

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE
TRES ECOTIPOS DE TARWI SILVESTRE (*Lupinus sp.*) EN K'IPHAK'IPHANI-
VIACHA**

Roberto Aguilar Mamani

La Paz – Bolivia

2017

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE
TRES ECOTIPOS DE TARWI SILVESTRE (*Lupinus sp.*) EN K'IPHAK'IPHANI-
VIACHA**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

ROBERTO AGUILAR MAMANI

ASESORES:

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores

COMITÉ REVISOR:

Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas

Ing. Ph. D. Vladimir Orsag Cespedes

Ing. René Calatayud Valdez

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

2017

Dedicatoria:

Con cariño, amor y respecto a mi padre Juan Carlos Aguilar, a mi madre Juana Mamani y a mis queridas hermanas Ariela y Eliana por su apoyo incondicional y constante aliento.

Agradecimientos

A Dios, por la fortaleza para seguir adelante para la culminación de este trabajo de tesis.

A la Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, por brindarme la oportunidad de aprender en sus aulas durante mis años de estudio.

A la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA), por el apoyo brindado, que hizo posible la culminación de la presente investigación.

A mi maestro el Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores, de manera especial por ser un gran ejemplo en mi formación, brindándome la orientación, asesoramiento y apoyo para la culminación de este trabajo.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas, Ing. Ph. D. Vladimir Orsag Cespedes e Ing. René Calatayud Valdez por las observaciones y sugerencias dadas.

También extender de forma particular mi gratitud a la Ing. Janneth Quispe Yanahuaya por su valiosa ayuda.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria:.....	i
Agradecimientos	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.2.3. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Origen del genero <i>Lupinus</i>	4
2.2. Características del tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>)	5
2.2.1. Descripción morfológica	5
2.2.2. Clasificación taxonómica del tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>).....	6
2.3. Ecotipos de tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>)	7
2.4. Producción de Semilla.....	8
2.4.1. Semilla	9
2.4.2. Germinación	9
2.4.2.1. Condiciones ambientales.....	9
2.4.2.2. Condiciones propias de la semilla	11
2.4.3. Dormancia.....	12
2.4.4. Tratamientos para romper la dormancia	12
2.4.4.1. Escarificación.....	12
2.4.4.2. Estratificación	13
2.5. Fenología	13

2.6.	Estiércol de llama	14
3.	LOCALIZACIÓN	16
3.1.	Ubicación geográfica	16
3.2.	Características ecológicas	17
3.2.1.	Temperatura.....	17
3.2.2.	Precipitación pluvial.....	17
3.2.3.	Humedad relativa	18
3.3.	Características del Suelo.....	19
3.3.1.	Fisiografía.....	19
3.3.2.	Hidrografía.....	19
4.	MATERIALES Y MÉTODO	21
4.1.	Materiales.....	21
4.1.1.	Material vegetal	21
4.1.2.	Material orgánico - estiércol de llama (<i>Lama glama</i> L.)	21
4.1.3.	Materiales de campo	21
4.1.4.	Materiales de laboratorio	22
4.1.5.	Materiales de gabinete	22
4.2.	Método	22
4.2.1.	Demarcación del terreno	22
4.2.2.	Aplicación del estiércol	22
4.2.3.	Prácticas culturales	23
4.2.4.	Muestreo de suelo para la evaluación de las propiedades físicas y químicas	23
4.2.5.	Diseño experimental.....	23
4.2.5.1.	Modelo Lineal aditivo	24
4.2.6.	Características del campo experimental	26
4.2.7.	Variables de respuesta.....	27
4.2.7.1.	Variables fisiológicas	27
4.2.7.2.	Variables agronómicas	28
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30

5.1.	Porcentaje de germinación de la semilla colectada en campo	30
5.2.	Días a la germinación en campo	31
5.3.	Porcentaje de emergencia.....	32
5.4.	Altura de Planta.....	34
5.5.	Fases fenológicas	40
5.6.	Número de ramas florales por planta	43
5.7.	Número de vainas por racimo	44
5.8.	Número de granos por vaina	46
5.9.	Rendimiento de semilla	48
5.9.1.	Rendimiento de semilla por planta	48
5.9.2.	Rendimiento de semilla por superficie.....	50
5.10.	Peso de 1000 semillas	55
5.11.	Viabilidad de la semilla obtenida	57
5.12.	Análisis de suelos.....	59
6.	CONCLUSIONES	66
7.	RECOMENDACIONES	68
8.	BIBLIOGRAFÍA	70
9.	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción taxonómica de tarwi silvestre (<i>Lupinus sp.</i>).....	6
Cuadro 2. Parámetros del estiércol de camélido	15
Cuadro 3. Factores de estudio	25
Cuadro 4. Tratamientos	25
Cuadro 5. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de la semilla colectada de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio	31
Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	34
Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre del 16 de enero de 2016	36
Cuadro 8. Niveles de significación de análisis de varianza de la altura de planta de tres ecotipos de tarwi silvestre a lo largo del año de evaluación	38
Cuadro 9. Prueba Duncan de la interacción de los ecotipos de tarwi silvestre y la materia orgánica en la altura de planta a lo largo del año de evaluación	39
Cuadro 10. Análisis de Duncan de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi a lo largo del año de evaluación.....	39
Cuadro 11. Fases fenológicas de los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala..	42
Cuadro 12. Análisis de varianza de ramas florales por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	44
Cuadro 13. Análisis de varianza de número de vainas por racimo de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	46
Cuadro 14. Análisis de varianza de número de granos por vaina de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	48
Cuadro 15. Análisis de varianza del rendimiento de semilla por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre	50
Cuadro 16. Rendimiento de semilla por superficie de los tres ecotipos de tarwi silvestre	52
Cuadro 17. Niveles de significación estadística de análisis de varianza del rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha gradual de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	54
Cuadro 18. Prueba Duncan de los tres ecotipos de tarwi silvestre en el rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha.....	54
Cuadro 19. Prueba Duncan de la materia orgánica en el rendimiento de semilla de los tres ecotipos de tarwi silvestre por superficie durante la época de cosecha	55
Cuadro 20. Prueba Duncan de la interacción de los ecotipos y la materia orgánica en el rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha	55

Cuadro 21. Número de semillas en un gramo, en un kilogramo y peso de 1000 semillas	56
Cuadro 22. Análisis de varianza del número de semillas por g de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	57
Cuadro 23. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de la semilla obtenida de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio	59
Cuadro 24. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 1 y 4.....	60
Cuadro 25. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 2 y 5.....	61
Cuadro 26. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 3 y 6.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la estación K'iphak'iphani y la ubicación de la parcela en estudio	16
Figura 2. Temperaturas promedio	17
Figura 3. Precipitación pluvial promedio (mm agua).....	18
Figura 4. Humedad relativa promedio	18
Figura 5. Croquis del campo experimental	26
Figura 6. Porcentaje de germinación de semillas de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio	30
Figura 7. Porcentaje de emergencia de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en campo.....	33
Figura 8. Promedio de crecimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre del 16 de enero de 2016	35
Figura 9. Curva de crecimiento de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre a lo largo del año de evaluación.....	37
Figura 10. Número de ramas florales por tratamiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre	43
Figura 11. Número de vainas por racimo de los tres ecotipos de tarwi silvestre	45
Figura 12. Promedio de número de granos por vaina de los tres ecotipos de tarwi silvestre	47
Figura 13. Rendimiento de semillas por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre	49
Figura 14. Rendimiento de semillas por superficie (m ²) de los tres ecotipos de tarwi silvestre	51
Figura 15. Rendimiento de semillas durante la época de cosecha de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	53
Figura 16. Número de semillas en 1g de los tres ecotipos de tarwi silvestre	56
Figura 17. Porcentaje de germinación de la semilla obtenida de los tres ecotipos de tarwi silvestre.....	58
Figura 18. Proporción de cationes de cambio en el suelo de los diferentes tratamientos con y sin materia orgánica.....	64

RESUMEN

En Bolivia, propiamente en la región andina, existen especies de plantas de las cuales no se conoce los beneficios que pueden proporcionar a la humanidad y la agricultura; entre estas plantas se encuentra los diferentes ecotipos de tarwi silvestre y para aprovechar las cualidades de estas plantas se hace necesaria la obtención de su semilla. Como objetivo general se planteó determinar el efecto de la materia orgánica en la obtención de semilla de tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) en el Centro Experimental de K'iphak'iphani del municipio de Viacha. El presente trabajo se realizó en los predios de la Fundación PROINPA de la localidad de K'iphak'iphani – Viacha, con el objetivo de conocer el efecto de la materia orgánica en la producción de semilla en tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*). Para la investigación se utilizó semilla de tres ecotipos de tarwi silvestre, proporcionada por la Fundación PROINPA, el ecotipo 1 (Orinoca), al ecotipo 2 (Habas Cancha) y el ecotipo 3 (Chacala). La siembra se realizó de manera intercalar en tándem, para luego aplicar 3 t/ha de estiércol de llama (*Lama glama* L.) como materia orgánica. Durante el seguimiento se hizo la evaluación de la fenología de los tres ecotipos de tarwi silvestre de las cuales se registró en la fase vegetativa los días transcurridos a la fase de hoja cotiledonal, hojas verdaderas, y ramificación, mientras que en la fase reproductiva se registraron los días a inicio de botón floral, floración y fructificación. La cosecha fue gradual a medida que las vainas conteniendo semilla alcanzaba la madures para luego evaluar el rendimiento de semilla por planta y por superficie en kg/ha. Los ecotipos de mejor rendimiento por planta registraron son Orinoca y Habas cancha, con 8.16 g y 13.31 g respectivamente, sin que la materia orgánica haya tenido efecto en esta variable; en cuanto al rendimiento de semilla por superficie los ecotipos de mejor rendimiento fueron Habas cancha con **836.6 kg/ha** y Orinoca con **815.5 kg/ha**. Así mismo se evaluó el número de semillas en un gramo siendo el ecotipo Chacala con un promedio de 135 semillas por gramo, Orinoca un promedio de 53,6 semillas por gramo y Habas cancha 72 semillas por gramo como promedio. La viabilidad de las semillas obtenidas de los tres ecotipos se determinó por la prueba estándar, los tres ecotipos obtuvieron buenos porcentajes de viabilidad entre 85% y 94%, pero el ecotipo de Habas cancha es el de

mayor viabilidad registrando 94%. A su vez se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas colectadas de los tres ecotipos que proporciono PROINPA, como también el porcentaje de emergencia.

Palabras claves: Tarwi silvestre (*Lupinus sp.*), estiércol de llama (*Lama glama L.*), materia orgánica, semilla, rendimiento de semilla.

ABSTRACT

In Bolivia, as in the Andean region, there are species of plants of which the benefits that can be provided is not known to humanity and agriculture; These plants include the different ecotypes of wild tarwi and to take advantage of the qualities of these plants obtain their seed is necessary. The objective of this study was to determine the effect of organic matter on the production of seed of three ecotypes of wild tarwi (*Lupinus sp.*) At the K'iphak'iphani Experimental Center in the municipality of Viacha. The present work was carried out on the premises of the PROINPA Foundation of the town of K'iphak'iphani - Viacha, in order to know the effect of organic matter in the seed production in three ecotypes of wild tarwi (*Lupinus sp.*). The research was seed of three ecotypes of wild tarwi, provided by the PROINPA Foundation, ecotype 1 (Orinoca), ecotype 2 (Habas cancha) and ecotype 3 (Chacala). Sowing was done in way insert in tandem, then apply 3 t / has manure of llama (*Lama glama L.*) as organic matter. During follow-up was the evaluation of the phenology of three wild tarwi ecotypes of which occurred in the vegetative stage the days after phase cotyledonal sheet and true leaves, branching, while in the reproductive phase were recorded the days at beginning of bud, flowering and fruiting. The harvest was gradual to pods containing seed reached maturity it to then assess seed yield per plant and per kg surface / has. Best performance by plant ecotypes recorded are Orinoca and Habas cancha, with 8.16 g and 13.31 g respectively, without that organic matter has had effect on this variable; as for the seed yield per surface best performance ecotypes were Habas cancha with **836.6 kg/has** and Orinoca **815.5 kg/has**. Also evaluated the number of seeds in one gram being Chacala ecotype with an average of 135 seeds per gram, Orinoca an average of 53.6 seeds per gram and Habas cancha 72 seeds per gram as.

Keywords: Wild tarwi (*Lupinus sp.*), Llama manure (*Lama glama L.*), organic matter, seed, seed yield.

1. INTRODUCCIÓN

En la región andina de Bolivia se tienen especies de plantas aun no estudiadas, razón por la que no se conocen las cualidades y los beneficios que pueden proporcionar a la humanidad en general y a la agricultura en particular. Entre estas especies está el tarwi silvestre o q'ila-q'ila o salqa (*Lupinus sp.*) del cual se tienen diferentes ecotipos en la parte norte, centro y sur del Altiplano boliviano.

Las plantas del género *Lupinus* tienen una relación simbiótica con bacterias que les permiten fijar nitrógeno atmosférico favoreciendo así a la fertilidad del suelo, puesto que el nitrógeno es el macronutriente más importante para el normal desarrollo de los cultivos y condición orgánica del nitrógeno fijado por las leguminosas la hace mucho más importante para la producción orgánica de cultivos como la quinua.

Para aprovechar la cualidad de estas plantas es necesaria la obtención de semillas, puesto que por tratarse de una especie silvestre, no se tiene una fuente accesible para emprender su aprovechamiento. En el caso del tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) es necesario desarrollar técnicas para multiplicar su semilla y así incorporar al plan de manejo dirigido de esta planta y poder aprovechar su cualidad para mejorar la fertilidad del suelo. El aprovechamiento de esta especie puede ayudar a resolver algunos problemas en la producción agrícola como pecuaria en la región Altiplánica de Bolivia. En el caso del tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) no se tiene mucha información documentada, pero se tiene algunas experiencias con una especie cultivada como es *Lupinus mutabilis* Sweet., y para Enríquez (2004) es un cultivo poco exigente en nutrientes y se desarrolla en suelos marginales, no obstante su aporte a la agronomía es valiosa por cuanto preserva la fertilidad de los suelos, mediante la fijación de nitrógeno, su incorporación a la tierra como abono verde ha determinado incrementos en la producción de papa y cereales, mejorando la disponibilidad de materia orgánica, mayor retención de humedad y la estructura de los suelos.

Alandia *et al.* (2013), recolectaron semilla de dos ecotipos de lupino silvestre del altiplano Sur, resaltando sus propiedades fijadoras de nitrógeno para mejorar la fertilidad del suelo en zonas de producción de quinua. Por su parte Alcón *et al.* (2013), reportan sobre el bajo porcentaje de germinación de semilla de las especies de lupino

silvestre, atribuyendo a la dormancia, además, resaltan el rol de las leguminosas en sistemas de producción de quinua del altiplano Sur.

El tarwi silvestre o salka tiene la particularidad de germinar en estación lluviosa (diciembre y enero), establecerse en otoño (abril, mayo), crecer lentamente en invierno (junio, agosto) y florecer y fructificar en verano (Bonifacio *et al.* 2014). Esta característica que tiene el lupino silvestre ofrece también opciones de aprovechamiento para cobertura del suelo en zonas donde la erosión del suelo es preocupante debido a la escasa o carencia de cobertura vegetal del suelo.

Bonifacio *et al.* (2014), presentan las perspectivas del aprovechamiento dirigido del tarwi silvestre en policultivos en tándem en el altiplano Sur de Bolivia, además, proporcionan información sobre la fisiología de la semilla, entre ellos la dormancia y los tratamientos necesarios para romper la dormancia.

Por lo expuesto anteriormente es necesario conocer los beneficios que se pueden obtener de las especies silvestres y nativas del Altiplano boliviano como el tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) debido a que estas especies están adaptadas. Lo que falta es realizar los estudios para el manejo dirigido de estas especies y de sus diferentes ecotipos. Para propósitos de aprovechamiento: como forraje, cobertura vegetal en época de estiaje evitando así la erosión, mejorar la fertilidad del suelo, acondicionador natural del suelo, en la rotación de cultivos (en especial en las zonas quinueras); es importante la disponibilidad de mayor cantidad de semilla, lo cual requiere a su vez de prácticas culturales que puedan favorecer a la producción de semilla bajo condiciones de manejo dirigido. Por lo mencionado el tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) y sus ecotipos se quieren utilizar para obtener beneficios, pero para obtener estos beneficios el primer paso es multiplicar el tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) y esto se logra a través de las semillas y por esa razón la producción de semillas es importante para gozar de los beneficios de estas plantas en el campo agronómico de la región Altiplánica de nuestro país. Siendo estas las razones por las que se planteó el presente proyecto de investigación con el propósito de conocer el efecto de la materia orgánica en la obtención de semilla de tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar el efecto de la materia orgánica en la obtención de semilla de tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) en el Centro Experimental de K'iphak'iphani del municipio de Viacha.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento de tres ecotipos de lupino silvestre en estación fuera de cultivo (otoño e invierno).
- Determinar el ciclo productivo de tres ecotipos de tarwi silvestre con la incorporación de materia orgánica.
- Determinar el rendimiento de tres ecotipos de Tarwi silvestre (*Lupinus sp*) con aplicación de materia orgánica.

1.2.3. Hipótesis

- El crecimiento de los tres ecotipos de lupino silvestre en estación fuera de cultivo tradicional (otoño e invierno) son similares.
- El ciclo productivo de tres ecotipos de tarwi silvestre con la incorporación de materia orgánica son idénticos.
- El rendimiento de tres ecotipos de Tarwi silvestre (*Lupinus sp*) con aplicación de materia orgánica son los mismos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del genero *Lupinus*

Barney (2011) menciona a varios autores que plantearon hipótesis acerca del origen filogenético del género *Lupinus*, por su amplia distribución en América y Europa. Entre las hipótesis que hace mención se tiene: el origen polifilético, el cual plantea el origen en el nuevo y en el viejo mundo, cuya evolución es paralela a partir de diferentes ancestros (Kass y Wink, 1977, citado por Barney, 2011); el origen monofilético con centro primario de diferenciación en América (Gladstones, 1998, citado por Barney, 2011) o con centro primario de diferenciación en el Mediterráneo (Plitmann, 1981, citado por Barney, 2011) y origen monofilético y perteneciendo al mismo clado como el resto de la tribu Genisteae (Cristofoline, 1989, citado por Barney, 2011).

Según Gross (1982) el origen del género *Lupinus* no está totalmente definido debido a que presentan dos grandes regiones genéticas. Una de ellas es el área del Mediterráneo, desde el sur de Europa hasta África central y las alturas de Etiopía. La otra región abarca el continente americano, con excepción de las húmedas llanuras tropicales de la cuenca del Amazonas. De acuerdo con Cowlig *et al.* (1998) citado por Barney (2011) en Sudamérica se ubica el centro de origen del género *Lupinus*, propiamente en los Andes de Bolivia, Perú y Ecuador, debido a que se tiene la mayor variabilidad genética.

