datos fueron homogéneos.

Tabla 8

Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para el porcentaje de germinación

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedios (%) | Sig. $\alpha=0,05$ |
|-----------------|-------------------------|---------------|--------------------|
| 1° | T5= Compost | 76,60 | a |
| 2° | T4= Estiércol de vacuno | 76,03 | a |
| 3° | T3= Estiércol de ovino | 75,98 | a |
| 4° | T2= Gallinaza | 74,63 | a b |
| 5° | T1= Testigo | 73,33 | b |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

En la tabla 8 y figura 3, se observa los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey, donde los tratamientos compost, estiércol de vacuno, estiércol de ovino y gallinaza con 76,60; 76,03 y 75,98 y 74,63 % respectivamente son estadísticamente similares, y superan al tratamiento testigo que obtuvo 73,33 % de semillas germinadas respectivamente.

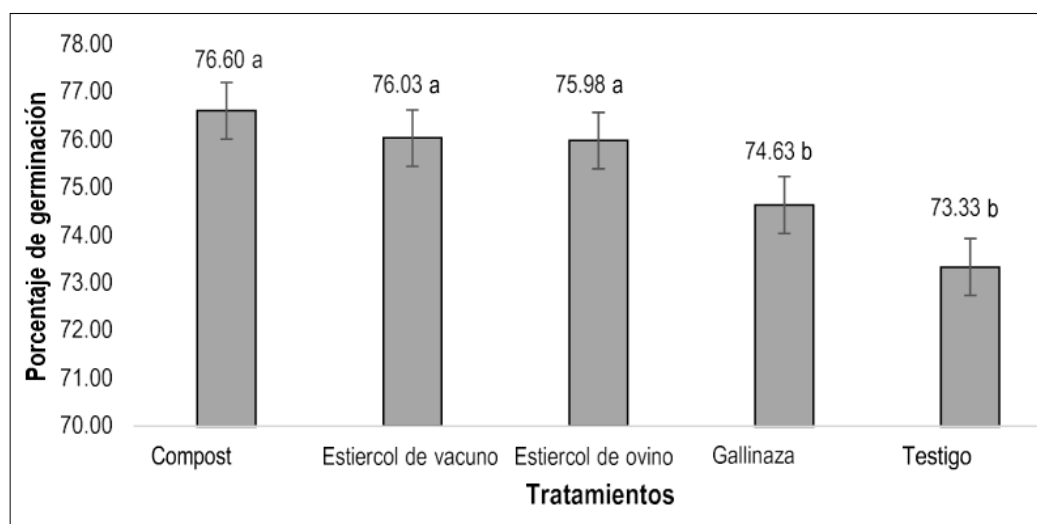


Figura 3. Porcentaje de germinación del tarwi, con diferentes enmiendas orgánicas

Estos resultados difieren con los hallados por Pinto (2016) que tras su investigación obtuvo una emergencia del 81,5 % a los 14 días, y el 100 % de germinación se dio a los 16 dds con el cultivar SLP, resultados superiores a los obtenidos en este experimento, se observó un porcentaje del 76,60 % a los 14 días dds con el abono orgánico compost. Por otro lado, Cáceres (1999), en su investigación realizada en Arequipa obtuvo porcentajes de 96 % a los 6 dds. Con relación a esto, la FAO (1995) menciona, que las semillas presentan un alto contenido de grasa lo que reduce el tiempo de germinación y emergencia; alcanzándose pérdidas hasta en un 20 y 25 % anualmente por lo que se requiere un continuo restablecimiento del material genético

Ascón y Talón (2001), manifiestan que las semillas almacenan durante su formación y crecimiento sustancias de reserva (proteínas, lípidos y carbohidratos) en diversos órganos de las semillas (cotiledones y endospermo), habitualmente son utilizadas para alimentar a la plántula antes de que se convierta en un organismo autótrofo después de la emergencia de la planta. La temperatura, la humedad, el sustrato, el tipo de suelo. Asimismo, la permeabilidad de la cubierta de la semillas, todos estos factores condicionan a la emergencia de las semillas.

Como podemos observar los tratamientos con abonos orgánicos presento el mayor porcentaje de emergencia, esto, posiblemente se deba a las condiciones apropiadas de temperatura y humedad del suelo; asimismo, podría deberse a la baja incidencia de hongos radicales debido al tratamiento preventivo utilizando un fungicida en las semillas al momento de la siembra.

El porcentaje de germinación de la semilla alcanzado en el presente experimento puede deberse a la composición de la semilla ya que tiene un alto contenido de fibra; estos resultados tienen relación con lo reportado por Flores (2018), la dormancia de las semillas tarwi y la impermeabilidad en la testa de la semilla están relacionadas positivamente, debido a su alto contenido de fibra; asimismo, manifiesta que a mayor grosor de la testa de la semillas la absorción de agua (imbibición) es menor para la germinación

de la semilla, es por ello, que se recomienda realizar una escarificación de la semilla utilizando los métodos manuales o mecánico con lo cual se logra un porcentaje de germinación del 60 a 86 %.

Caicedo y Peralta (2001) reportan que el resultado similar a los encontrados en la presente investigación, se debe a que a los 12 DDS ocurre la emergencia de las semillas del tarwi; asimismo es importante señalar que el tarwi tiene la particularidad de hacer frente al ataque de patógenos debido a su alto contenido de alcaloides, ventaja que le permite tener resistencia a los patógenos en la etapa de emergencia, resultando plantas sanas y vigorosas.