Yorgancilar, (2009), citado por Camarena *et al.* (2012), sostiene que algunas especies del género *Lupinos* fueron domesticadas tanto en el viejo mundo como en el nuevo, en este género se tiene más de 300 especies. Según Jacobsen y Mujica (2006) pobladores de épocas preincaicas domesticaron los lupinos silvestres, dando lugar a lupinos cultivables, siendo el más cultivado el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), que se encuentra desde 1500 m.s.n.m. y se extendió por toda la región andina, desde Ecuador, Perú, Bolivia hasta Chile y el noreste de Argentina con diferentes sistemas de producción.

Según lo mencionado por Jacobsen y Mujica (2006), las especies del género *Lupinus*, parientes silvestres del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) han pasado desapercibidas, poco interesadas y aun no utilizadas para el desarrollo de la propia zona andina.

2.2. Características del tarwi silvestre (*Lupinus* sp.)

Según Barney (2011) el género *Lupinus* de la familia *Fabaceae*, es uno de los de mayor diversidad, teniendo alrededor de 300 especies que se encuentran en el viejo y nuevo mundo, estando aun con un análisis taxonómico incompleto. Menciona también que el género *Lupinus* se encuentra en toda América con especies silvestres, con la excepción del *Lupinus mutabilis* Sweet., además sostiene que en Sur América una parte del género se ubica en la zona del Atlántico llegando a Argentina y Chile; la otra parte está presente en la Cordillera de los Andes, desde Colombia y Venezuela hasta Bolivia, las especies de la región andina difieren tanto en su morfología, hábito de crecimiento, forma de las semillas y contenido de alcaloide como en el número cromosómico, existiendo anuales y perennes, entre estas se tienen arbustivas, leñosas o arbóreas, de hábito erecto, postrado o semipostrado.

El tarwi muestra una amplia diversidad genética con gran variabilidad, adaptación a suelos, precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo, precocidad, contenido de proteínas, aceites, alcaloides, rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades (Jacobsen y Mujica, 2006).

En Bolivia Alcon *et al.* (2013) aseveran que se encontró especies de *Lupinus* bianuales y plurianuales, siendo las primeras de tallo herbáceo, hábito semierecto y hábito postrado, las plurianuales tienen hábito semierecto y ramificado de tallo leñoso.

2.2.1. Descripción morfológica

Barney (2011) menciona que las plantas del género *Lupinus* son dicotiledóneas anuales o perennes, herbáceas a leñosas con hojas compuestas digitadas con ocho a doce foliolos de forma ovalada a lanceolados, existiendo especies unifoliadas. La coloración varía de amarillento a verdoso, se tienen pequeñas hojas estipulares

generalmente rudimentarias en la base del pecíolo. Sobre las inflorescencias la autora afirma que están dispuestas en espigas o racimos, y las flores tienen cáliz profundo, estandarte erecto, las alas connadas al ápex, la quilla incurvada y enroscada dentro de las alas; poseyendo diez estambres basifijos y un ovario corto y sésil, estigma terminal.

En particular Barney (2011) afirma que las especies silvestres de América que por lo común son herbáceas erectas y de hábitos rastreros, postrados, semipostrados, más raramente leñosas, con flores de colores que van de azul violeta a rosado, naranja, amarillo y blanco. Los frutos son vainas de tamaños distintos, dehiscentes, las semillas pueden ser rugosas o lisas, con coloración café o blanco y de tamaños variables.

Sobre las vainas Alcon *et al.* (2013) mencionan que pueden ser compactas, laxas, grandes y pequeñas

2.2.2. Clasificación taxonómica del tarwi silvestre (*Lupinus sp.*)

Según Lezama (2010), la clasificación taxonómica del género *Lupinus*, género al que pertenece el Tarwi silvestre, es:

Cuadro 1. Descripción taxonómica de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*)

Reino:	<i>Eucaryota</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Subdivisión:	<i>Magnoliophytina</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Sub Clase:	<i>Magnoliatae</i>
Super Orden:	<i>Rosanae</i>
Orden:	<i>Fabales</i>
Familia:	<i>Fabaceae</i>
Tribu:	<i>Lupineae</i>
Género:	<i>Lupinus L.</i>

Jacobsen y Mujica (2006), reportaron 83 especies del género *Lupinus* en los Andes listando entre ellas a las siguientes especies: *Lupinus mutabilis*, *L. cuzcensis*, *L. tomentosus*; *L. microphyllus*, *L. paniculatus*, *L. aridulus*, *L. ananeanus*, *L. condensiflorus*, *L. chlorolepis*, *L. tarapacensis*, *L. subferuquinous*, *L. doraе*, *L. macbrideanus*, *L. ballianaus*, *L. gilbertianus* y *L. eriucladus*.

La investigación realizada por Alcon *et al.*, (2013) quienes ampliaron los conocimientos de tarwi silvestre en relación a la semilla, las especies que fueron estudiadas son conocidas con los nombres nativos de: q'ila, q'ila-q'ila, salqa o salq'iri son altamente tolerante a heladas y sequías, constatando que cada especie tiene su distribución en zonas del Altiplano y micro regiones de cada zona, mencionan que la especie *Lupinus altimontanus* cuya distribución abarca desde el Altiplano Norte, Altiplano Central hasta el Altiplano Sur siguiendo las laderas del ramal oriental de la cordillera de los Andes, la especie *Lupinus chilensis* se distribuye en sitios relativamente menos extensos, es más propio de suelos arenosos de planicie y pie de monte, encontrándose en zonas de producción de quinua del Altiplano sur.

2.3. Ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*)

La región andina de la cual forma parte nuestro país, posee una gran gama de especies silvestres, muchas de estas especies son parientes de las especies cultivables, como es el caso de *Lupinus mutabilis* Sweet. Machaca (2012) menciona que las especies silvestres son un conjunto de plantas silvestres que son fitogenéticamente y filogenéticamente parecidas a las plantas cultivables. Sin embargo, la taxonomía de las especies es aun complejo, Bonifacio *et al.* (2014) reportan sobre la diversidad genética de los ecotipos y morfotipos de leguminosas silvestres en el altiplano de Bolivia, mencionan que las especies reportadas para los Andes no especifican la zona de colecta de las muestras, por lo que la identificación de especies y ecotipos no está clara, Alcon *et al.* (2013) aseveran que algunas de estas especies son propias de suelos arenosos, de laderas, de planicies y algunas de cerros y según Lagunes *et al.* (2012) las poblaciones naturales de *Lupinus* crecen en caminos, laderas de cerros, en bosques degradados y en ecosistemas naturales a

altitudes que van desde el nivel del mar hasta más de 4000 m. Pablo (2013) afirma que los *Lupinus* son un recurso para la agricultura de gran valor pero que no se explota.

2.4. Producción de Semilla

La producción de semilla en nuestro país de acuerdo al Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (2015) viene siendo una actividad de suma importancia iniciándose desde 1974 hasta 1982 con el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, en 1979 con la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) se elabora el Programa Nacional de Semillas, entrando en función en 1982 hasta el 2008. El 25 de junio del 2008 se crea el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (INIAF) tomando las funciones del Programa Nacional de Semillas.

Se tiene una norma que coadyuva en la producción de semilla; así por ejemplo se tiene a la ley 144 – Ley de la revolución productiva comunitaria agropecuaria, que parte de su contenido menciona que el INIAF debe evitar la erosión genética garantizando la conservación de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, como es el caso de los parientes silvestres de los diferentes cultivos. Así mismo se pretende consolidar la Ley de Semillas buscando establecer el Instituto Nacional de Semilla y otorgar el carácter de función económico social a las actividades concernientes a la producción de semilla de todas las especies vegetales que sean aprovechadas económicamente, cumpliendo una función social.

La producción de semilla es una actividad especializada que requiere del conocimiento de la especie (biología y adaptación) y las labores culturales que permiten obtener mayor cantidad y calidad de semilla.

Sobre la producción de semillas en la región del Altiplano de Bolivia se tiene el proyecto Semillas Andinas ejecutado por el INIAF buscando la promoción de la producción, uso y acceso de semilla a través de la metodología de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) (Aguilera *et al.*, 2013).

Según Aguilera *et al.* (2013) el proyecto desarrolla tres áreas de acción: la primera está relacionada con los procesos organizativos; la segunda al fortalecimiento de conocimientos y capacidades técnicas en los diversos procesos productivos y la tercera al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades en Gestión Empresarial.

Mencionan también que se elaboró una currícula de 12 temas, 8 referidas al manejo del cultivo y 4 a la Gestión Empresarial y para la capacitación de los productores se definieron y establecieron parcelas donde se realizaría la capacitación práctica.

2.4.1. Semilla

Moreno (1996) afirma que la semilla es producto de la reproducción sexual. Rodríguez (2000) menciona que el óvulo se agranda y se convierte en semilla. De Luca (s. f.) asevera que la semilla está constituida por el embrión, el tejido de reserva y el tegumento o testa. Y la semilla según Goitia (2003) es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas y la razón para perpetuar a una planta a través de las semillas es algún beneficio para la humanidad (alimento, material de construcción, etc.).

2.4.2. Germinación

De la Cuadra (1993) afirma que la germinación es un conjunto de procesos que se producen en la semilla, iniciando con el crecimiento del embrión hasta llegar a constituir una pequeña planta que puede sobrevivir por sí misma, sin depender del alimento almacenado en la semilla. Estos procesos deben reunir una serie de condiciones, en la semilla misma como a nivel ambiental. La semilla ha germinado cuando en la elongación celular se percibe que el embrión se ha abultado y uno de los extremos del eje embrionario rompe la envuelta seminal, apareciendo inicialmente es el lado libre del hipocotilo, la radícula, y posteriormente aparece el otro extremo, el epicotilo que formara el primer brote.

2.4.2.1. Condiciones ambientales

De la Cuadra (1993) menciona también, que al contar con todas las condiciones la semilla debe pasar por diferentes etapas y Moreno (1996) asevera que la germinación tendrá éxito al existir humedad, oxígeno y una temperatura adecuada.

De acuerdo a Moreno (1996), los factores ambientales que se requieren para que el embrión de la semilla, reinicie su desarrollo son el agua, gases, temperatura y luz.

➤ **Agua**

Como primer paso la semilla debe entrar en contacto con el agua, para que se rehidrate (Moreno, 1996). Es el periodo en el que la semilla absorbe agua (embebe) hinchándose, pasando por la cobertura seminal y en el interior de la semilla, activa e inicia los procesos que coadyuvaran en el desarrollo de la plántula (De la Cuadra, 1993).

➤ **Gases**

En la imbibición se da inicio el metabolismo, debido a la hidratación de enzimas, provocando cambios químicos siendo los básicos: el rompimiento y degradación de los compuestos presentes, el transporte de compuestos degradados del endospermo o de los cotiledones al embrión y la síntesis de nuevos compuestos a partir de los compuestos degradados (Moreno, 1996). El embrión usara las proteínas, lípidos y los carbohidratos absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos para la respiración y el alargamiento celular, debido a que las células del embrión son pequeñas, siendo este el primer crecimiento del embrión y al culminar esta elongación celular dará comienzo la división celular (De la Cuadra, 1993). En este proceso digestivo y transporte de alimentos se liberan enzimas digestivas que disolverán parte del alimento que se absorberá, desde el tejido almacenador, por el embrión. Gracias a esta alimentación el embrión puede respirar más rápidamente y crecer (De la Cuadra, 1993). En la germinación las células requieren energía, y esta se debe a la oxidación por la presencia de oxígeno, respiración y fermentación, produciéndose un intercambio de gases a través de la liberación de dióxido de carbono en los dos casos y el ingreso de oxígeno en la respiración (Moreno, 1996).

➤ **Temperatura**

Las semillas, dependiendo de la especie, germinan en diferentes rangos de temperatura, excluyendo temperaturas extremas, siendo la temperatura optima la que permite obtener el porcentaje más alto de germinación en un corto tiempo. Las temperaturas más altas y bajas en las cuales aún las semillas

pueden germinar se denominan temperaturas máximas y mínimas de germinación (Moreno, 1996).

➤ **Luz**

Las semillas de plantas cultivables pueden germinar con la presencia o ausencia de luz, pero las semillas de plantas silvestres se comportan de varias maneras con respecto a la luz. En semillas de lechuga se demostró que la luz roja estimula la germinación y la luz infrarroja la inhibe, esto gracias al pigmento vegetal denominado fitocromo (F); en presencia de la luz este pigmento absorbe la luz roja (se denomina Fr) iniciando la germinación, pero paralelamente absorbe la luz roja lejana (denominada FrI) inhibiendo la germinación, dependiendo de la intensidad como de la duración de la iluminación, irradiaciones de segundos o minutos es suficiente para iniciar la germinación, en otros casos se requiere más tiempo dependiendo de la testa, ya que se comporta como filtro (Moreno, 1996).

2.4.2.2. Condiciones propias de la semilla

De la Cuadra (1993) afirma son condiciones que debe reunir la propia semilla para germinar, siendo estas que la semilla este viva, madura y permeable al agua.

➤ **Semilla viva**

La semilla puede estar viva durante un largo tiempo, llamando esta capacidad **viabilidad** y la facultad de germinar es llamada **poder germinativo**. El tiempo de vida de la semilla depende de cada especie y condiciones de conservación (De la Cuadra, 1993).

➤ **Semilla madura**

Se tienen tres casos; el primero es la madurez fisiológica, en la que la semilla germina sobre la planta progenitora; el segundo es una combinación de la madures fisiológica y la morfológica, en la que la semilla germina en cuanto se desprende de la planta progenitora, bajo condiciones ambientales adecuadas y el tercer caso es la madurez morfológica, es aquella en la que la semilla se

desprende de la planta madre, pasando un periodo antes de desarrollar totalmente su aptitud para germinar (De la Cuadra, 1993).

➤ **Permeabilidad de la semilla**

La semilla debe ser permeable al agua y al oxígeno (De la Cuadra, 1993).

2.4.3. Dormancia

De la Cuadra (1993) indica que la dormancia o dormición es la incapacidad de algunas semillas viables para germinar a pesar de contar con condiciones ambientales adecuadas para que se dé su germinación, esta incapacidad desaparecerá después de un período de tiempo más o menos largo.

Willan (1991) señala que se tiene dormancia física de la cubierta sobre todo en especies adaptadas a la alternancia de estaciones secas y húmedas, comprendidos varios géneros de leguminosas. De acuerdo a Martínez (2008) las semillas del género *Lupinus* presentan dormancia física.

Con respecto al tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) Alcon, *et al.* (2013) menciona que la semilla madura y seca presenta dormancia, debido a la dureza de la testa de la semilla, reflejando la dormancia de las semillas y su ruptura natural en periodos de tres a cuatro años, al estar sometidas al intemperismo y escarificación natural.

2.4.4. Tratamientos para romper la dormancia

Según Willan (1991) los tratamientos para romper la dormancia tienen por finalidad ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión que está en su interior.

2.4.4.1. Escarificación

Willan (1991) afirma que las semillas de algunas especies poseen una cubierta dura y cutinizada que impide la imbibición de agua y a veces también el intercambio de gases. La escarificación según Bonner y Galston (1973) es el procedimiento que permite la ruptura del tegumento.

- **Escarificación física**

Hartmann y Kester (1974), señalan que el objetivo de la escarificación física es modificar las cubiertas duras e impermeables, Bonner y Galston (1973) mencionan algunos ejemplos de escarificación física como sacudir las semillas en arena, cortes con un cuchillo o raspar las semillas con una lima.

- **Escarificación química**

Bonner y Galston (1973) mencionan que la escarificación también puede hacerse químicamente usando ácido sulfúrico o disolventes orgánicos.

2.4.4.2. Estratificación

La estratificación según De Luca (s.f.) consiste en colocar las semillas en capas o estratos húmedos, siendo cálida de 22 a 30 °C y fría de 0 a 10 °C y se usa para superar la dormancia del embrión.

2.4.5. Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas se refiere a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables (Pérez y Pita, s. f.). Kameswara *et al.* (2007) afirman que la viabilidad es la medida de cuántas semillas de un lote están vivas y pueden llegar a convertirse en plantas capaces de reproducirse en condiciones de campo adecuadas. Mencionan también que existen muchos métodos para determinar la viabilidad de las semillas siendo el más exacto y confiable la prueba de germinación existiendo pruebas bioquímicas, que son más rápidas, pero no exactas como la prueba de germinación.

2.5. Fenología

Según Villalpando y Ruíz (1993) la fenología, es la rama de la agrometeorología, que aborda las relaciones entre las condiciones climatológicas y los fenómenos biológicos periódicos. Yzarra y López (s.f.) manifiestan que la fenología estudia y describe diferentes eventos que se producen en las especies vegetales en ecosistemas

naturales o agrícolas. Mencionan también que una fase fenológica es el periodo en el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas.

Gross (1982) considera dos etapas en la fenología del tarwi, la primera fase es vegetativa en la que aparecen hojas verdaderas hasta la floración y segunda fase es reproductiva desde la floración hasta la madurez completa de la vaina.

Yzarra y López (s.f.) describe seis fases fenológica en el cultivo del tarwi, estas son emergencia, primera hoja verdadera, racimo floral, floración, fructificación y maduración.

2.6. Estiércol de llama

Los estiércoles se han usado en la agricultura, desde que el productor combinó su actividad agrícola con la ganadería (SEGARPA, s.f.). El estiércol como abono tiene la finalidad de acondicionar al suelo mejorando sus propiedades físicas y químicas, de acuerdo a Tapia y Fries (2007) de todo el forraje consumido por los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo la quinta parte es usada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado como estiércol y orina.

El Diario (2015) en Bolivia la población de camélidos creció a 3.334.164 ejemplares, entre llamas, alpacas y vicuñas, de los tres millones de cabezas de camélido 2.915.288 son llamas. Rocha (2006) sostiene que en Bolivia las llamas, proporcionan a las familias carne, fibra y estiércol que se emplea como abono y combustible. Maraño y Mariscal (2011) mencionan que el estiércol de llama es llamado como takia por comunarios usándose como fertilizante para cultivos y combustible en la cocina. Según Mamani y Bonifacio (s.f.) el empleo de estiércol de llama es de interés debido a que la llama (*Lama glama* L.) forma parte de las zonas de producción agrícola del Altiplano boliviano.

Ponce (2012) menciona que la llama (*Lama glama* L.) es el camélido doméstico más grande asemejándose al guanaco y que se encontró una similitud entre el guanaco y la llama.

Equise (s.f.) investigó con abono de camélidos presentando los resultados del análisis físico y químico en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros del estiércol de camélido

Parámetros	Unidad	Estiércol de Camélido
pH pasta		7.7
Conductividad eléctrica	uS/cm	7490
Cobre (Cu)	mg/kg	1.1
Hierro (Fe)	mg/kg	6.3
Manganeso (Mn)	mg/kg	11.3
Potasio (K)	meq/100g	13.2
Zinc (Zn)	mg/kg	<0.05
Fosforo (P)	mg/kg	554.4
Nitrógeno (N)	%	1.92
Materia Orgánica (MO)	%	50.35

Fuente: Equise (s.f.)

3. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia Ingavi, municipio de Viacha, comunidad Choquenaira, en el Centro de Facilidades para la Investigación K'iphak'iphani a cargo de la fundación PROINPA.

3.1. Ubicación geográfica

Según Orihuela (2008), el centro K'iphak'iphani se encuentra a 41 km de la ciudad de La Paz y a 34 km de la ciudad de Viacha. Geográficamente está situada a 16°40'30" Latitud Sur y 68°17'58" de Longitud Oeste a una altitud de 3880 m.s.n.m. En la figura 1, se puede observar la ubicación del centro K'iphak'iphani además del lugar donde se situó del área de estudio.

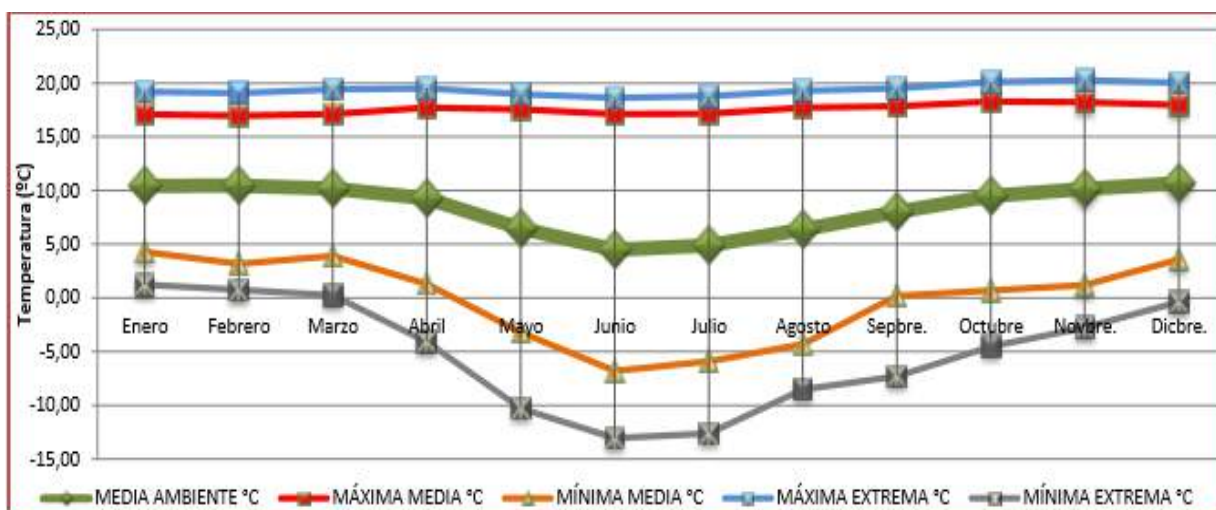


Figura 1. Ubicación de la estación K'iphak'iphani y la ubicación de la parcela en estudio

3.2. Características ecológicas

3.2.1. Temperatura

Respecto a la temperatura la información proporcionada en el PDM (Figura 2) se menciona que la temperatura promedio es de 8,41°C, la mínima absoluta es de -0,6°C en los meses de junio y julio y la temperatura máxima absoluta es de 17,56°C, en algunos años se registran temperaturas bajo cero en diciembre en época de lluvia (PDM Municipio de Viacha 2012-2016).

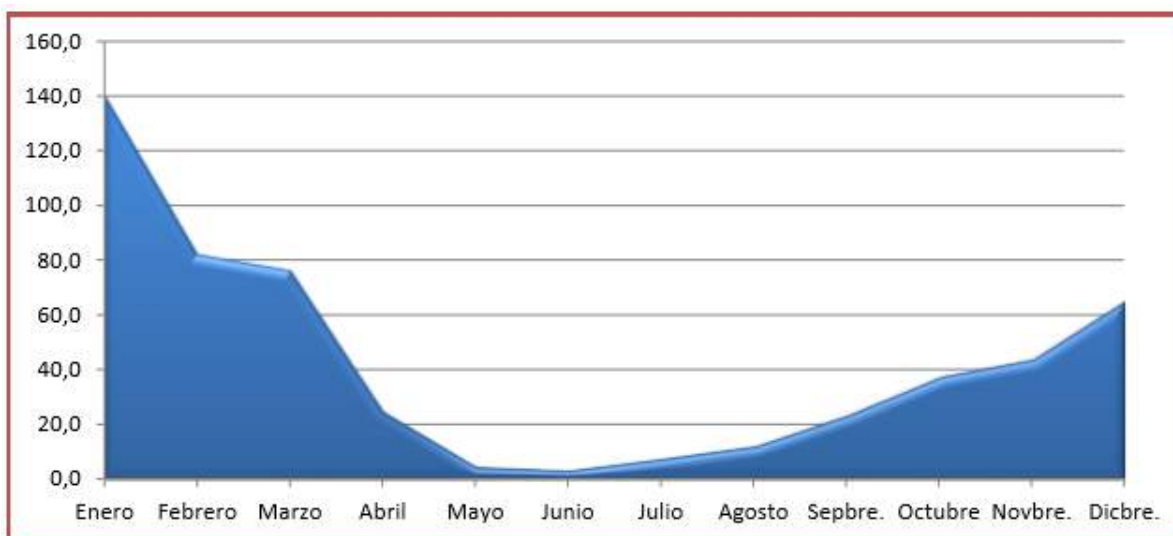


Fuente: PDM 2012-2016 del Municipio de Viacha, elaborado en base a datos del SENAMHI

Figura 2. Temperaturas promedio

3.2.2. Precipitación pluvial

Las precipitaciones se distribuyen entre noviembre y febrero, teniendo una media de 524,60 mm por año (Figura 3). En la época seca los meses más secos son de mayo a agosto, siendo interrumpida en septiembre y noviembre por lluvias de corta duración (PDM Municipio de Viacha 2012-2016).

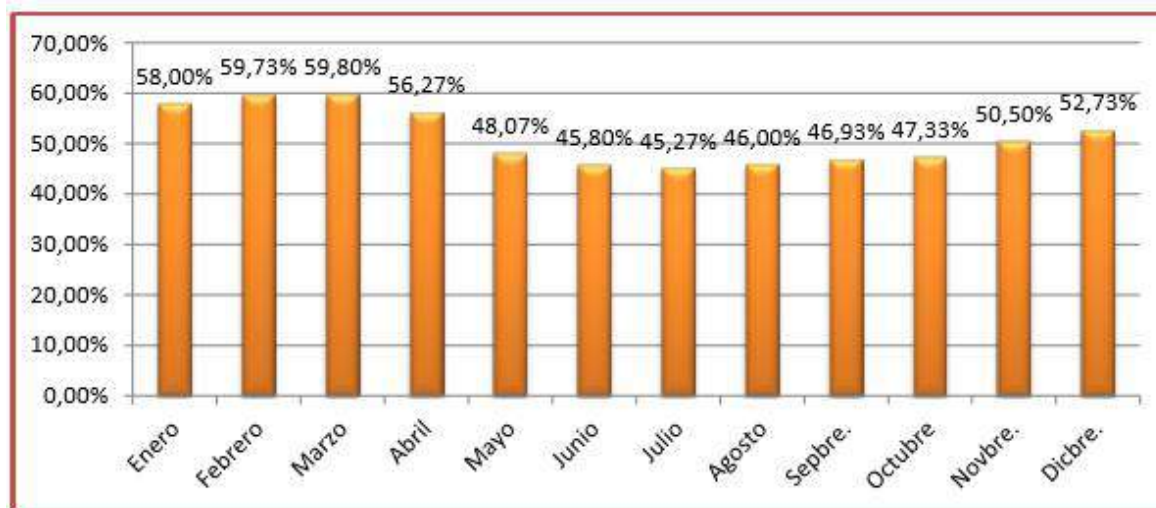


Fuente: PDM 2012-2016 del Municipio de Viacha, elaborado en base a datos del SENAMHI

Figura 3. Precipitación pluvial promedio (mm agua)

3.2.3. Humedad relativa

La humedad relativa promedio es de 51,37% (Figura 4), con los meses más húmedos que se registran de enero a abril (PDM Municipio de Viacha 2012-2016).



Fuente: PDM 2012-2016 del Municipio de Viacha, elaborado en base a datos del SENAMHI

Figura 4. Humedad relativa promedio

3.3. Características del Suelo

3.3.1. Fisiografía

Según el PDM del municipio de Viacha (2012-2016), se tienen dos zonas: la de relieve montañoso y la zona de altiplanicie o llanura. La zona de relieve montañoso con una pendiente que va de 20 a 30% presentando áreas de serranías altas, medias y bajas con disección moderada a fuerte, también se presenta pie de montes, laderas y colinas, siendo pedregosos con suelos poco profundos, también se encuentran poblaciones de pajonales, t'ulas, cañías, iru ichu. La zona de Altiplanicie o llanura tienen pendientes que varían de 2 a 10% y se subdivide en dos: Las llanuras húmedas de poca pendiente, con elevada humedad debido a que la napa freática es casi superficial existiendo bofedales, la vegetación que se presenta es el chiji, k'eñas, tikujos, chilliwas, entre otros desarrollándose en suelos franco arcillosos y franco limosos y las llanuras secas, debido a que la napa freática es profunda, teniendo suelos del tipo arenoso con la presencia de poca vegetación como pajas, yabaras, t'ulas, chijis y layus.

3.3.2. Hidrografía

El municipio de Viacha forma parte de la cuenca del río Katari y esta cuenca está formada por seis subcuencas: Pallina Alto, Pallina Medio, Seque y Seco, Achicala, Anana Jahuira y Katari Alto, teniendo mayor importancia la subcuenca Pallina. Entre los ríos importantes está: el río Jach'a Jahuira de curso permanente de Sudoeste a Noreste y colector de los ríos Llajmapampa, Umala Jalsu y Kusillo Jahuira, el río Pallina al Norte, cerca de la ciudad de Viacha, el río Katari siendo este el más importante de la cuenca y también se tiene al río Kusillo debido a que en época de lluvia sale de su cauce provocando inundaciones (PDM Municipio de Viacha 2012-2016).

En el municipio de Viacha también se tiene vertientes que se originan por las serranías, en los pisos de serranía y pie de montaña, descendiendo en forma de arroyos. A su vez están lagunas pequeñas que se forman en época de lluvias, teniendo a las más

notables: Viliroco, Jayu Phuchu, Imat Khota o agua Milagro, Khala Chaka, Jayu Khota (PDM Municipio de Viacha 2012-2016).

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Materiales

4.1.1. Material vegetal

El material vegetal que se utilizó fue semilla botánica de tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) proporcionado por la Fundación PROINPA, que fueron colectadas en diferentes zonas. De acuerdo a Bonifacio (2013) la recolección de semillas de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) se hizo de forma manual recolectando las vainas maduras. Bonifacio (2014) menciona también que las semillas se recolectaron mediante los siguientes métodos:

Método 1: Las semillas se encuentran dispersas, por la explosión de las vainas, en la arena. Se toma la arena en la que se tiene semillas y con ayuda de un tamiz se separa la semilla de la arena, obteniendo semilla de buena calidad, enteras y maduras.

Método 2: Al pie de las plantas se tiene hojarasca donde se tiene semillas retenidas por las ramas y con la ayuda de un tamiz se separa la hojarasca de la semilla. Se obtiene semillas maduras, vanas y algunas germinadas.

Método 3: Se toma la planta madre y con tamices de diferentes calibres se separa la hojarasca y las semillas. La semilla obtenida es de buena calidad, enteras y maduras.

4.1.2. Material orgánico - estiércol de llama (*Lama glama L.*)

El material orgánico que se utilizó fue estiércol de llama (*Lama glama L.*), mismo que se obtuvo del Centro de Facilidades para la Investigación K'iphak'iphani a cargo de la fundación PROINPA.

4.1.3. Materiales de campo

Se emplearon los siguientes materiales de campo: regla metálica, flexómetro, cinta métrica, picota, chuntilla, sembradora manual, martillos, letreros, marbetes, bañadores, lonas, tamiz, entre otros.

4.1.4. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio empleados fueron: cajas Petri, papel secante, Vernnier y balanza.

4.1.5. Materiales de gabinete

Los materiales de gabinete fueron: computadora, impresora, cámara fotográfica, programas estadísticos y cuaderno de campo.

4.2. Método

El desarrollo del ensayo se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia:

4.2.1. Demarcación del terreno

El terreno se delimitó en base al croquis del ensayo donde se tiene las dimensiones de la superficie necesaria para llevar a cabo el experimento. El área de la parcela experimental fue de 550 m², la cual fue dividida en cinco bloques de 100 m² cada uno. Las unidades experimentales fueron demarcadas al igual que los bloques en una parcela de quinua, estableciendo los ecotipos de *Lupinus* mediante siembra intercalar en tándem. La demarcación y distribución de las unidades experimentales se puede ver en la figura 5.

4.2.2. Aplicación del estiércol

El estiércol de llama (*Lama glama* L.) fue aplicado en el mes de mayo del 2015, procurando el tiempo prudente para su mineralización y aprovechamiento por los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*). De acuerdo a Orsag *et. al.* (2011) en la zona quinuera del país los productores incorporan estiércol, de camélido u ovino, al suelo cantidades que van desde 2.5 t/ha a 8.6 t/ha esto para la producción de quinua siendo menores a las recomendadas por FAUTAPO (10 a 12 t/ha). En el caso de tarwi silvestre la relación utilizada fue de 3t/ha tomando en cuenta la cantidad de animales disponibles con las que cuenta el Centro de Facilidades para la Investigación

K'iphak'iphani a cargo de la fundación PROINPA y la domesticación de los tres ecotipos de tarwi silvestre.

4.2.3. Prácticas culturales

Las prácticas culturales se realizaron de acuerdo a la época, es decir, sea esta época de lluvia o época seca. En época de lluvia se realizó el desmalezado con chuntilla. El riego se lo realizó en época seca y cuando las plantas mostraban evidencias de estrés por sequía.

También se realizó la aplicación de un tratamiento fitosanitario, debido al ataque de insectos, principalmente picudo negro (*Apion sp.*) que amenazaba el cultivo.

4.2.4. Muestreo de suelo para la evaluación de las propiedades físicas y químicas

El muestreo de suelo que se hizo fue de la capa arable. Para lo cual se tomó como referencia a Chilón (1996) quien menciona que el muestreo de la capa arable es con el propósito de diagnosticar la fertilidad actual del suelo y recomienda que se debe operar en zig-zag, evitando que las muestras sean del borde de la parcela, para obtener al final una muestra compuesta y llevarlas a laboratorio.

El laboratorio al cual se trasladaron las muestras fue el IBTEN para el análisis físico (textura) y químico (carbonatos libre, pH, conductividad eléctrica, cationes de intercambio, CIC, materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible) de las mismas.

4.2.5. Diseño experimental

Para la evaluación del comportamiento de ecotipos se adoptó el diseño de Bloques al Azar con Arreglo en Parcelas Divididas. Para lo cual se estableció tres ecotipos de Tarwi silvestre que formaron la parcela grande, en los que se aplicó y no se aplicó materia orgánica, que conformaron las sub parcelas. Los tres ecotipos de *Lupinus sp* serán: ECO1 = Orinoca, ECO2 = Habas cancha y ECO3 = Chacala. Cada tratamiento

tuvo cinco repeticiones, distribuidos en cinco bloques al azar. El abono que se añadió fue el estiércol de llama (*Lama glama* L.).

Para la evaluación de la emergencia en campo se empleó el Diseño de Bloques al Azar y el Diseño Completamente al Azar para la prueba de germinación de semillas en laboratorio.

4.2.5.1. Modelo Lineal aditivo

El modelo lineal aditivo de un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas según Calzada (1982) es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \lambda_j + \alpha\lambda_{ij} + \varepsilon_{jk}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación

μ = Media poblacional

β_k = Efecto del k – ésimo bloque

α_i = Efecto del i – esimo nivel del factor A

ε_{ik} = Error experimental de la parcela mayor (Ea)

λ_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B

$\alpha\lambda_{ij}$ = Efecto del i – esimo nivel del factor A, con el j – esimo nivel del factor B (interacción A*B)

ε_{jk} = Error experimental de la parcela menor (Eb)

El modelo aditivo para el diseño de bloques al azar, según Calzada (1982) este es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

β_j = Efecto del j – ésimo bloque

α_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

El modelo lineal del diseño completamente al azar, según Calzada (1982) menciona que es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Los factores y tratamientos estudiados se muestran en los cuadros 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 3. Factores de estudio

Factor A (Parcela principal)	Factor B (Subparcela)
A1= Ecotipo 1 = ECO1	B1= CON MATERIA ORGÁNICA = (CMO)
A2= Ecotipo 2 = ECO2	
A3= Ecotipo 3 = ECO3	B2= SIN MATERIA ORGÁNICA = (SMO)

Cuadro 4. Tratamientos

A1	B1	A1B1	T1= ECO1 CMO
A2		A2B1	T2= ECO2 CMO
A3		A3B1	T3= ECO3 CMO
A1	B2	A1B2	T4= ECO1 SMO
A2		A2B2	T5= ECO2 SMO
A3		A3B2	T6= ECO3 SMO

4.2.6. Características del campo experimental

Número de surcos por unidad experimental (U.E.): 8

Largo del surco U.E.: 4 m

Área de evaluación U. E.: 16 m²

Distancia entre surco: 1 m

Largo de bloque: 25 m

Ancho de pasillo: 0.5 m

Número de bloques: 5

Superficie cultivable: 480 m²

Área total del ensayo: 550 m²

Tipo de siembra: Chorro continuo

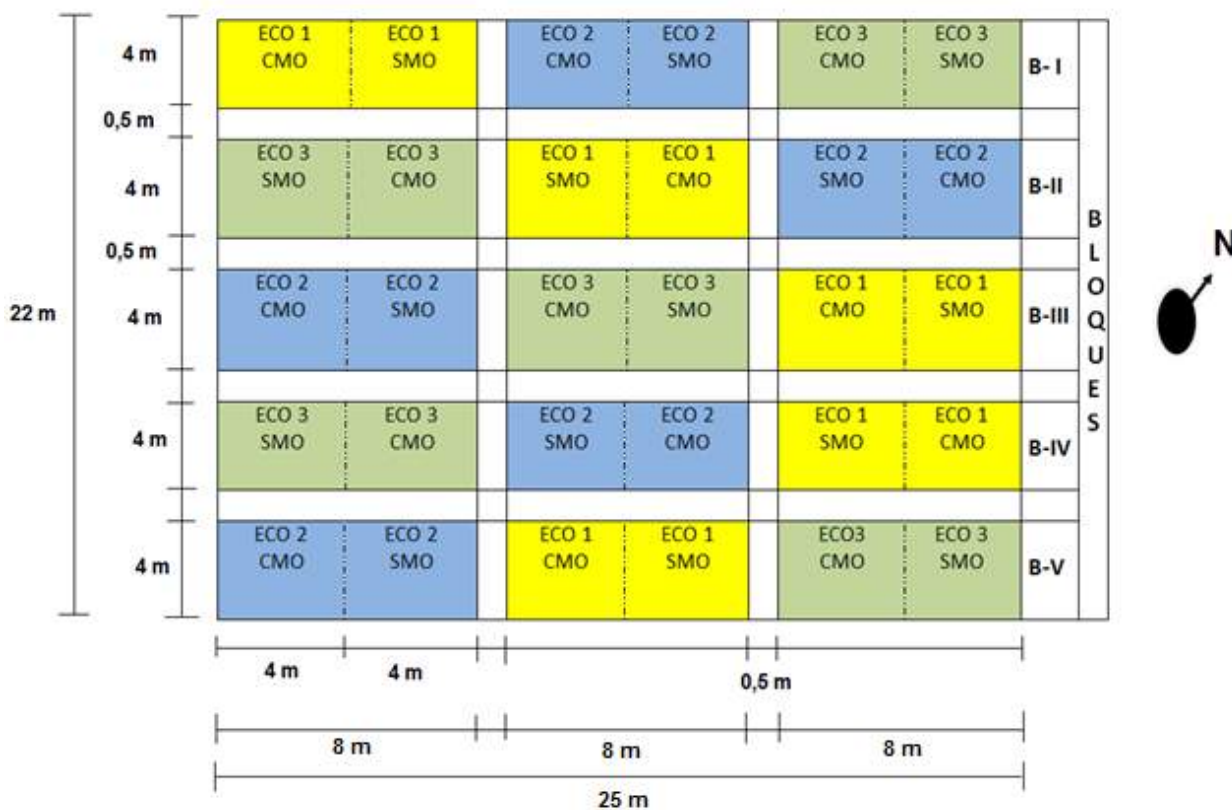


Figura 5. Croquis del campo experimental

4.2.7. Variables de respuesta

4.2.7.1. Variables fisiológicas

Porcentaje de germinación

Se realizó la determinación del poder germinativo de la semilla que proporciono la Fundación PROINPA, para lo cual se hizo la determinación del porcentaje de germinación, realizándolo en laboratorio. Para cada repetición se empleó 50 semillas colectadas, previamente escarificadas, estas se las distribuyeron adecuadamente en cajas Petri preparadas con papel secante humedecido.