5.2. Altura de planta (cm)

Tabla 9

Análisis de varianza de altura de planta de tarwi (cm)

| F.V. | gl | SC | CM | Fc | p-valor |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloques | 3 | 92,48 | 30,83 | 134,56 | <0,0001** |
| Tratamientos | 4 | 5,96 | 1,49 | 6,51 | 0,005** |
| Error | 12 | 2,75 | 0,23 | | |
| Total | 19 | 101,19 | | | |

CV: 0,93 %

(**): altamente significativo

Los resultados indican que se detectaron diferencias significativas entre bloques ($p < 0,01$); en cuanto a los tratamientos también se encontró alta significación estadística ($p < 0,01$) en la altura de planta de tarwi respecto a

los tratamientos aplicados. Por tanto, podemos señalar que al menos uno o más tratamientos fueron superiores a los demás (tabla 9). El coeficiente de variación fue de 0,93 %, esto nos indica que los datos a nivel de la investigación se manejaron de modo correcto. En consecuencia, podemos concluir que los datos fueron homogéneos dentro de cada uno de los tratamientos en estudio.

Tabla 10

Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para la altura de planta de tarwi

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedios (cm) | Sig. $\alpha=0,05$ | |
|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------|---|
| 1° | T5= Compost | 52,09 | a | |
| 2° | T3= Estiércol de ovino | 51,86 | a | |
| 3° | T2= Gallinaza | 51,36 | a | b |
| 4° | T4= Estiércol de vacuno | 51,33 | a | b |
| 5° | T1= Testigo | 50,50 | | b |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

En la tabla 10 y figura 4, se presenta y visualiza los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey, donde los tratamientos compost, estiércol de vacuno, estiércol de ovino y gallinaza con 52,09; 51,33 y 51,86 y 51,36 cm son estadísticamente similares, y superan al tratamiento testigo que obtuvo 50,50 cm en altura de planta.

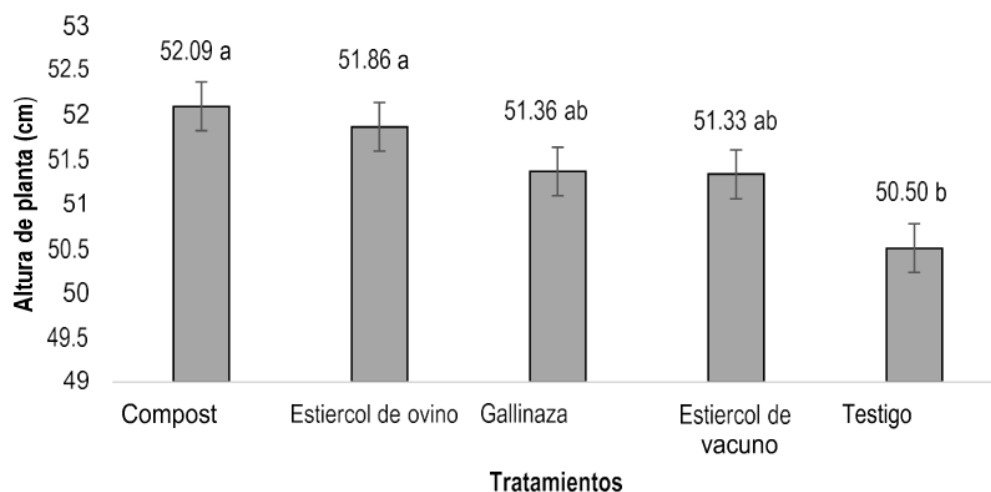


Figura 4. Altura de planta del tarwi con diferentes abonos orgánicos

Una de las razones por las que la altura de plantas de tarwi se haya visto afectado es por la presencia de patógenos radiculares en las etapas iniciales de crecimiento vegetativo. Otra razón podría deberse a la adaptación del cultivar utilizado en condiciones del CEA III “Los Pichones.

CEPED (2011) menciona que el tarwi por ser una leguminosa no requiere aplicaciones de nitrógeno debido a que fija N, asimismo, indica que es necesario el uso de abonos orgánicos como los guanos de corral, compost, humus, etc., porque suministran macronutrientes (NPK) y micronutrientes y nutrientes orgánicos (hongos y bacterias) que mejoran el crecimiento y desarrollo del cultivo.

El compost, estiércoles y gallinaza, aplicados en el fondo de los surcos favoreció en un ligero incremento en la altura de planta de tarwi, asimismo

estas se mostraron más vigorosas, sanas y resistentes al ataque de plagas; debido a que los abonos orgánicos cuando son aplicados en suelos en condiciones apropiadas se descomponen y mineralizan gradualmente aportando nutrientes durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Por otro lado, la microflora microbiana aumenta y esto debido a que la materia orgánica mejora la actividad microbiológica del suelo, lo que se ve reflejado en un incremento en el rendimiento de grano. Al respecto, Pinto (2016) en su trabajo de investigación tras la utilización de abonos orgánicos alcanzo alturas de plantas de 61,89 cm; resultados superiores a los obtenidos en la presente investigación.