La evaluación se efectuó por conteo directo de semillas, esta actividad se la realizó de manera diaria hasta culminar la germinación en un periodo de 7 días.

Porcentaje de emergencia

Se sembró 100 semillas escarificadas de los tres ecotipos de *Lupinus sp*, las cuales se sembraron en un metro lineal por unidad experimental, la evaluación de la emergencia se la realizó por conteo directo de las plántulas emergidas.

Días a la emergencia

Para determinar el tiempo de emergencia se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*).

Velocidad de crecimiento

Para evaluar el crecimiento de los tres ecotipos de *Lupinus sp* con y sin materia orgánica, se identificaron al azar plantas muestra por unidad experimental, a las cuales se marcaron con marbetes. El registro de la altura en el tallo principal de las plantas, esta toma se lo realizó cada 15 días a partir del 11 de abril de 2015 al 16 de enero del 2016, esta toma fue realizada empleando un flexómetro desde el cuello de la planta hasta el ápice.

Fases fenológicas

Para conocer las fases fenológicas del tarwi silvestre se registró las fases más importantes en la etapa vegetativa y etapa reproductiva. En la fase vegetativa se registraron los días transcurridos a la fase de hoja cotiledonal, hojas verdaderas, y ramificación, mientras que en la fase reproductiva se registraron los días a inicio botón floral, floración y fructificación.

4.2.7.2. Variables agronómicas

Para la evaluación de las variables agronómicas de los tres ecotipos de *Lupinus*, se determinó lo siguiente.

Número de ramas florales por planta

Para la evaluación de ramas florales de los tres ecotipos de *Lupinus*, se lo realizó mediante conteo.

Número de vainas por racimo

La evaluación de vainas por racimo de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) se lo hizo por conteo directo en el momento en que las vainas están listas para cosechar, la toma fue realizada el 30 de enero de 2016.

Número de granos por vaina

La evaluación del número de granos por vaina de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) se lo realizó mediante la extracción de los granos de las vainas y por conteo directo, al momento en que las mismas están maduras, listas para la cosecha la toma fue realizada el 30 de enero de 2016.

Rendimientos de semilla

La evaluación del rendimiento de semilla de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) se inició desde el comienzo de la madures de las vainas de tarwi silvestre, se fue cosechando las vainas en forma escalonada cada vez que las mismas están aptas para su cosecha pues su maduración no fue uniforme. La determinación del rendimiento se lo hizo por planta y por superficie en kg/ha.

Peso de 1000 semillas

El número de semillas por gramo se lo determinó en laboratorio, tomando cinco muestras de cada ecotipo, pesando un gramo de cada muestra y luego haciendo el recuento y posterior conversión del peso de 1000 semillas y del número de semilla para un kilogramo.

Viabilidad de semilla

La viabilidad de semilla se determinó en semilla obtenida del ensayo, el cual fue realizado en laboratorio mediante la prueba estándar y obteniendo el porcentaje de germinación en muestras provenientes de cada tratamiento.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de germinación de la semilla colectada en campo

De acuerdo al análisis estadístico y a la prueba Duncan se puede observar que los ecotipos que mejor porcentaje de germinación de semilla colectada, proporcionada por PROINPA, son del ecotipo Habas cancha con un 83.33% y el Orinoca con un 76.77%. El ecotipo que menos porcentaje de germinación de semilla colectada es el Chacala con un 30.67%.

La representación gráfica de los valores promedio se muestra en la figura 6.

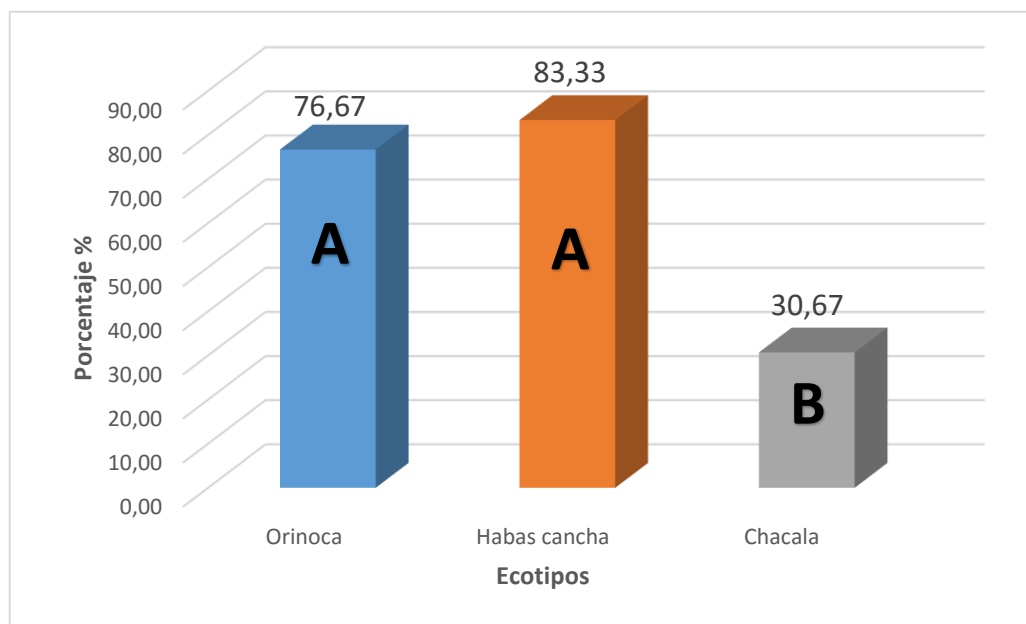


Figura 6. Porcentaje de germinación de semillas de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio

Alcon *et.al.* (2013) hicieron un ensayo con semillas de tarwi silvestre por el cual sostiene que la germinación de semillas seca apenas es del 3%, las semillas tratadas con escarificación mecánica es del 8%, las tratadas con ácido es del 20% y la escarificación con extracto acuosa de vainas, tienen 57.67% para *L. chilensis*, 73.33% para *Lupinus sp* y 78.0% para *L. altimontanus*. Al aplicar diferentes formas de escarificación, como la física y química, de las cuales la que mejor efecto tuvo fue en

la que se aplicó extracto acuoso de vainas. En el presente ensayo se aplicó la escarificación física, con lija, a los tres ecotipos de tarwi silvestre, esto con el objetivo de desgastar y aminorar el grosor de la testa de estos tres ecotipos, obteniendo buenos resultados con los ecotipos de Habas cancha y Orinoca y el menor porcentaje de germinación del ecotipo Chacala se deba a la mayor dureza de la testa, lo que implica la necesidad de mayor intensidad de escarificación.

En el análisis de varianza del porcentaje de germinación de la semilla proporcionada por la Fundación PROINPA, se obtuvo una diferencia altamente significativa entre los ecotipos de tarwi silvestre. También se tiene un coeficiente de variación de 6.80%, mostrando que los datos registrados son confiables.

Cuadro 5. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de la semilla colectada de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Ecotipo	2	4934.22	2467.11	132.17	5.14	10.92	**
Error Experimental	6	112.00	18.67				
Total	8	5046.22					
C.V. = 6.80 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.2. Días a la germinación en campo

La germinación de los tres ecotipos de tarwi silvestre ocurrió de 7 a 12 días después de la siembra, hasta la observación de los cotiledones de cada uno de los ecotipos, para que ocurra la germinación el suelo debe encontrarse con la humedad adecuada para que las semillas se humedezcan y deben encontrarse a una profundidad adecuada en el suelo.

Aguilar (2015) quien realizó estudios con *Lupinus mutabilis* Sweet, siendo esta la especie cultivada de la región andina, en condiciones de la provincia de Otuzco del

departamento de La Libertad a 3496 m.s.n.m. en Perú determinó que el tiempo de emergencia del *Lupinus mutabilis* Sweet es de 15 días después de la siembra.

Pero Callisaya (2012) quien estudio el comportamiento agronómico del *Lupinus mutabilis* Sweet en la localidad de Carabuco, de la provincia Camacho, del departamento de La Paz, en Bolivia, afirma que la germinación está comprendida desde 27 a 30 días después de la siembra. Mercado (2016) hizo un estudio con el ecotipo Peñas, ecotipo de tarwi silvestre (*Lupinus sp*), determinando 10 días después de la siembra. Los resultados obtenidos en el presente estudio se aproximan al valor obtenido por Mercado, con respecto al ecotipo Peñas - tarwi silvestre (*Lupinus sp*) y con relación al tarwi cultivado (*Lupinus mutabilis* Sweet) los días a la germinación son menos a 15 días de acuerdo a Aguilar (2015) y 27 a 30 días determinado por Callisaya (2012) siendo más los días en relación con los tres ecotipos estudiados en este trabajo, mostrando comportamientos diferentes probablemente a las características inherentes de estos ecotipos de tarwi silvestre y la humedad del suelo necesaria para activar la germinación.

5.3. Porcentaje de emergencia

Los análisis estadísticos y la prueba Duncan muestran que los ecotipos que mejor porcentaje de emergencia tienen son el Habas cancha con un 55.60% y el Orinoca con un 49.40%. El ecotipo de menor porcentaje de germinación es el Chacala con un 17.20%. De esta manera se lo muestra en la figura 7.

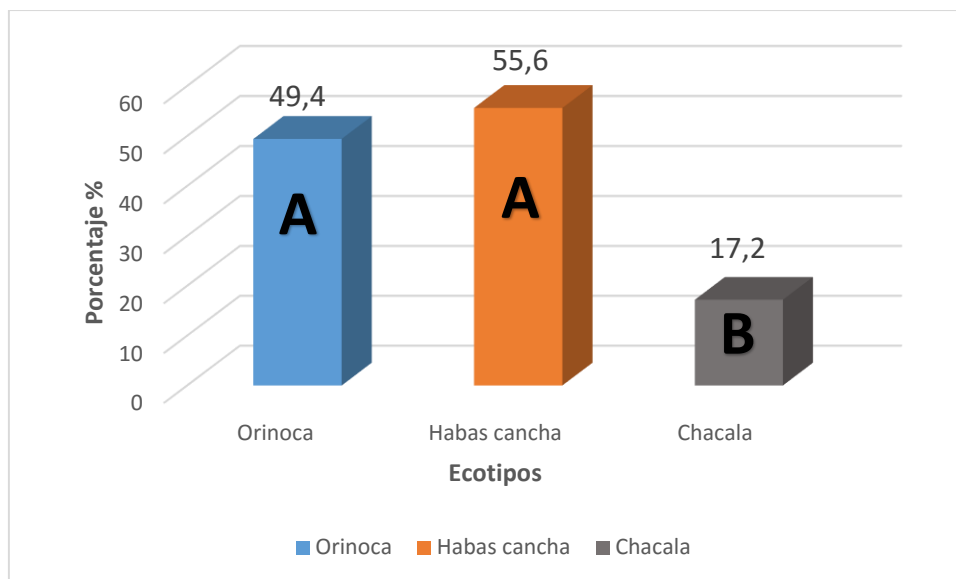


Figura 7. Porcentaje de emergencia de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en campo

Con respecto al porcentaje de emergencia Callisaya (2012) y Plata (2016) en sus respectivos trabajos con (*Lupinus mutabilis* Sweet.) determinaron el número de días a la emergencia desde la siembra, tomando en cuenta una emergencia superior al 50%. En el presente trabajo se obtuvo porcentajes de emergencia cercanos al 50%, que es al parecer el mínimo del pariente cultivado de los *Lupinus* silvestres que se estudiaron, pero también se obtuvo como resultado del ecotipo Chacala menor al 50%. Los muestreos complementarios para tratar de conocer el estado de la semilla en el suelo y las plantulas, permitió constatar el ataque de larvas de mosca (*Delia platura*) a las plántulas emergentes, deduciéndose que fue una de las causas para el menor porcentaje de emergencia.

Sobre el porcentaje de emergencia se hizo el análisis de varianza correspondiente de bloques al azar, debido a que no se incorporó estiércol de llama. Los resultados obtenidos muestran una diferencia altamente significativa entre los tres ecotipos de tarwi silvestre. La pendiente fue el factor bloqueado mismo que no influyó en la emergencia de los tres tipos de ecotipos de lupinus. El coeficiente de variación es 16.94%, mostrando la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	92.27	23.07	0.48	4.53	8.15	NS
Ecotipo	2	4249.73	2124.87	44.62	5.14	10.92	**
Error Experimental	6	380.93	47.62				
Total	14	4722.93					
C.V. = 16.94 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.4. Altura de Planta

Sobre la altura de planta, en la figura 8 se muestra los resultados que se obtuvieron a través de los análisis estadísticos y la prueba Duncan.

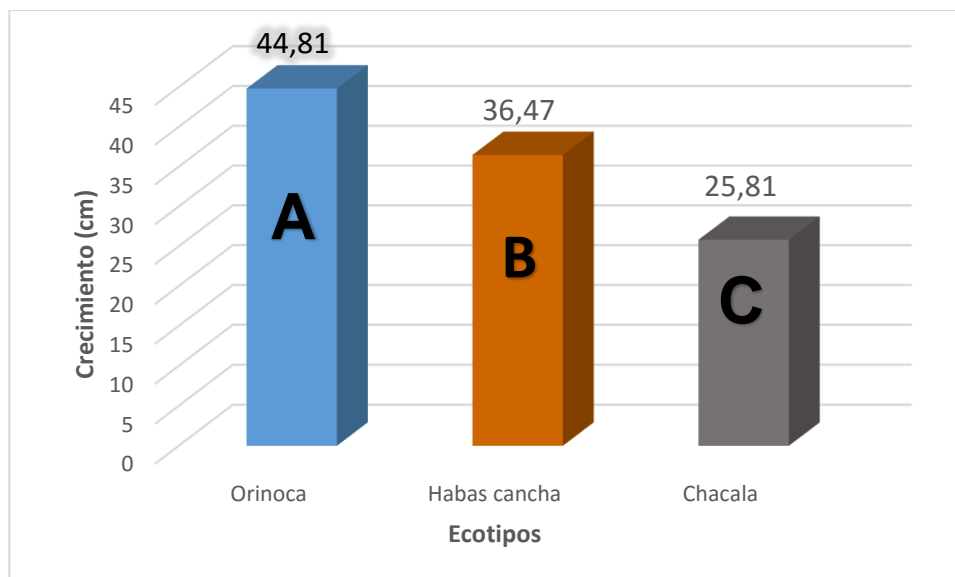


Figura 8. Promedio de crecimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre del 16 de enero de 2016

Al respecto de la altura de planta Alderete (2008) evaluó la distribución altitudinal del *Lupinus montanus* Kunth en México y registró que plantas suprimidas miden 36 cm y las plantas mejor desarrolladas 159 cm de altura, a los 160 días de edad. Vargas (2016) en Bolivia, utilizó fertilizantes foliares en *Lupinus montanus* Kunth, registrando una altura de planta de 43.88 cm aplicando el fertilizante Crecifol y con su testigo registró 35.38 cm. Mercado (2016) registró alturas de planta de tarwi silvestre – ecotipo Peñas, bajo laboreo de suelo de carpido 41.75 cm y en surcado 34.56 cm. En el presente estudio se registraron alturas de 44.81 cm en el ecotipo Orinoca, 36.47 cm en el ecotipo Habas cancha y 25.81 en el ecotipo Chacala. Los ecotipos de tarwi (*Lupinus sp.*) Orinoca y Habas cancha con los resultados obtenidos muestran que son de porte alto, en cambio el ecotipo Chacala es de porte pequeño siendo esto una manifestación de las características intrínsecas de cada ecotipo y probablemente por el ataque del picudo negro (*Apion sp.*) de la familia *Curculionidae*, ingresando al interior de la planta matándola por dentro, siendo el ecotipo Chacala el más susceptible al ataque de este Coleóptero, debiendo tomar las medidas fitosanitarias correspondientes. Los resultados muestran también que la materia orgánica no tuvo efecto en el crecimiento de los tres ecotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para establecer que los resultados son confiables se tiene un coeficiente de variación de 5.46%, en el cuadro 7 se tiene el análisis de varianza y que en base a los resultados estadísticos, se afirma que para bloques el resultado fue no significativo, indicando que la pendiente no tuvo un efecto directo en la variable de crecimiento o altura de planta. Así mismo el factor B (materia orgánica) de materia orgánica es no significativo, indicando que este factor no tuvo efecto en el crecimiento de las plantas, observándose de la misma manera que en la intersección de los tres ecotipos de tarwi silvestre (Factor A) y el estiércol de llama, como materia orgánica (Factor B) no fue significativo, mostrando que la materia orgánica no influyo en el crecimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre.

Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre del 16 de enero de 2016

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	28.02	7.00	0.48	3.26	5.41	NS
Ecotipo	2	1814.73	907.37	61.69	3.88	6.93	**
Bloque*Ecotipo	8	117.67	14.71	3.87	2.85	4.50	*
Materia orgánica	1	2.13	2.13	0.56	4.75	9.33	NS
Ecotipo*Materia orgánica	2	5.46	2.73	0.72	3.88	6.93	NS
Error Experimental	12	45.58	3.80				
Total	29	2013.59					
C.V. = 5.46 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

En la figura 9 se puede observar que en los tratamientos en los cuales se aplicó y no se aplicó materia orgánica, esta no tuvo efecto en el crecimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*). La curva de crecimiento presenta una tendencia similar para los ecotipos, siendo el ecotipo Orinoca el de mayor crecimiento desde las primeras etapas de evaluación hasta el final de su desarrollo.

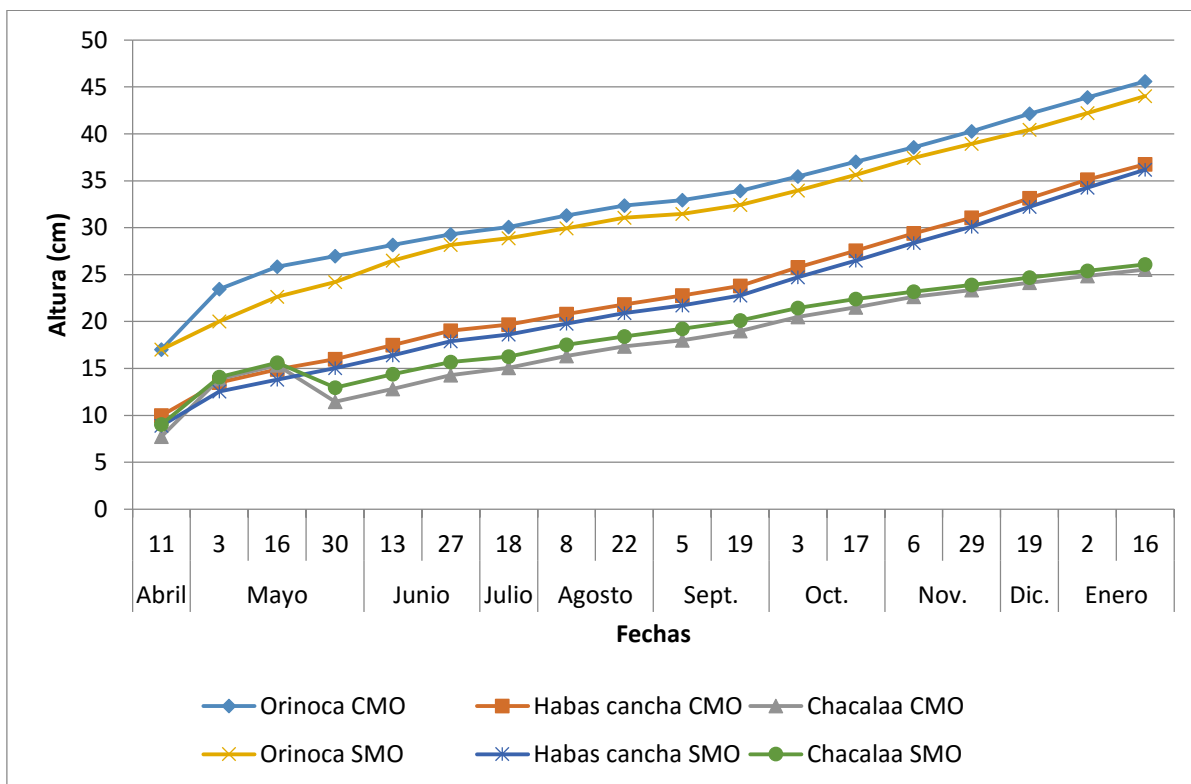


Figura 9. Curva de crecimiento de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre a lo largo del año de evaluación

Una vez realizado los análisis de varianza obtenidos a lo largo del tiempo de evaluación, se muestra que en base a los resultados estadísticos, se afirma que para bloques el resultado fue no significativo, indicando que la pendiente no tuvo un efecto directo en la variable de crecimiento o altura de planta. Así mismo el factor B (materia orgánica) de materia orgánica es no significativo, indicando que este factor no tuvo efecto en el crecimiento de las plantas, observándose de la misma manera que en la

RESULTADOS Y DISCUSIONES

intersección de los tres ecotipos de tarwi silvestre (Factor A) y el estiércol de llama, como materia orgánica (Factor B) no fue significativo, mostrando que la materia orgánica no influyo en el crecimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre.

Cuadro 8. Niveles de significación de análisis de varianza de la altura de planta de tres ecotipos de tarwi silvestre a lo largo del año de evaluación

Trat.	G.L.	16-may-15	30-may-15	13-jun-15	27-jun-15	18-jul-15	08-ago-15	22-ago-15	05-sep-15	19-sep-15	03-oct-15	17-oct-15	06-nov-15	29-nov-15	19-dic-15	02-ene-16	16-ene-16
Bloque	4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ecotipo	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Bloq*eco	8	*	NS	NS	*	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Materia orgánica	1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Eco*Mat_org	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.MEE	12	10,53	9,3	5,72	4,29	4,38	4,34	4,23	4,33	4,28	4,44	4,57	4,3	4,28	4,08	3,93	3,8
C.V. (%)		18	17,2	12,4	9,99	9,77	9,21	8,69	8,55	8,17	7,81	7,52	6,93	6,62	6,16	5,78	5,46
C.MEE: Cuadrado medio del error experimental									C.V.: Coeficiente de variación								
NS: no significativo *: Significativo **: Altamente significativo																	

En el cuadro 8 también se puede evidenciar que el factor A si tuvo diferencias altamente significativas durante todo el proceso de evaluación, esto nos muestra que existieron diferencias entre los ecotipos. En cambio, las diferencias encontradas para el estiércol no fueron estadísticamente significativos en todas las instancias de evaluación.

Cuadro 9. Prueba Duncan de la interacción de los ecotipos de tarwi silvestre y la materia orgánica en la altura de planta a lo largo del año de evaluación

Trat.	16-may-15	30-may-15	13-jun-15	27-jun-15	18-jul-15	08-ago-15	22-ago-15	05-sep-15	19-sep-15	03-oct-15	17-oct-15	06-nov-15	29-nov-15	19-dic-15	02-ene-16	16-ene-16
Orinoca CMO	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Orinoca SMO	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Habas cancha CMO	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Habas cancha SMO	B	BC	B	BC	BC	BC	BC	BC	BC	B	B	B	B	B	B	B
Chacala SMO	B	BC	BC	CD	CD	CD	CD	CD	CD	C	C	C	C	C	C	C
Chacala CMO	B	C	C	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C

En la prueba de Duncan de crecimiento o altura de planta, se puede apreciar que se formaron tres grupos, de los cuales el Orinoca (Ecotipo 1) es el más diferenciado, por presentar el mayor promedio de crecimiento, siendo su altura de planta significativamente superior a los otros dos ecotipos. Con relación al Habas cancha (Ecotipo 2) y Chacala (Ecotipo 3), en un inicio se tiene incertidumbre, pero en las últimas fechas se observó diferencias en los promedios de estos ecotipos, siendo el Habas cancha de mayores promedios en relación a Chacala, pero menores a Orinoca.

Cuadro 10. Análisis de Duncan de la altura de planta de los tres ecotipos de tarwi a lo largo del año de evaluación

Ecotipo	11-abr-15	03-may-15	16-may-15	30-may-15	13-jun-15	27-jun-15	18-jul-15	08-ago-15	22-ago-15	05-sep-15	19-sep-15	03-oct-15	17-oct-15	06-nov-15	29-nov-15	19-dic-15	02-ene-16	16-ene-16
Orinoca	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Habas cancha	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Chacala	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C

En el cuadro 10 se muestra que el ecotipo Orinoca es el que presentó mayor altura a lo largo del tiempo de evaluación. Seguido del Habas cancha con una calificación de B y por último se tiene al ecotipo Chacala con una calificación de C.

5.5. Fases fenológicas

La siguiente descripción de las fases fenológicas corresponde a los tres ecotipos de tarwi silvestre, debido a que las fases se presentaron paralelamente en los ecotipos. Para esta variable se describen siete fases fenológicas, de las cuales una es la fase germinativa, dos son correspondientes a la fase vegetativa, tres a la fase reproductiva y por último la senescencia:

➤ Fase germinativa:

Hoja cotiledonal. Los cotiledones en los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala emergen entre los 7 a 12 días después de la siembra, con el suelo con la humedad adecuada para que las semillas embeban y deben encontrarse a una profundidad adecuada en el suelo. En esta etapa, las plántulas son fuertemente atacadas por las larvas de la mosca *Delia platura* (díptera) van matando las plántulas desde el interior de la radícula. Esta fase en los tres ecotipos tiene una duración aproximada de 23 a 28 días hasta la presencia de las hojas verdaderas.

➤ Fase vegetativa:

Hojas verdaderas. En los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala sucede de los 30 a los 40 días después de la siembra. Estando presentes, además de las hojas verdaderas, los cotiledones y un botón foliar que darán origen al siguiente par de hojas. Esta fase en los tres ecotipos tiene una duración aproximada de 30 a 40 días hasta la ramificación.

Ramificación. En los tres ecotipos de tarwi silvestre Orinoca, Habas cancha y Chacala ocurre de los 60 a los 80 días después de la siembra. En esta etapa los tres ecotipos pueden ser atacados por un Coleóptero (*Apion sp.*) de la familia *Curculionidae*, ingresando al interior de la planta matándola por dentro. Esta fase en los tres ecotipos

tiene una duración aproximada de 210 a 220 días hasta la presencia de los botones florales.

➤ **Fase reproductiva:**

Inicio botón floral. En los ecotipos Orinca, Habas cancha y Chacala el inicio del botón floral fue a los 280 a 290 días desde la siembra. En esta etapa los tres ecotipos aún pueden ser atacados por un Coleóptero de la familia *Curculionidae*. Esta fase en los tres ecotipos tiene una duración aproximada de 20 días hasta la floración.

Floración. En los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala sucede desde la base del racimo floral en los tres ecotipos de los 300 a los 310 días desde la siembra, En esta etapa los tres ecotipos aún pueden ser atacados por *Apion sp.*, un coleóptero de la familia *Curculionidae*. Otro aspecto a resaltar en la fase de floración es la constante visita de abejas (*Apis mellifera*) y otras especies de la familia *Apidae*. Esta fase en los tres ecotipos tiene una duración aproximada de 20 días hasta la fructificación.

Fructificación. En los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala ocurre de 320 a 330 días desde la siembra en los tres ecotipos, siendo gradual. En esta etapa los tres ecotipos aún pueden ser atacados por el coleóptero *Apion sp.*, de la familia *Curculionidae*. También se tiene la presencia de la larvas de Lepidoptero, posiblemente de la familia *Noctuidae*, estas larvas se comen los granos tiernos de las vainas que aún no han llegado a la madures. Esta fase en los tres ecotipos tiene una duración aproximada de 43 días hasta la maduración de las vainas y con esta se inicia la cosecha que durara aproximadamente 100 días para los ecotipos Orinoca y Habas cancha y 81 días para el ecotipo Chacala hasta la senescencia.

Senescencia. Después de la fructificación y madurez de las vainas, las plantas entran en una etapa de senescencia. El ecotipo Chacala ingresa a senescencia completa a los 350 días, le siguen los ecotipos Habas cancha y Orinoca aunque estos últimos senescen gradualmente entre 302 a 380 días después de la siembra.

Cuadro 11. Fases fenológicas de los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala

Ecotipos Fases fenológicas	Orinoca Ecotipo 1	Habas cancha Ecotipo 2	Chacala Ecotipo 3
	Días después de la siembra		
Hoja cotiledonal	7 a 12	7 a 12	7 a 12
Hojas verdaderas	30 a 40	30 a 40	30 a 40
Ramificación	60 a 80	60 a 80	60 a 80
Inicio botón floral	280 a 290	280 a 290	280 a 290
Floración	300 a 310	300 a 310	300 a 310
Fructificación	320 a 330	320 a 330	320 a 330
Senescencia	302 a 380	302 a 380	350

Sobre la fenología de los *Lupinus* podemos citar a Aguilar (2015), en Perú evaluó el rendimiento de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en condiciones de Otuzco, La Libertad registrando los siguientes estados: 7 días después de la siembra - Germinación, 15 días después de la siembra - Emergencia, 29 días después de la siembra - Cotiledonar, 40 días después de la siembra - 1° Desarrollo, 68 días después de la siembra - 2° Desarrollo, 88 días después de la siembra - Prefloración, 120 días después de la siembra - Floración, 155 días después de la siembra - Formación de Vainas, 197 días después de la siembra - Llenado de vainas, 238 días después de la siembra – Cosecha. En Bolivia Mercado (2016) evaluó tarwi silvestre – quela-quela (*Lupinus sp*) bajo laboreo de surcado y carpido, describe nueve fases fenológicas: 3 días después de la siembra – Germinación, 10 días después de la siembra – Fase Cotiledonal, 15 días después de la siembra – Primera hoja verdadera, 114 días después de la siembra – Ramificación, 234 días después de la siembra – Rebrote, 285 días después de la siembra – Racimo Floral, 293 días después de la siembra – Floración, 326 días después de la siembra – Envainado y 375 días después de la siembra Madurez fisiológica. Sobre este acápite los ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus*

sp) estudiados, Orinoca, Habas cancha y Chacala, en los cuales la materia orgánica no tuvo efecto en su desarrollo, describiendo siete fases fenológicas e identificando diferencias con el tarwi cultivado debido a las características inherentes de cada ecotipo y la temperatura promedio de 8.41 °C que se tienen en el municipio de Viacha.

5.6. Número de ramas florales por planta

De acuerdo al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que los tratamientos que desarrollaron más ramas florales son el ecotipo Orinoca con materia orgánica con 28 ramas, el ecotipo Habas cancha con materia orgánica con 27 ramas y Habas cancha sin materia orgánica con 27 ramas. De esta manera se lo muestra en la figura 10.

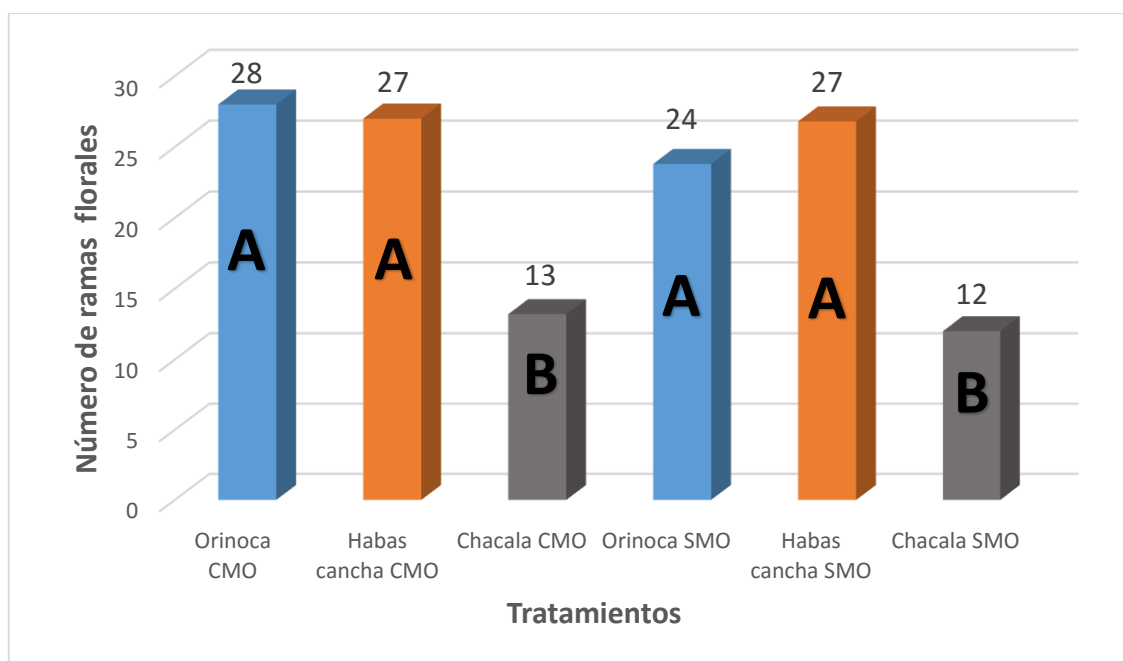


Figura 10. Número de ramas florales por tratamiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Vargas (2016) en su evaluación de tarwi silvestre (*Lupinus montanus* Kunth) con fertilizantes foliares, registro un número de ramas florales de 21 ramas, aplicando Vigortop Plus. Mercado (2016) obtuvo resultados de 19 y 17 ramas florales en su

estudio de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) en laboreos de suelo. Los tres ecotipos de tarwi silvestre estudiados, en los cuales no influyó la materia orgánica en el desarrollo de las ramas florales, el número de ramas florales dependió de sus características intrínsecas y posiblemente a la temperatura promedio de 8.41 °C y la precipitación media de 524,60 mm por año del municipio de Viacha.

El análisis de varianza de ramas florales por planta, muestra una diferencia altamente significativa de los ecotipos de tarwi silvestre, indicando que se tiene números de ramas florales diferentes en los tres ecotipos de tarwi silvestre. También se tiene un coeficiente de variación de 22.48%, mostrando que los datos registrados son confiables.

Cuadro 12. Análisis de varianza de ramas florales por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	76.47	19.12	1.02	3.26	5.41	NS
Ecotipo	2	1274.60	637.30	34.05	3.88	6.93	**
Bloque*Ecotipo	8	149.73	18.72	0.78	2.85	4.50	NS
Materia orgánica	1	26.13	26.13	1.09	4.75	9.33	NS
Ecotipo*Materia orgánica	2	21.67	10.83	0.45	3.88	6.93	NS
Error Experimental	12	288.20	24.02				
Total	29	1836.80					
C.V. = 22.48 %			C.V.: Coeficiente de variación				
** : Altamente significativo * : Significativo NS: no significativo							

5.7. Número de vainas por racimo

De acuerdo al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que los tratamientos que desarrollaron más vainas por racimo son el Habas cancha sin materia

orgánica con 38 vainas y con materia orgánica 34 vainas del mismo ecotipo. De esta manera se lo muestra en la figura 11.