5.3. Número de vainas por planta (unidad)

Tabla 11

Análisis de varianza de número de vainas por planta

| F.V. | gl | SC | CM | Fc | p-valor |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloques | 3 | 17,19 | 5,73 | 188,94 | 0,0001** |
| Tratamientos | 4 | 0,87 | 0,22 | 7,19 | 0,0034** |
| Error | 12 | 0,36 | 0,03 | | |
| Total | 19 | 18,43 | | | |

CV: 2,01 % (**): altamente significativo

En la tabla 11, se presentan los resultados del análisis de varianza; se observa que hubo una alta significación estadística entre bloques ($p < 0,01$).

Además, se encontró significación estadística ($p < 0,01$) en el número de vainas por planta con respecto a los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue 2,01%.

Tabla 12

Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para número de vainas por planta (unidad)

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedio (unid) | Sig. $\alpha=0,05$ |
|-----------------|-------------------------|-----------------|--------------------|
| 1° | T5= Compost | 9 | a |
| 2 | T2= Gallinaza | 8 | b |
| 3° | T3= Estiércol de ovino | 8 | b |
| 4° | T4= Estiércol de vacuno | 7 | c |
| 5° | T1= Testigo | 7 | c |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

Según la tabla 12, la prueba Tukey indica que los tratamientos compost, gallinaza y estiércol de ovino con 9 a 8 vainas/planta en promedio. Le sigue el tratamiento estiércol de vacuno con 7 vainas/planta similar al tratamiento testigo.

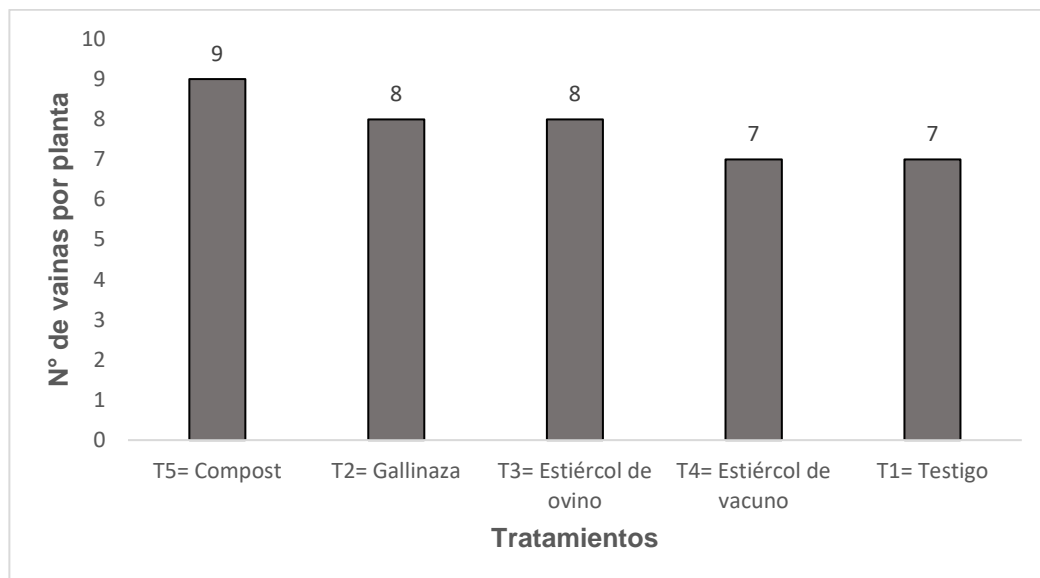


Figura 5. Número de vainas por planta Tarwi con diferentes abonos orgánicos

Según la figura 5, muestra al compost superior a los demás abonos, posiblemente se deben a que el compost al estar descompuesto aporta macro y micronutrientes lo que se ve reflejado en el incremento del crecimiento y desarrollo del cultivo, asimismo, podemos inferir que gallinaza y el estiércol de ovino su grado de descomposición presenta una mayor asimilación de los nutrientes de forma gradual permitiendo un mejor crecimiento y desarrollo radicular y masa foliar incrementando el rendimiento de grano por planta.

Tabla 14

Prueba de rangos múltiples de Tukey para la longitud de vaina de tarwi (cm)

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedios (cm) | Sig. $\alpha=0,05$ |
|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| 1° | T5= Compost | 5,03 | a |
| 2° | T2= Gallinaza | 4,90 | a b |
| 3° | T4= Estiércol de vacuno | 4,40 | b c |
| 4° | T3= Estiércol de ovino | 4,30 | c |
| 5° | T1= Testigo | 4,20 | c |

Medias con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

Los resultados indican que los tratamientos compost y gallinaza con 5,03 y 4,9 cm fueron los mejores y estadísticamente similares. Le sigue el tratamiento estiércol de vacuno con 4,4 cm, mientras que los tratamientos que lograron vainas de menor longitud fue estiércol de ovino y el testigo con 4,3 y 4,2 cm respectivamente (tabla 14 y figura 6).