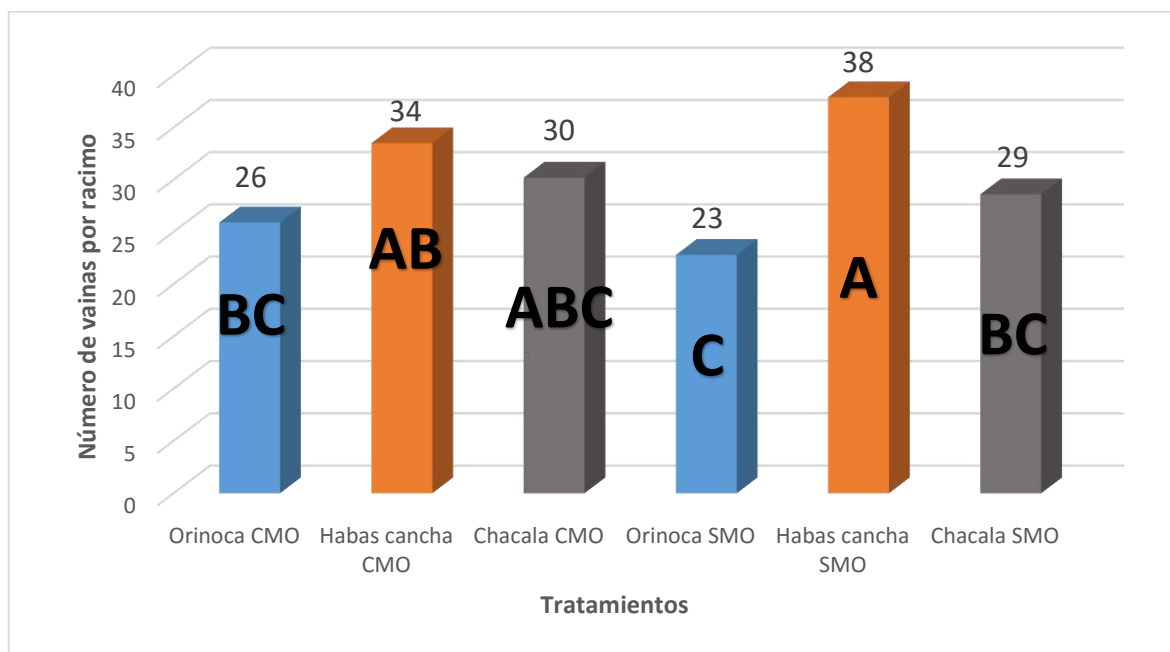


Figura 11. Número de vainas por racimo de los tres ecotipos de tarwi silvestre

El estudio de Callisaya (2012) de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo dos métodos y tres densidades de siembra, registró de 40.27 vainas por planta al voleo a 90 kg/ha y de 22.32 vainas por planta, surcado a 130 kg/ha. El trabajo que registró el número de vainas de tarwi silvestre (*Lupinus montanus* Kunth) por planta, es el de Vargas (2016) quien registro 164.7 vainas por planta aplicando el fertilizante foliar Vigortop Plus, en cambio su testigo tuvo un registro de 68.4 vainas por planta. De los tres ecotipos Habas cancha registró el mayor número de vainas por racimo, seguido por el ecotipo Chacala y el que menor número de vainas registrado por racimo floral es Orinoca, como se lo muestra en la figura 11. Además se debe tomar en cuenta la diferenciación entre el tarwi cultivado y los tarwis silvestres, debido probablemente a la caída de las flores producto de los fenómenos meteorológicos como el granizo y al ataque de las larvas de Lepidoptero, posiblemente de la familia *Noctuidae*, las cuales perforaban las vainas tiernas y comían los granos tiernos.

El análisis de varianza de ramas florales por planta, muestra una diferencia altamente significativa de los ecotipos de tarwi silvestre, indicando que se tiene número de vainas por racimo en los tres ecotipos de tarwi silvestre. También se tiene un coeficiente de variación de 20.52%, mostrando de los datos registrados son confiables.

Cuadro 13. Análisis de varianza de número de vainas por racimo de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	239.53	59.88	2.20	3.26	5.41	NS
Ecotipo	2	651.47	325.73	11.96	3.88	6.93	**
Bloque*Ecotipo	8	217.87	27.23	0.72	2.85	4.50	NS
Materia orgánica	1	0.13	0.13	0.005	4.75	9.33	NS
Ecotipo*Materia orgánica	2	80.27	40.13	1.06	3.88	6.93	NS
Error Experimental	12	452.60	37.72				
Total	29	1641.87					
C.V. = 20.52 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.8. Número de granos por vaina

De acuerdo al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que los tratamientos no presentan diferencias significativas en el número de granos por vaina,

en los tres ecotipos de tarwi silvestre. De esta manera se confirma la ausencia de significación estadística en el análisis de varianza (cuadro 14).

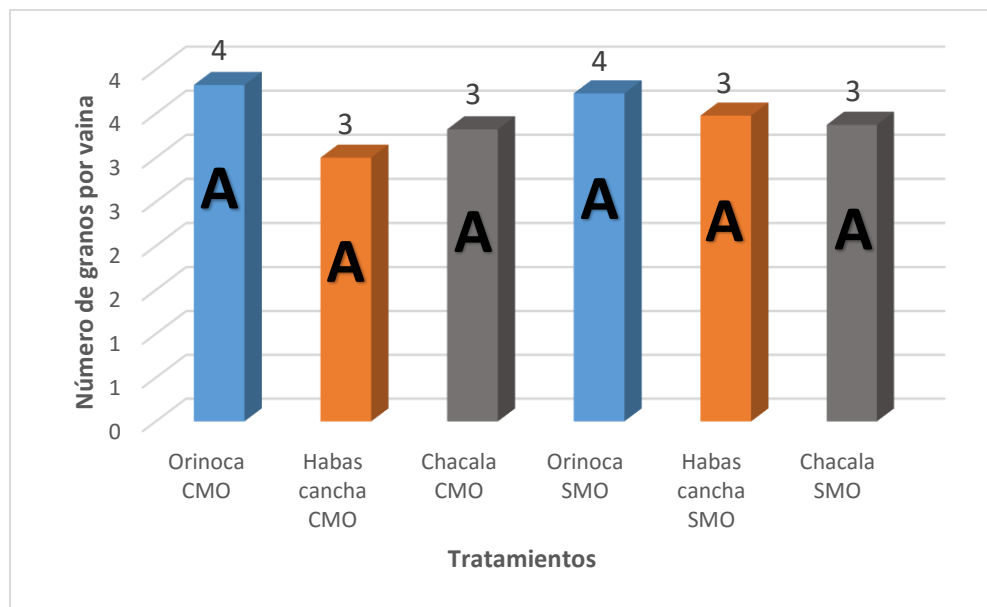


Figura 12. Promedio de número de granos por vaina de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Vargas (2016) evaluó el número de semillas por planta de tarwi silvestre (*Lupinus montanus* Kunth) obteniendo un promedio de 810.36 gramos por planta al aplicar el fertilizante foliar Vigortop Plus frente al testigo de 398.3 granos por planta. Los ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) Orinoca, Habas cancha y Chacalaa registraron promedios de 3 y 4 número de granos por vaina, la materia orgánica aplicada no tuvo efecto en el desarrollo de granos, manifestando sus características inherentes e influidas por las características nutricionales del suelo, se puede afirmar esto debido a que del total de granos en las vainas, no todos los granos llegaban al desarrollo y crecimiento pleno, siendo abortados o posiblemente los óvulos no llegaron a ser fecundados.

El análisis de varianza de granos por vaina, muestra resultados no significativos, indicando que no se tiene una diferencia significativa de número de granos por vaina en los tres ecotipos de tarwi silvestre. También se tiene un coeficiente de variación de 17.86%, mostrando de los datos registrados son confiables.

Cuadro 14. Análisis de varianza de número de granos por vaina de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	6.47	1.62	3.13	3.26	5.41	NS
Ecotipo	2	1.87	0.93	1.81	3.88	6.93	NS
Bloque*Ecotipo	8	4.13	0.52	1.35	2.85	4.50	NS
Materia orgánica	1	0.13	0.13	0.35	4.75	9.33	NS
Ecotipo*Materia orgánica	2	0.27	0.13	0.35	3.88	6.93	NS
Error Experimental	12	4.60	0.38				
Total	29	17.47					
C.V. = 17.86 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.9. Rendimiento de semilla

5.9.1. Rendimiento de semilla por planta

De acuerdo al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que los tratamientos que tuvieron un mayor rendimiento de semilla por planta son el ecotipo

Habas cancha con materia orgánica con un promedio de 13.31 g, el mismo ecotipo sin materia orgánica con un promedio de 13.28 g y el ecotipo Orinoca con y sin materia orgánica obtuvieron promedios de 8,16 g y 8,07g respectivamente. Estos resultados se muestran en la figura 13.

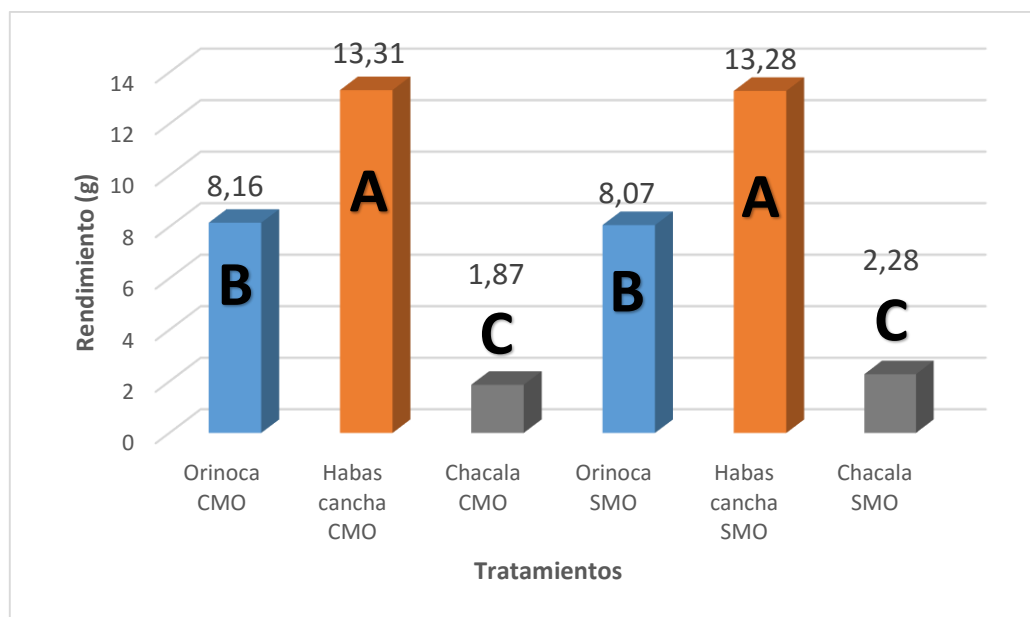


Figura 13. Rendimiento de semillas por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Vargas (2016), en su trabajo con tarwi silvestre (*Lupinus montanus* Kunth) y fertilizantes foliares, evaluó el número de semilla por planta, registrando 810.36 semillas por planta en promedio, aplicando Vigortop Plus y el testigo registro 398,3 semillas por planta. Siendo este último dato interesante debido a que en 1 g se tienen 53.6 semillas del ecotipo Orinoca y los resultados del rendimiento por planta obtenidos del mismo ecotipo, se tienen que en un peso de 8.16 g habrían 437.38 semillas, este número de semillas se aproxima al número de semillas del testigo que registra Vargas. Los datos registrados de los ecotipos de tarwi silvestre se deben a sus características intrínsecas y posiblemente las características nutricionales del suelo, debido a que la materia orgánica aplicada no tuvo efecto en el rendimiento de semilla, no todos los granos llegaban al desarrollo y crecimiento pleno, siendo abortados o posiblemente los óvulos no llegaron a ser fecundados.

El análisis de varianza del rendimiento de semilla por planta (Cuadro 15), muestra resultados no significativos para bloque y materia orgánica, con excepción a la variable de los ecotipos, con una diferencia altamente significativa del rendimiento por planta en los tres ecotipos de tarwi silvestre. El coeficiente de variación de 14.49%, muestra que los datos registrados son confiables.

Cuadro 15. Análisis de varianza del rendimiento de semilla por planta de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloque	4	7.12	1.78	0.57	3.26	5.41	NS
Ecotipo	2	630.67	315.34	101.56	3.88	6.93	**
Bloque*Ecotipo	8	24.84	3.10	2.41	2.85	4.50	NS
Materia orgánica	1	0.07	0.07	0.05	4.75	9.33	NS
Ecotipo*Materia orgánica	2	0.37	0.19	0.14	3.88	6.93	NS
Error Experimental	12	15.44	1.29				
Total	29	678.52					
C.V. = 14.49 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.9.2. Rendimiento de semilla por superficie

En la figura 14, en base al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que en los tratamientos en los cuales se aplicó y no se aplicó materia orgánica, esta no tuvo efecto en el rendimiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*).

En la prueba de Duncan de rendimiento de semilla por superficie, se puede apreciar que los tratamientos que mejor rendimiento obtuvieron fueron los tratamientos a los que no se les aplicó estiércol de llama, de los cuales el Habas cancha (Ecotipo 2) es el más diferenciado con 83.66 g/m², seguido del ecotipo Orinoca (Ecotipo 1) con 81.55 g/m², muy cerca con un promedio de 80.76 g/m² está el ecotipo Habas cancha (Ecotipo 2) al que se aplicó la materia orgánica. El ecotipo Chacala (Ecotipo 3) no tuvo buenos rendimientos alcanzando apenas 10.71 g/m².

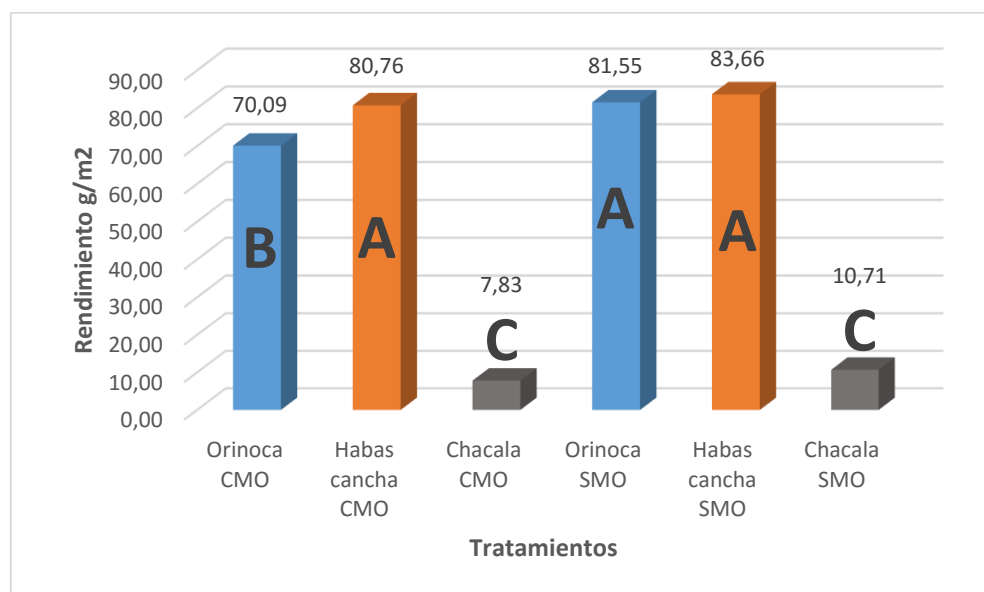


Figura 14. Rendimiento de semillas por superficie (m²) de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Cuadro 16. Rendimiento de semilla por superficie de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Tratamiento	Rendimiento		
	g/m ²	kg/ha	qq/ha
Orinoca CMO	70.09	700.9	15.58
Orinoca SMO	81.55	815.5	18.12
Habas cancha CMO	80.76	807.6	17.95
Habas cancha SMO	83.66	836.6	18.59
Chacalaa CMO	7.83	78.3	1.74
Chacalaa SMO	10.71	107.1	2.38

En el trabajo de Callisaya (2012) se evaluó el rendimiento de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo dos métodos y tres densidades de siembra registrando un promedio de 1898.0 kg/ha, al voleo a 90 kg/ha siendo el mayor rendimiento obtenido y el rendimiento más bajo que se obtuvo fue 1706.3 kg/ha, en surco a 130 kg/ha. Con los ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) se registraron rendimientos menores en razón de que la evaluación se realizó en siembra intercalar con quinua, lo que determinó menor densidad de plantas por superficie. Por otra parte, la ocurrencia de helada que se registró en la etapa de madurez ha interrumpido el proceso de maduración de grano de las ramas tiernas. Y posiblemente las características nutricionales del suelo, debido a que la materia orgánica aplicada no tuvo efecto en el rendimiento de semilla, no todos los granos llegaban al desarrollo y crecimiento pleno, siendo abortados o posiblemente los óvulos no llegaron a ser fecundados. Por otra parte el menor rendimiento del ecotipo Chacala, se puede atribuir esto al tamaño menor de la planta, problemas de adaptación y al ataque del picudo negro (*Apion sp.*), debido a que el ecotipo Chacala es más susceptible al ataque de este coleóptero por la consistencia de su tallo siendo este herbáceo.

En la figura 15 se muestra el comportamiento de los tres ecotipos de tarwi silvestre durante la cosecha siendo la época más alta desde febrero hasta marzo en el caso de Orinoca y Habas cancha y para Chacala de enero a marzo.

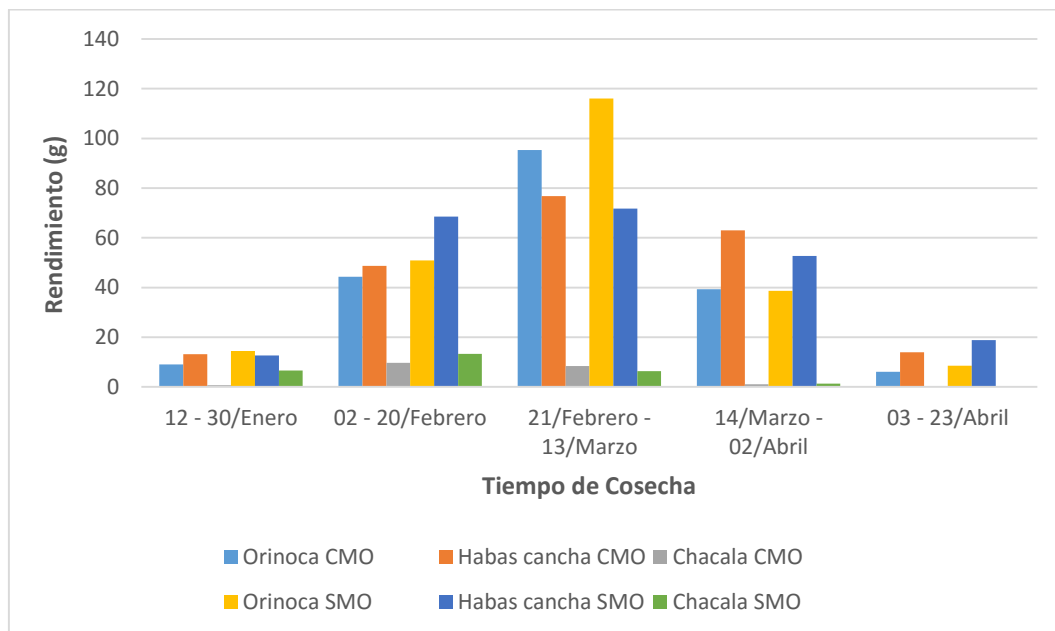


Figura 15. Rendimiento de semillas durante la época de cosecha de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Una vez realizado los ANVA, en base a los resultados de análisis estadístico, se afirma que para bloques el resultado fue no significativo, indicando que la pendiente no tuvo un efecto directo en la variable del rendimiento de semilla por superficie. También se puede observar que en la interacción de los tres ecotipos de tarwi silvestre (Factor A) y el estiércol de llama, como materia orgánica (Factor B) no fue significativo, mostrando que la materia orgánica no influyo en el rendimiento de semilla por superficie de los tres ecotipos de tarwi silvestre.