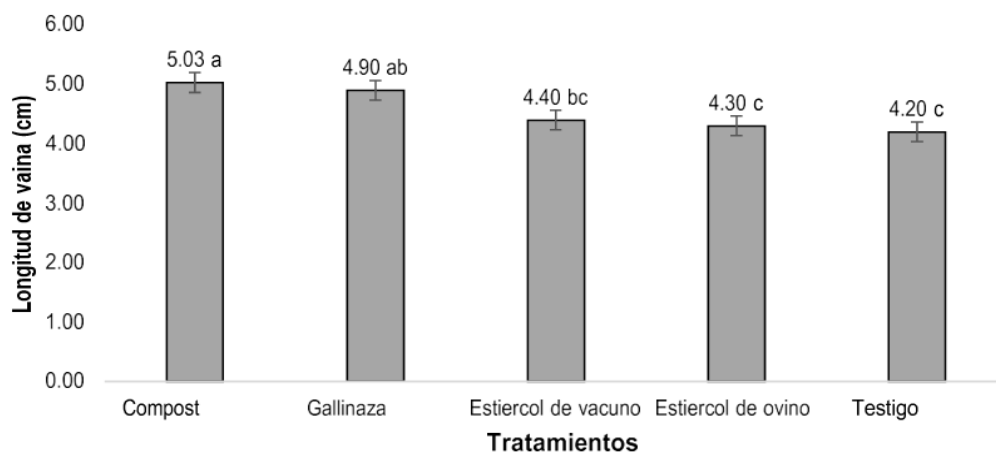


Figura 6. Longitud de vainas de tarwi con diferentes abonos orgánicos

Este hallazgo concuerda con el informe de Pinto (2016) que reportó una longitud de vaina máxima de 5,88 cm/vaina. Asimismo, Salis (1985) en su estudio utilizando el cultivar Plomo concluyó que la longitud de vainas fue 5 a 8 cm, mientras que el cultivar Blanco presenta vainas de 5 a 10 cm, estos resultados son superiores a los hallados en esta investigación.

De la Cruz (2018), en su trabajo de investigación, encontró que la longitud de vaina en el cultivar Yunguyo fue de 7,3 cm, siendo superior a los resultados hallados en el presente trabajo. Esto podría deberse a la presencia de fósforo en el suelo y abonos orgánicos que influyen en el crecimiento de las vainas y en la formación del grano.

5.5. Número de granos por vaina (unidad)

Tabla 15

Análisis de varianza de número de granos por vaina de tarwi (unidad)

| F.V. | gl | SC | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Bloques | 3 | 4,83 | 1,61 | 78,19 | 0,0001** |
| Tratamientos | 4 | 1,08 | 0,27 | 13,08 | 0,0002** |
| Error | 12 | 0,25 | 0,02 | | |
| Total | 19 | 6,15 | | | |

CV: 4,19 %

(**): altamente significativo

En la tabla 15, se presenta el análisis de varianza donde se observa diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$) entre bloques. Asimismo, presenta alta significación ($p < 0,01$) en el número de granos por

vaina debido a los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación de 4,19 %, está dentro de lo aceptable e indica los datos registrados del experimento son confiables.

Tabla 16

Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % para el número de granos por vaina

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedios (unid.) | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-------------------|------|
| 1° | T5= Compost | 4 | a |
| 2° | T2= Gallinaza | 4 | a |
| 3° | T4= Estiércol de vacuno | 3 | b |
| 4° | T3= Estiércol de ovino | 3 | b |
| 5° | T1= Testigo | 3 | b |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

Los tratamientos compost y gallinaza fueron los mejores con 4 granos por vaina en promedio, mientras que los tratamientos estiércol de vacuno, estiércol de ovino y el testigo fueron los que lograron el menor número de granos por vaina con 3 granos cada una (tabla 16 y figura 7).

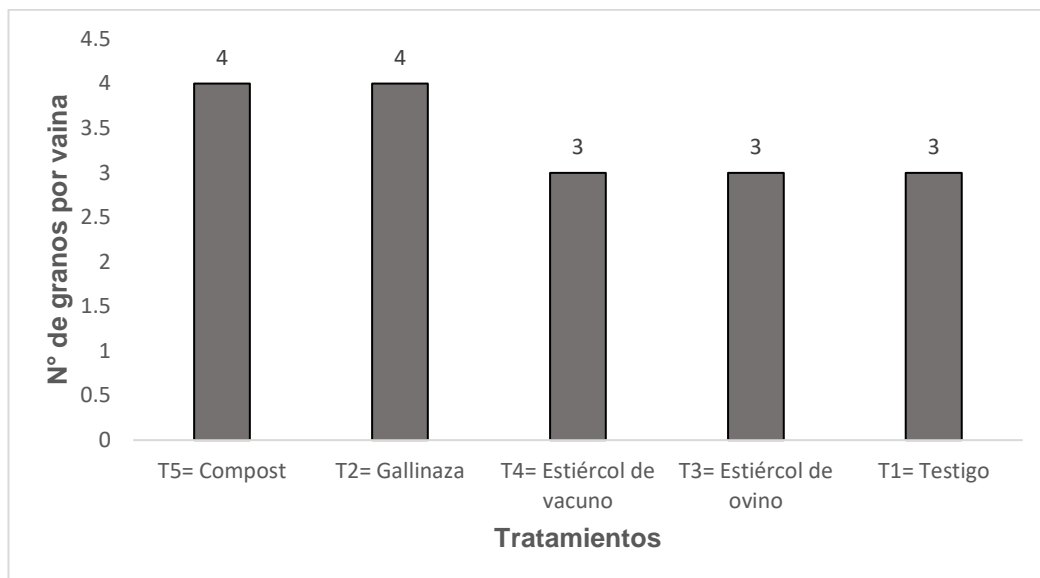


Figura 7. Número de granos por vaina de tarwi con diferentes abonos orgánicos

Los resultados mostrados por la figura 7 se deben posiblemente al contenido de fósforo en los abonos orgánicos, que estaría estimulando el crecimiento vegetativo permitiendo que las plantas se encuentren más vigorosas, lo que se traduce en un incremento en la producción de grano. Primo y Carrasco citados por Cáceres (1999), indican que el fósforo es importante y participa en la formación de granos y semillas, asimismo como nutriente de la planta actúa como transportador de energía a lo largo de la estructura vegetal.