Cuadro 17. Niveles de significación estadística de análisis de varianza del rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha gradual de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Tratamiento	G.L.	Del 12-I al 30-I 2016	Del 02-II al 20-II 2016	Del 21-II al 13-III 2016	Del 14-III al 02-IV 2016	Del 03-IV al 23-IV 2016	TOTAL
Bloque	4	**	*	NS	NS	NS	NS
Ecotipo	2	**	**	**	**	**	**
Bloq*eco	8	NS	NS	*	NS	NS	NS
Materia orgánica	1	**	**	*	NS	**	**
Eco*Mat_org	2	**	**	**	NS	*	NS
C.M.E.E.	12						
C.V. (%)		3,25	8,66	9,03	23,16	22,99	7,60
C.M.E.E.: Cuadrado medio del error experimental				C.V.: Coeficiente de variación			
** : Altamente significativo							
* : Significativo							
NS: no significativo							

Cuadro 18. Prueba Duncan de los tres ecotipos de tarwi silvestre en el rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha

Ecotipo	Del 12-I al 30-I 2016	Del 02-II al 20-II 2016	Del 21-II al 13-III 2016	Del 14-III al 02-IV 2016	Del 03-IV al 23-IV 2016	TOTAL
Habas cancha	A	A	B	A	A	A
Orinoca	B	B	A	B	B	B
Chacala	C	C	C	C	C	C

Cuadro 19. Prueba Duncan de la materia orgánica en el rendimiento de semilla de los tres ecotipos de tarwi silvestre por superficie durante la época de cosecha

Materia orgánica	Del 12-I al 30-I 2016	Del 02-II al 20-II 2016	Del 21-II al 13-III 2016	Del 14-III al 02-IV 2016	Del 03-IV al 23-IV 2016	TOTAL
SMO	A	A	A	A	A	A
CMO	B	B	B	A	B	B

Cuadro 20. Prueba Duncan de la interacción de los ecotipos y la materia orgánica en el rendimiento de semilla por superficie durante la época de cosecha

Tratamiento	Del 12-I al 30-I 2016	Del 02-II al 20-II 2016	Del 21-II al 13-III 2016	Del 14-III al 02-IV 2016	Del 03-IV al 23-IV 2016	TOTAL
Orinoca CMO	D	C	B	B	D	B
Orinoca SMO	A	B	A	B	C	A
Habas cancha CMO	B	BC	C	A	B	A
Habas cancha SMO	C	A	C	A	A	A
Chacala CMO	F	D	D	C	E	C
Chacala SMO	E	D	D	C	E	C

5.10. Peso de 1000 semillas

De acuerdo al análisis estadístico y la prueba Duncan se puede observar que el ecotipo que más semillas están contenidas en un gramo es el ecotipo Chacala con un promedio de 135 semillas por g, seguido del ecotipo Habas cancha con un promedio de 72 semillas por g y finalmente el ecotipo Orinoca con un promedio de 53,6 de semillas por g. De esta manera se lo muestra en la figura 16.

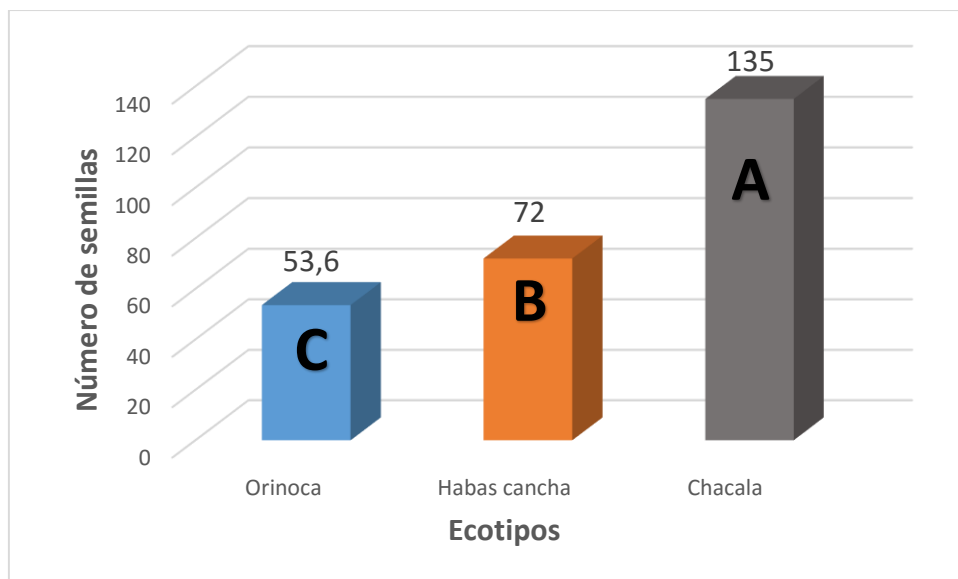


Figura 16. Número de semillas en 1g de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Cuadro 21. Número de semillas en un gramo, en un kilogramo y peso de 1000 semillas

Ecotipo	No de semillas en 1 g	No de semillas en 1 Kg	Peso de 1000 semillas (g)
Orinoca	53,6	53600	18,7
Habas cancha	72	72000	13,9
Chacala	135	135000	7,4

Plata (2016) evaluó dos variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo tres densidades de siembra, al pesar 100 semillas registró 24.47 g de la variedad Carabuco de una densidad de 90 kg/ha y 21.53 g de la variedad Cochabamba de 90 kg/ha de densidad. En el presente estudio con tarwi silvestre (*Lupinus sp*), se registró el número de semillas por gramo, siendo que el ecotipo Chacala registra el mayor número de semillas, seguido del ecotipo Habas cancha, finalizando con el ecotipo Orinoca, debido

a sus características intrínsecas, ya que el tamaño de las semillas es mucho menor en comparación a su pariente cultivado en especial en el ecotipo Chacala siendo que su semilla es la más pequeña de los tres ecotipos.

El análisis de varianza de semillas por gramo, muestra un resultado altamente significativo, indicando que se tiene una diferencia significativa de número de semillas en un kilogramo de los tres ecotipos de tarwi silvestre. También se tiene un coeficiente de variación de 6.01%, mostrando de los datos registrados son confiables.

Cuadro 22. Análisis de varianza del número de semillas por g de los tres ecotipos de tarwi silvestre

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Ecotipo	2	18222,53	9111.27	334.15	3.88	6.93	**
Error Experimental	12	327,20	27,27				
Total	14	18549,73					
C.V. = 6.01 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.11. Viabilidad de la semilla obtenida

De acuerdo a la prueba Duncan se puede observar que el ecotipo que mejor porcentaje de germinación tiene es el Habas cancha con un 94%, este porcentaje es igual en semillas de plantas madre en las que se aplicó y no se aplicó estiércol de llama (*Lama glama* L.). El ecotipo Orinoca tiene porcentajes de 85.33% en semillas de plantas madre en las que se aplicó materia orgánica y un 89.33% en semillas en las que no se aplicó materia orgánica. El ecotipo Chacala registro porcentajes de germinación en semillas de plantas madre en las que se aplicó materia orgánica porcentajes de 85.33% y en semillas en las que no se aplicó materia orgánica 88.67%. Se debe

señalar que los porcentajes de las semillas obtenidas son mayores en relación a las semillas recolectadas, la diferencia es más notoria en el ecotipo Chacala que en un inicio se registró 30.67%, como se muestra en la figura 17, con las semillas recolectadas alcanzando hasta un 88.67% en semillas obtenidas.

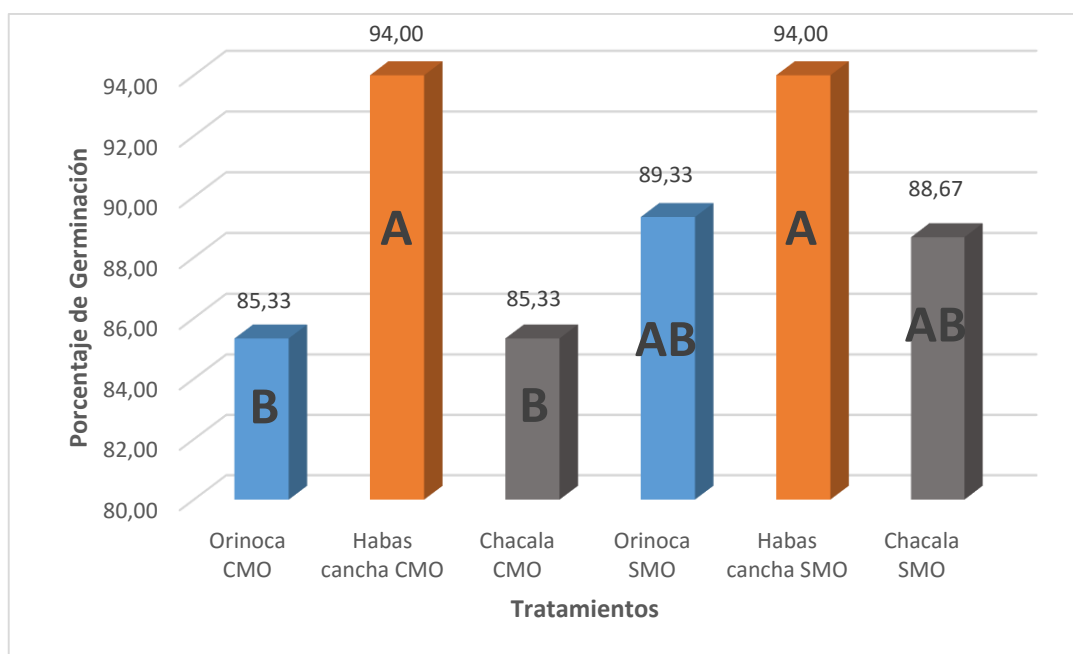


Figura 17. Porcentaje de germinación de la semilla obtenida de los tres ecotipos de tarwi silvestre

Para determinar la viabilidad de las semillas de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) se aplicó la escarificación física, con lija, para facilitar la germinación de las semillas. Si bien Alcon *et.al.* (2013) hicieron un ensayo de germinación con semillas de tarwi silvestre se puede afirmar que la germinación de semillas también representa la viabilidad, después de aplicar diferentes formas de escarificación, como la física y química, de las cuales la que mejor efecto tuvo fue en la que se aplicó extracto acuoso de vainas, registrando valores de germinación y por ende de viabilidad, para *L. chilensis* 57.67%, para *Lupinus sp* 73.33% y para *L. altimontanus* 78.0%. Los tres ecotipos obtuvieron buenos porcentajes de viabilidad entre 85% y 94%, pero el ecotipo de Habas cancha es el de mayor viabilidad registrando 94%.

En cuanto a la germinación inicial con las semillas colectadas y proporcionadas por PROINPA y las semillas obtenidas en el ensayo se observa que existe un incremento en los porcentajes, en especial en el ecotipo Chacala que inicialmente 30.67 % a 88.67 %, así mismo los ecotipos Orinoca y Habas cancha incrementaron sus porcentajes de 76.67 % a 89.33 % y de 83.33 % a 94 % respectivamente. Este resultado muestra que la semilla fresca tiene mayor viabilidad, mientras que la semilla empleada para la siembra proviene de una colección anterior y conservada, atribuyéndose a las condiciones de almacenamiento de la semilla y al tiempo de conservación.

Sobre la viabilidad de la semilla obtenida se hizo el análisis de varianza correspondiente de un diseño completamente al azar (Cuadro 23). Los resultados obtenidos muestran una diferencia significativa entre los tres ecotipos de tarwi silvestre. El coeficiente de variación es 3.46 %, mostrando que los datos registrados son confiables.

Cuadro 23. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de la semilla obtenida de los tres ecotipos de tarwi silvestre, determinado en laboratorio

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	227.78	45.56	4.77	3.11	5.06	*
Error Experimental	12	114.67	9.56				
Total	17	342.44					
C.V. = 3.46 %			C.V.: Coeficiente de variación				
**: Altamente significativo *: Significativo NS: no significativo							

5.12. Análisis de suelos

Con relación al análisis de suelos, en los cuadros siguientes se realizan comparaciones entre los tratamientos de los parámetros físicos y químicos.

Cuadro 24. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 1 y 4

	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS		
			S° Inicio	T1	T4
	Clase Textural		FYA	FYA	FYA
	pH en agua 1:5		6,49	7,04	7,58
	Conductividad eléctrica	dS/m	0,256	0,106	0,091
	Al+H	meq/100g	0,1	0,06	0,06
	Calcio	meq/100g	7,37	5,6	5,14
	Magnesio	meq/100g	0,92	0,75	0,8
	Sodio	meq/100g	0,15	0,07	0,09
	Potasio	meq/100g	0,8	0,53	0,7
Fertilidad Potencial	CIC	meq/100g	9,42	7,02	6,79
	Materia orgánica	%	3,23	0,94	1,17
	Nitrógeno total	%	0,22	0,06	0,08
	Fósforo asimilable	ppm		12,91	28,94
Fertilidad Actual	Saturación de Bases	meq/100g	9,24	6,95	6,73

Fuente: IBTEN (2015-2017)

En el cuadro 24, se puede apreciar una diferencia entre los porcentajes de materia orgánica del suelo inicial y los tratamientos, el suelo inicial tiene un mayor porcentaje de materia orgánica, probablemente debido a la presencia de las malezas con las que se encontraba, en cambio en los tratamientos el porcentaje de materia orgánica es menor debido posiblemente a la poca presencia de maleza y la época. También se puede apreciar una diferencia entre tratamientos esto probablemente por la hojarasca que produjeron las plantas del ecotipo *Orinoca*, estos porcentajes son bajos en un suelo de textura moderadamente fina. Los porcentajes de nitrógeno total son bajos con una ligera diferencia entre tratamientos. En el suelo inicial se tiene un mayor porcentaje de nitrógeno en relación a los tratamientos, posiblemente por la presencia de maleza, en especial por el alfalfa carretilla que se encuentra en la zona y la época. Los tratamiento 1 y 4 no se aprecia una diferencia sustancial después de aplicar estiércol

de llama, indicando que el estiércol que se incorporó no influyó en el desarrollo del tarwi silvestre, menos aún en el rendimiento de semilla.

Cuadro 25. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 2 y 5

	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS		
			S ^o Inicio	T2	T5
	Clase Textural		FYA	FA	FYA
	pH en agua 1:5		6,49	7,45	7,45
	Conductividad eléctrica	dS/m	0,256	0,082	0,14
	Al+H	meq/100g	0,1	0,09	0,12
	Calcio	meq/100g	7,37	4,83	5,26
	Magnesio	meq/100g	0,92	0,59	0,93
	Sodio	meq/100g	0,15	0,07	0,09
	Potasio	meq/100g	0,8	0,73	0,93
Fertilidad Potencial	CIC	meq/100g	9,42	6,31	7,32
	Materia orgánica	%	3,23	1,33	2,03
	Nitrogeno total	%	0,22	0,09	0,11
	Fósforo asimilable	ppm		18,86	44,75
Fertilidad Actual	Saturación de Bases	meq/100g	9,24	6,22	7,21

Fuente: IBTEN (2015-2017)

En el cuadro 25, se puede apreciar una diferencia entre los porcentajes de materia orgánica del suelo inicial y los tratamientos, el suelo inicial tiene un mayor porcentaje de materia orgánica, debido a las malezas con las que se encontraba, en cambio en los tratamientos el porcentaje de materia orgánica es menor debido posiblemente a la poca presencia de maleza y la época. También se puede apreciar una diferencia sustancial entre los porcentajes de materia orgánica del tratamiento 2 que es bajo y del tratamiento 5 que es moderado, probablemente por la hojarasca que produjeron las plantas del ecotipo *Habas cancha*, también el suelo del tratamiento 2 es de textura moderadamente gruesa y la clase textural del tratamiento 5 es moderadamente fina,

los porcentajes de nitrógeno total son bajos con una ligera diferencia entre tratamientos. En el suelo inicial y los tratamiento 2 y 5 se aprecia una diferencia debido a la clase textural del suelo, según los datos de laboratorio, y no por aplicar estiércol de llama, indicando que el estiércol que se incorporó no influyo en el desarrollo del tarwi silvestre, menos aún en el rendimiento de semilla.