5.6. Peso de grano por planta (g)

Tabla 17

Análisis de varianza de peso de granos por planta de tarwi (g)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|-------|----------|
| Bloques | 1,85 | 3 | 0,62 | 18,36 | 0,0001** |
| Tratamientos | 2,27 | 4 | 0,57 | 16,92 | 0,0001** |
| Error | 0,4 | 12 | 0,03 | | |
| Total | 4,53 | 19 | | | |

CV: 6,18%

(**): altamente significativo

El análisis de varianza de peso de grano por planta (tabla 17), muestra una alta significación estadística entre bloques ($p < 0,0001$), y se observa que hubo alta significación entre los tratamientos, indicando que, al menos un tipo de abono es diferente a los demás. El coeficiente de variación fue 6,18 %, indicando que los datos registrados del experimento son confiables.

Tabla 18

Prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de peso de grano seco por planta

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedios (g planta ⁻¹) | Significación |
|-----------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1° | Compost | 3,43 | a |
| 2° | Gallinaza | 3,33 | a |
| 3° | Estiércol de ovino | 2,73 | b |
| 4° | Estiércol de vacuno | 2,70 | b |
| 5° | Testigo | 2,65 | b |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

En la tabla 18 y figura 8, se observa que el compost y la gallinaza lograron el mayor peso de granos secos por plantas con un peso promedio de 3,43 g/planta y 3,33 g/planta respectivamente. Mientras que los abonos estiércol de ovino, vacuno y el testigo alcanzaron promedios de 2,73; 2,70 y 2,65 g de granos secos por planta siendo inferiores a los demás tratamientos.

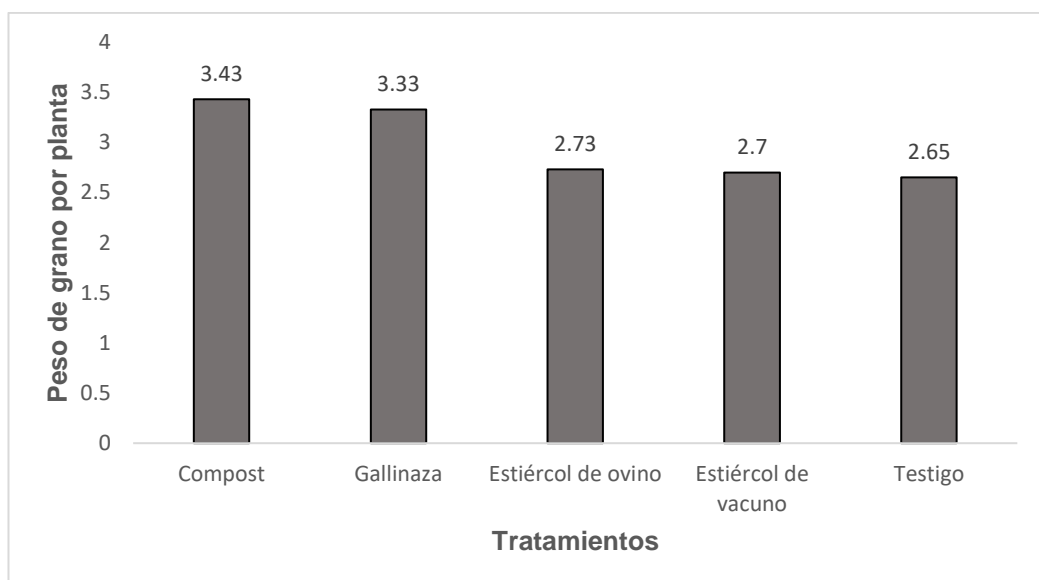


Figura 8. Peso de granos por planta de tarwi con diferentes abonos orgánicos

En la figura 8 se observa que, el compost y gallinaza tienen una mejor respuesta en el peso de grano seco por planta (g) sobre los demás tratamientos, esto podría deberse al mayor contenido de fósforo que presentan estos abonos, ya que este nutriente tiene una relación directa en el crecimiento de raíces lo que se ve en un mejor desarrollo de plantas en

altura y área foliar, más follaje, mas inflorescencias, mayor cuajado, mayor número vainas por planta y mejor desarrollo de grano a la maduración.

Pinto (2019) en su estudio alcanzó mayores promedios utilizando guano de isla (8,22), bocachi (5,59), humus (4,34), y estiércol de vacuno (3,76), con resultados superiores a los encontrados en la presente investigación. Según los resultados obtenidos podemos deducir que el compost y gallinaza, tienen un mayor contenido de macro y micronutrientes aportando de forma gradual para un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se refleja en un incremento en la producción de grano.

5.7. Rendimiento por hectárea (kg/ha)

Tabla 19

Análisis de varianza de rendimiento de grano seco de por hectárea (kg/ha)

| F.V. | gl | SC | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Bloques | 3 | 2 735,2 | 911,72 | 96,82 | 0,0001** |
| Tratamientos | 4 | 1 030,1 | 257,53 | 27,35 | 0,0001** |
| Error | 12 | 113,0 | 9,42 | | |
| Total | 19 | 3 878,3 | | | |

CV: 1,41 %

(**): altamente significativo

El análisis de varianza para el rendimiento (tabla 19), muestra una alta significación estadística entre bloques, y una alta significación entre tratamientos. Esto quiere decir que al menos un tipo de abono orgánico fue diferente al resto. El coeficiente de variación fue 1,41 %.

Tabla 20

Prueba de Tukey al 5 % de rendimiento de grano seco (kg/ha)

| Orden de mérito | Tratamientos | Promedio (kg ha ⁻¹) | Significación |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1° | Compost | 226,6 | a |
| 2° | Gallinaza | 225,4 | a |
| 3° | Estiércol de ovino | 213,3 | b |
| 4° | Estiércol de vacuno | 212,9 | b |
| 5° | Testigo | 209,0 | b |

Promedios con una letra común no son significativos ($p > 0,05$)

La prueba Tukey (tabla 20 y figura 9), muestra que los tratamientos compost y gallinaza fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos con promedios de 226,6 kg/ha y 225,4 kg/ha respectivamente. Los tratamientos estiércol de ovino, vacuno y el control alcanzaron promedios de 213,3; 212,9 y 209,0 kg/ha siendo inferiores estadísticamente.

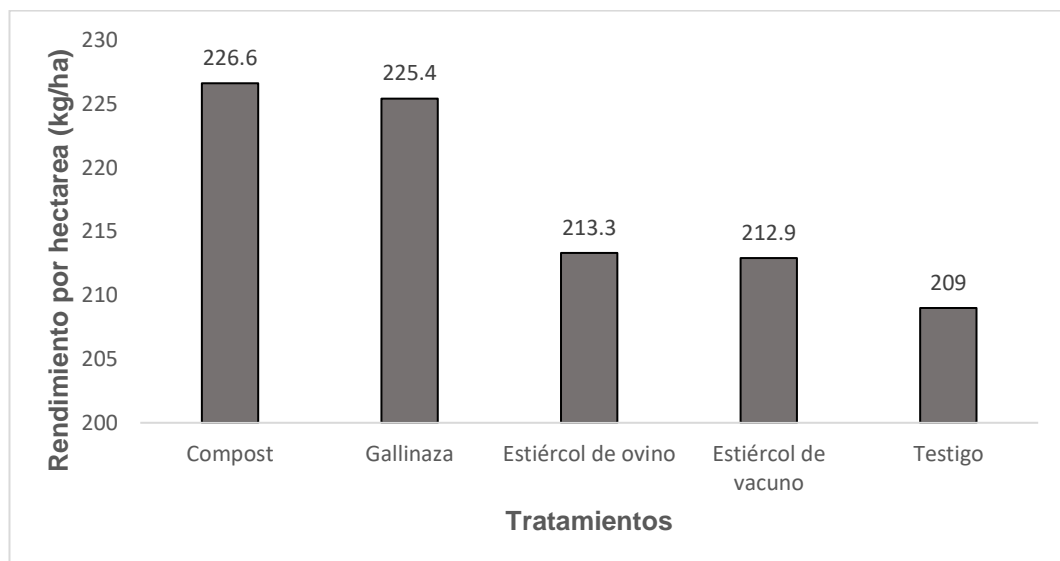


Figura 9. Peso de granos por planta de tarwi con diferentes abonos orgánicos

Según la figura 9, El bajo rendimiento obtenido podría deberse a factores climáticos como la temperatura. Tapia (2007) indica que el tarwi es un cultivo de clima frío, tolera temperaturas de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Camarena et al. (2012) indica que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del cultivo es de $20\text{ a }25\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el día y por la noche $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante la ejecución de la investigación se presentaron temperaturas óptimas para el cultivo, a pesar hubo variaciones en el rendimiento de granos de tarwi.

Pinto (2019) en su trabajo de investigación en Arequipa utilizando abonos orgánicos, encontró en las plantas fertilizadas con guano de isla un rendimiento de $943,3\text{ kg/ha}$, mientras que las plantas fertilizadas con humus y estiércol de bovino obtuvieron un rendimiento de $587,99\text{ kg/ha}$ y $534,79\text{ kg/ha}$ estos rendimientos fueron superiores a los obtenidos en la presente investigación. De la Cruz (2018), realizó la caracterización fenológica del tarwi asimismo evaluó el rendimiento de varios ecotipos de tarwi en el Callejón de Huaylas en Ancash, sus resultados indican que el ecotipo Yunguyo logro el mayor rendimiento de grano con $1\ 121,9\text{ kg/ha}$, el cual fue superior al obtenido en la presente investigación. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de tarwi, el ataque de *Fusarium sp.*, fue severo, siendo este cultivo susceptible a esta enfermedad, el sistema radicular fue el más

afectado incluso hubo muerte de muchas plantas. Las plantas que resistieron el ataque de la enfermedad, pero cuando esta emergió durante el periodo de floración, afectó al cuajado de los frutos y, por tanto al rendimiento de grano seco kg/ha.

En este trabajo de investigación, los rendimientos son bajos debido a la susceptibilidad a las enfermedades de la raíz, a las condiciones edafoclimáticas (temperatura) y al proceso de adaptación del tarwi a la costa sur, la zona de introducción.

CONCLUSIÓN

Los abonos orgánicos compost y gallinaza fueron los que alcanzaron el mayor rendimiento con promedios de 226,6 kg/ha y 225,4 kg/ha. Asimismo, lograron los mayores promedios en cuanto a las variables porcentaje de emergencia, altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vainas, número de granos por vaina y peso de granos secos por planta

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar como abono orgánico el compost y la gallinaza ya que fueron los que obtuvieron el mayor rendimiento de grano.

Se recomienda realizar la siembra en las diferentes estaciones y distintas densidades de siembra para establecer las mejores épocas y densidades para nuestras condiciones.

Se recomienda sembrar el tarwi en sistemas de policultivos con la finalidad de aprovechar el nitrógeno fijado por esta especie y minimizar el uso de fertilizantes nitrogenados.

Se recomienda seguir investigando en la introducción nuevos ecotipos de tarwi a la región para seleccionar aquellos que muestren una buena adaptabilidad y estabilidad en el rendimiento.

Se recomienda fomentar el consumo de granos de tarwi especialmente por su alto contenido de proteínas, grasas insaturadas, minerales y fibras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar (2015). "Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet*), bajo condiciones de Otuzco - La Libertad". Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. La libertad
- Bedoya, D. (2008). El diseño como factor de optimización del consumo de productos alimenticios. Tesis de Maestría, Palermo: Universidad de Palermo
- Bernal, G. (1982). Evaluación de cepas de *Rhizubium lupini* en el cultivo de chocho. En: Resúmenes de la XI Reunión Latinoamericana de *Rhizubium*, Lima, Perú.
- Blanco, O. (1980). Genetic variability of tarwi (*Lupinus mutabilis L.*) En: 1 Conferencia Internacional de *Lupinus*. Lima, Cusco, Perú.
- Caicedo, C., y Peralta, E. (2004). El cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis L.*) Fitonutrición, Enfermedades y Plagas, en el Ecuador. Quito, Ecuador. Editorial Tecnigrava 1-35 p.

Castro, Y. (2016). "Efecto de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la irrigación de la Yarada". Tesis para optar el Título de profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 70 p.

Coronado, M. (1995). Agricultura orgánica versus agricultura convencional.

Damiani , M.(2016) "evaluación físico-químico de compost, elaborado a partir de pistia stratiotes más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje". (Tesis para optar el Título de profesional de Ingeniero Agrónomo).Universidad Tecnica de Babahoyo. Babahoyo, Los Ríos-Ecuador .61p.

FAO/WHO Food Agricultural Organization/World Health Organization of the United Nations (1992). Food and nutrition paper N° 57. Fats and oils in human nutrition report of a joint expert consultation FAO/OMS. Las Grasas y Aceite en la Nutrición Humana. Informe de una consulta de experto.

Gade, D. W. (1972). Vanishing crops of traditional agricultura: the case of tarwi (*Lupinus mutabilis* L.) in the Andes. Proc. Ass. An. Geogr.

- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del tarwi (*Lupinus mutabilis* L.).
Estudio FAO: Producción y protección vegetal.
- Gross, R. E y Von B. F. (1988). Chemical composition of a new variety of
the Andean lupinu (*Lupinus mutabilis* L.) with low alkaloid content.
J. Food Comp. Anal. 1: 353-361.
- Mamani, Y. (2017). “Influencia de tres fuentes de materia orgánica en el
rendimiento del cultivo de Chía (*Salvia hispánica* L.) en el CEA III -
los pichones - Tacna - 2015”. Tesis para optar el Título de
profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge
Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 70 p.
- Quispe, M. (2017). Investigó la “influencia de cuatro fuentes de materia
orgánica en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) Var Roja
Ilabaya en el centro experimental agrícola III los pichones – Tacna”.
(Tesis para optar el Título de profesional de Ingeniero Agrónomo).
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 70
p.
- Rodriguez, G. (2005). (*Lupinus mutabilis* L.). Argentina. CREAN.
http://crean.Org/Publica//bol_lupinus/Prefacio.htm.

Suquilanda, M. B. 2003. Manejo integrado de plagas en el cultivo del arroz. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. Quito, Ecuador.

Tapia, E. M. (1990). Cultivos Andinos Sub explotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y agroindustrial.

Ticona A. C. (1975). Correlaciones de algunas características con rendimiento en tarwi. Tesis, UNSMC. Cusco, Perú.

Vilca, J. (2014). "Influencia de 5 fuentes de materia orgánica en el rendimiento y calidad del cultivo de melón (Cucumis melo L) Var. Otero en el CEA III los pichones ". Tesis para optar el Título de profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 94 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico químico de los abonos orgánicos



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 007 – 01 - VAR. 2015

I.- INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : YESENIA ELIZABETH MAMANI QUENTA
DIRECCION : Centro Experimental Agrícola III "Los Pichones" de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
TIPO DE MUESTRA : Gallinaza, Estiércol de Ovino, Estiércol de Vacuno.
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: Humedad, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Potasio Total.
N° DE MUESTRA Y COD. LABORATORIO : M-1 = 010 Gallinaza
M-2 = 011 Estiércol de Ovino
M-3 = 012 Estiércol de Vacuno
CULTIVO ANTERIOR : Zapallito Italiano
CULTIVO A ESTABLECER : Chia
SISTEMA DE RIEGO : Goteo
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 bolsa de plástico con 1.0 Kg. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 10 de Enero del 2015
FECHA ENTREGA DE RESULTADO : 17 de Enero del 2015


II.- RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICOQUÍMICO

| DESCRIPCION | UNIDAD DE LOS RESULTADOS | RESULTADO M-1 Gallinaza | RESULTADO M-2 Estiércol de Ovino | RESULTADO M-3 Estiércol de Vacuno |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | | 010 | 011 | 012 |
| Humedad | % | 12.08 | 5.23 | 11.16 |
| Nitrógeno Total N | % | 3.62 | 2.23 | 1.95 |
| Fosforo Total P | mg/Kg | 7,880 | 3,320 | 3,920 |
| Potasio Total K | mg/Kg | 34,000 | 30,000 | 46,000 |

mg/Kg = miligramos por Kilogramo o ppm = partes por millón
% = Porcentaje

METODOLOGIA

Nitrógeno Total: Método de Kjeldahl
Fósforo Total: HACH Method 8190 Acid Persulfate Digestion Method
Potasio Total: Fotometría de Emisión de Llama


Lic. Quím. Victoria Fisancho Motta
C.Q.P. 270



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

Anexo 2. Análisis de caracterización del suelo experimental

INFORME DE ENSAYO N° 039 - 08 - SUE - 2016

ANÁLISIS DE SUELO

1. INFORMACION PRELIMINAR SOLICITANTE

SOLICITANTE : MARIELA GLADYS HUALLPA JILAJA
 UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
 GROHMANN. ESCUELA DE AGRONOMÍA.
DIRECCION : TACNA
TIPO DE MUESTRA : SUELO
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-3 = 282
LUGAR DE MUESTREO : CEA III "LOS PICHONES" Prof.: 0.30 m Riego: Goteo
 Altura sobre el nivel del mar: 527 m.s.n.m
CULTIVO ANTERIOR : Zapallo (Aplicación de 3 tipos de Ácidos Húmicos)
CULTIVO A SEMBRAR : Maíz (Tres niveles de Nitrógeno y Fósforo)
FECHA DE MUESTREO : 19 de Agosto del 2016
PRESENTACION : 01 bolsa de plástico con 1.0 Kg. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 20 de Agosto del 2016
FECHA ENTREGA RESULTADO : 25 de Agosto del 2016

II.-RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

| Cod. Lab. | ANÁLISIS MECÁNICO | | | | ANÁLISIS QUÍMICO | | | | | ELEMENTOS DISPONIBLES | |
|-----------|-------------------|-----------|--------|----------------|----------------------|------|------------|-------------|--------------|-----------------------|---------------|
| | Arena % | Arcilla % | Limo % | Clase Textural | CO ₂ Ca % | pH | C.E. mS/cm | Mat. Org. % | Nitróg. % N. | Fósforo ppm P | Potasio ppm K |
| 282 | 57.2 | 11.6 | 31.2 | Franco Arenoso | 0.0 | 4.61 | 2.33 | 1.09 | 0.055 | 29.75 | 510 |

Abreviaturas : C.E= Conductividad Eléctrica mS/cm= milisiemens por cm= ohmio por cm %=Porcentaje ppm=partes por millón
 pH y C.E= extracto/ suelo 1 : 2.5 CO₂Ca = Carbonato de Calcio

| Cod. Lab. | CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES | | | | | | CIC Capacidad de Intercambio Cationico | PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable | Saturación de Bases |
|-----------|---|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|-----|--|--|---------------------|
| | Ca ⁺⁺ meq/100gs | Mg ⁺⁺ meq/100gs | K ⁺ meq/100gs | Na ⁺ meq/100gs | Acidez Cambiable H ⁺ +Al ⁺⁺⁺ | | meq/100gs | % | % |
| 282 | 4.24 | 0.84 | 0.96 | 0.42 | 2.14 | 8.6 | 4.88 | 75.12 | |

Abreviaturas : CIC= Capacidad de Intercambio Cationico meq/100gs= miliequivalentes x 100gs de suelo
 PSI=Porcentaje de Sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

| Cod. Lab. | CO ₂ Ca | pH | C.E. | MAT. ORG. | NITROG. | FOSFORO | POTASIO |
|-----------|---|-------------------|----------------|-----------------|---------|-----------|---------|
| 282 | Deficiente | Fuertemente Ácido | Salino | Bajo | Bajo | Excesivo | Alto |
| Cod. Lab. | CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES | | | | CIC | PSI | |
| | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | | | |
| 282 | Bajo | Bajo | Muy Alto | Medio | Bajo | No Sódico | |

PROHIBIDA DE REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

Pág. 1 de 3