Cuadro 26. Análisis de Suelo inicial y de los tratamientos 3 y 6

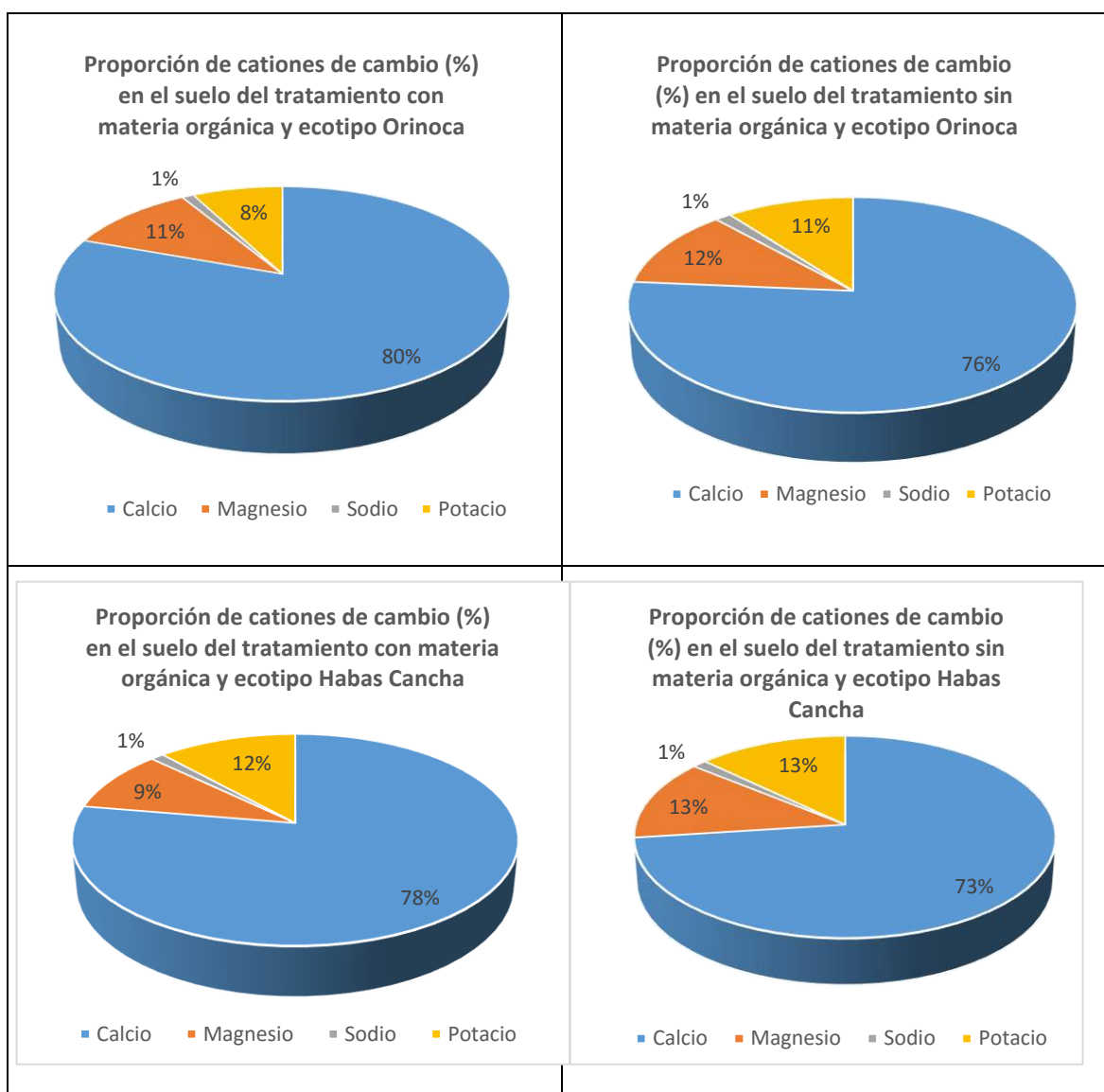
	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS		
			Sº Inicio	T3	T6
	Clase Textural		FYA	FYA	FYA
	pH en agua 1:5		6,49	7,25	7,04
	Conductividad eléctrica	dS/m	0,256	0,075	0,055
	Al+H	meq/100g	0,1	0,09	0,09
	Calcio	meq/100g	7,37	4,58	4,58
	Magnesio	meq/100g	0,92	0,63	0,59
	Sodio	meq/100g	0,15	0,06	0,08
	Potasio	meq/100g	0,8	0,53	0,23
Fertilidad Potencial	CIC	meq/100g	9,42	5,9	5,57
	Materia orgánica	%	3,23	1,01	1,33
	Nitrogeno total	%	0,22	0,07	0,07
	Fósforo asimilable	ppm		16,63	11,91
Fertilidad Actual	Saturación de Bases	meq/100g	9,24	5,8	5,48

Fuente: IBTEN (2015-2017)

En el cuadro 26, se puede apreciar una diferencia en los porcentajes de materia orgánica en el suelo inicial y los tratamientos debido a las malezas con las que se encontraba, en cambio en los tratamientos el porcentaje de materia orgánica es menor debido posiblemente a la poca presencia de maleza y la época, y una diferencia muy ligera entre los porcentajes de materia orgánica de los tratamientos 3 y 6, debido probablemente a que no hubo aporte de hojarasca del ecotipo Chacala, estos porcentajes son bajos en un suelo de textura moderadamente fina. Los porcentajes de

nitrógeno total en el suelo inicial es medio debido posiblemente por la presencia de maleza, en especial por el alfalfa carretilla que se encuentra en la zona y la época y son bajos e iguales en ambos tratamientos. En los tratamiento 3 y 6 no se aprecia una diferencia sustancial después de aplicar estiércol de llama, indicando que el estiércol que se incorporó no influyo en el desarrollo del tarwi silvestre, menos aún en el rendimiento de semilla.

En la siguiente figura se muestran los resultados de laboratorio, en cuanto al análisis químico.



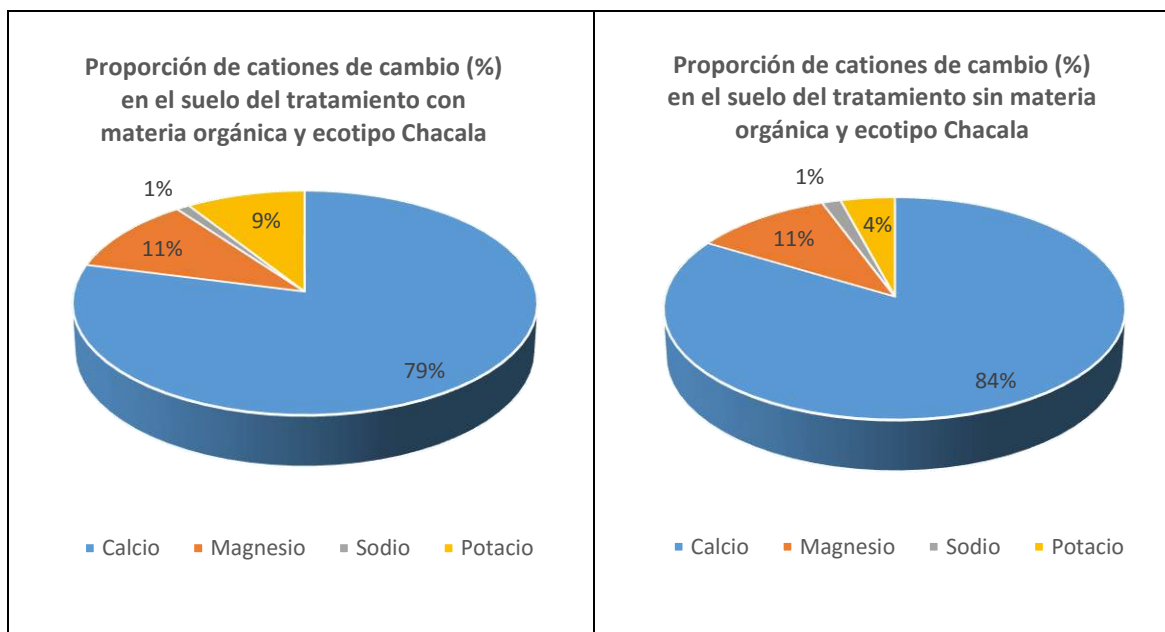


Figura 18. Proporción de cationes de cambio en el suelo de los diferentes tratamientos con y sin materia orgánica

En la figura 18, se observa los porcentajes de los cationes de cambio, en los diferentes tratamientos, no presentan diferencias significativas, debido a que las clase textural es en los tratamientos 1, 2, 4, 5 y 6 es la misma, franco arcillo areno. En cambio en el tratamiento 3 la clase textural es franco arenoso, a pesar de ello no hay diferencias sustanciales con los otros tratamientos. La incorporación de estiércol de llama, como fuente de materia orgánica, al parecer no influyo en las características químicas del suelo en los que se incorporó.

Orsag *et al.* (2011) aseveran que la incorporación del estiércol al voleo, dispersan su acción y efecto sobre el suelo y cultivo, debido a que una parte está fuera del alcance de las raíces, lo que no ocurriría en una aplicación puntual. Miranda *et al.* (s.f.) estudiaron el contenido del nitrógeno mineral del estiércol de llama y ovino en la comunidad del Villa Patarani del Altiplano Central, según la metodología de Tedesco (1999), reportando un valor de 800 mg kg⁻¹ de nitrógeno mineral contenido en el estiércol “en la finca”, pero después de ser transportado hasta la parcela, el nitrógeno mineral llego hasta 450 mg kg⁻¹, debido a que el estiércol se aplica directamente al suelo sin tratamiento o compostaje, incidiendo en la disponibilidad de nitrógeno.

Por lo expuesto, se puede afirmar que el estiércol de llama (*Lama glama* L.) no tuvo efecto en el crecimiento y el desarrollo de los tres ecotipos de tarwi silvestre, se debió probablemente al aplicarlo de forma directa sin prepararlo o compostarlo, a pesar de incorporarlo al suelo en un tiempo oportuno, para que se pueda degradar y deje disponible los nutrientes.

El por qué el estiércol de llama (*Lama glama* L.) no tuvo efecto en el rendimiento de semilla en los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*), no solo en esta variable sino también en otras, debido a que el estiércol de llama incorporado al suelo como materia orgánica no tuvo tratamiento, esperando a que las condiciones ambientales, durante un periodo pertinente, lo degraden y los nutrientes como el nitrógeno queden disponibles para los ecotipos de tarwi silvestre y sean aprovechados, a pesar de incorporarlo puntualmente.

6. CONCLUSIONES

- En la prueba de germinación de las semillas colectadas y conservadas por la Fundación PROINPA se determinó que el ecotipo Habas cancha registró el mejor porcentaje de germinación (83.33%), seguido del registro del ecotipo Orinoca (76.67%), mientras que Chacala presento el peor porcentaje de germinación (30.67%).
- Se determinó que el porcentaje de emergencia de los ecotipos Habas Cancha y Orinoca fueron los más altos alcanzando 55.6% y 49.4% respectivamente, mientras que Chacala solo alcanzo el 17.2%, en el mismo periodo.
- Con respecto a la variable de crecimiento o altura de planta, se registró que el ecotipo Orinoca mostró diferencias significativas desde el inicio hasta la conclusión del seguimiento, concluyendo la evaluación con un promedio de 44.81 cm, seguido del ecotipo Habas cancha con una altura de planta de 36.47 cm y debido a su porte pequeño el ecotipo Chacala tuvo un crecimiento de 25.81 cm. Sin que haya influido la metería orgánica.
- Se identificaron siete fases fenológicas en los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*): la fase de hoja cotiledonal iniciando a partir de 7 a 12 días después de la siembra, con una duración aproximada de 23 a 28 días; hojas verdaderas de los 30 a 40 días después de la siembra y una duración de 30 a 40 días; la ramificación de los 60 a los 80 días después de la siembra con una duración de 210 a 220 días; el inicio de botón floral a los 208 a 290 días desde la siembra y una duración de 20 días; la floración de los 300 a 310 días desde la siembra, la floración sucede a los 300 a 310 días después de la siembra, con una duración de 20 días y la fructificación a los 320 a 330 días desde la siembra con una duración aproximada de 43 días.
- La fase de la senescencia del ecotipo Chacala es a los 350 días después de la siembra, y los ecotipos Orinoca y Habas cancha senesciendo de manera gradual entre 302 a 380 días después de la siembra.

- Las fases de mayor interés en el ciclo productivo para la obtención de semilla de los ecotipos Orinoca, Habas cancha y Chacala, es la de floración y la fructificación. El ciclo productivo de semilla para Orinoca y Habas cancha es aproximadamente de 100 días y mientras que para Chacala su ciclo productivo es de solo 81 días, debiéndose a sus características intrínsecas.
- Sobre el rendimiento por planta, los ecotipos que mejor registro poseen es el Habas cancha con 13.31 g en promedio y el ecotipo Orinoca con un promedio de 8,16 g, en cambio el ecotipo Chacala solo registro 2.28 g en promedio, siendo este su mejor promedio, debido probablemente a sus características inherentes sin que la materia orgánica haya tenido efecto en esta variable.
- En cuanto al rendimiento de semilla por superficie de los tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp*) los ecotipos que mejor rendimiento tienen son Habas cancha con 836.6 kg/ha, siendo el mayor promedio registrado, y Orinoca registro un promedio de 815.5 kg/ha, en cambio Chacala solo registro 107.1 kg/ha, sin que la materia orgánica haya tenido efecto.
- El estiércol de llama, como materia orgánica, no tuvo efecto en las variables de crecimiento, número de ramas florales por planta, número de vainas por racimo, número de granos por vaina y principalmente en el rendimiento de semilla.

7. RECOMENDACIONES

- Utilizar a los Ecotipo 1 - Orinoca y Ecotipo 2 - Habas cancha debido a que obtuvieron buenos rendimientos de semilla y aprovechar sus bondades, como la simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium*.
- Utilizar los Ecotipo 1 - Orinoca y Ecotipo 2 - Habas cancha como cultivos alternativos en la rotación de cultivos y de esta manera ayudar a las zonas quinueras del país.
- Se recomienda seguir con la investigación con los diferentes ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus sp.*) para aprovechar sus bondades en el campo agronómico.
- Que se hagan los estudios fitosanitarios complementarios de los ecotipos de tarwi silvestre, para identificar a las plagas y enfermedades que aquejan a estos ecotipos, especialmente los momentos en los que se produce el ataque, etc.
- Incentivar la producción de los Ecotipo 1 - Orinoca y Ecotipo 2 - Habas cancha en parcelas demostrativas del altiplano sur para emplear de manera conjunta con los productores su uso dentro de la rotación de cultivos con la quinua.
- Para obtener semillas de estos ecotipos estudiados se recomienda que la mejor época de siembra es la de lluvias (preferentemente en el mes de enero) debido a que las semillas accedan a la humedad necesaria para que se inicie el desarrollo de las plántulas y para que estas puedan establecerse en campo en los meses posteriores, esto tomando muy en cuenta las características climáticas de la zona en la que se quiere establecer el cultivo.
- El sembrado de los ecotipos de tarwi silvestre debe hacerse a poca profundidad, para facilitar la emergencia de las plántulas. También se debe tomar en cuenta

que en esta etapa las semillas pueden ser parasitadas por la mosca *Delia platura* y tomar las medidas fitosanitarias pertinentes.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR ANGULO, L. 2015. "evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco - La Libertad". Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. pp 3 y 4.
- AGUILERA J., RAMOS F., MAMANI J., GONZALES M., GUTIERREZ M. y MARCONI J. 2013. Mejora de la producción, uso y acceso de semilla quinua a nivel de la agricultura familiar campesina: Proyecto Semillas Andinas. En: Memorias del Congreso científico de la quinua, 14 y 15 de junio 2013, La Paz, Bolivia. Vargas M. (Ed), IICA-INIAF-MDRyT. 271 p
- ALCON M.B., BONIFACIO A., M. RAMOS P. y CHAMBI L. 2013. El rol multipropósito de las leguminosas en el sistema de producción de quinua. En: Memorias del Congreso científico de la quinua, 14 y 15 de junio 2013, La Paz, Bolivia. Vargas M. (Ed), IICA-INIAF-MDRyT. 658 p.
- ALDERETE A. 2008. Distribución altitudinal, tratamientos pregerminativos e influencia del *Lupinus* spp. En la fertilidad de los suelos forestales. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Tesis (Doctor en Ciencias). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo Postgrado de Edafología.
- BARNEY, V. 2011. Biodiversidad y Ecogeografía del género *Lupinus* L. (Leguminosae) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias-Coordinación General de Posgrados Palmira. Trabajo de grado para Magister. Pp 1,2, 6 Y 7
- BONIFACIO A., ARONI G., VILLCA M., RAMOS P., ALCON M. y GANDARILLAS A. 2014. El rol actual y potencial de las qilaqila (*Lupinus* sp) es sistemas de producción sostenible de quinua. Revista de Agricultura 54:11-18
- BONIFACIO, A. 2013. Apuntes de colecta de recolección de semillas de tarwi silvestre. La Paz – Bolivia. Diapositivas 2 – 5.

- BONIFACIO, A. 2014. Apuntes de colecta de recolección de semillas de tarwi silvestre. La Paz – Bolivia. Diapositivas 4 – 6.
- BONNER, R. y GALSTON, W. (1973). Principios de fisiología. Trad. Del inglés por Federico Portillo. 5 ed. Madrid, Aguilar. 485 p.
- CALLISAYA, I. 2012. Comportamiento agronómico del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo dos métodos y tres densidades de siembra en la localidad de Carabuco. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial jurídica S. A. Lima – Perú.
- CHILON, E. (1996). Manual de Edafología. La Paz – Bolivia. p 60.
- DE LA CUADRA, C. 1993. Germinación, latencia y dormición de las semillas. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Instituto nacional de reforma y desarrollo agrario. Dirección general de infraestructuras y cooperación. Madrid - España. pp 4,5,6,8 y 9
- DE LUCA, N. (s. f.). Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento. Consultado en 05 de mayo de 2017. Disponible en: <https://cursoreforestacion.files.wordpress.com>
- DE LUCA, N. (s.f.). Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento.
- El Diario, Bolivia 24 de agosto de 2015. Ganado camélido creció en 3 millones de ejemplares. Disponible en: http://www.eldiario.net/noticias/2015/2015_08/nt150824/economia.php?n=62&-ganado-camelido-crecio-en-3-millones-de-ejemplares
- EQUISE, J. (s.f.). Producción de quinua real orgánica con abono natural (camélido y ovino) sobre surco en el altiplano sur de Bolivia. 6 diapositivas.

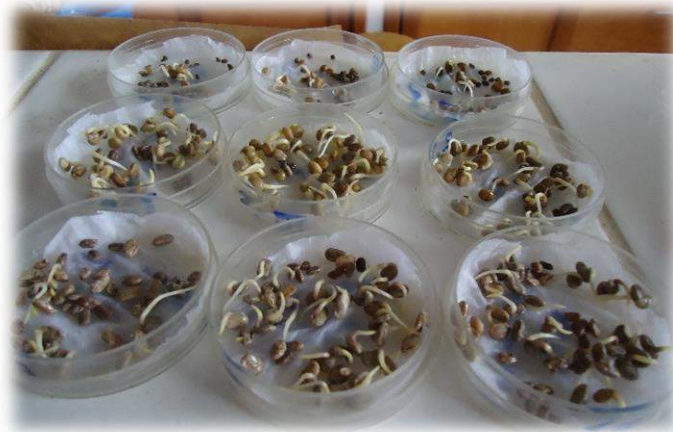
- GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE VIACHA. 2012. Plan de Desarrollo Municipal Viacha 2012 – 2016. La Paz – Bolivia. pp 11 – 20.
- GOITIA, L. 2003. Manual de Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.
- GROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. No. 36. FAO, Roma. 236 p.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. (1971). Propagación de plantas. Trad. Del inglés por Antonio Mariño Ambrosio. México, CECSA. p 790.
- JACOBSEN, S.E. y MUJICA A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Swet) y sus parientes silvestres. En: Botánica económica de los Andes Centrales, Moraes M et al. (Eds.). La Paz, Bolivia. Pp 458-462
- LAGUNES, L., LOPEZ, J., GARCIA, E., JASSO, J., DELGADO, A., GARCIA, G. (2012). Diversidad morfológica y concentración de proteína de *Lupinus* spp en la región centro-oriental del estado de Puebla, México.
- LESCANO RIVERO, R. y J. L. 1994. Genética del Tarwi en: Genética y Mejoramiento de Cultivos alto andinos. Programa Interinstitucional de Waru waru. Convenio: INADEPELT-COTESU. Puno, Perú. pp 65-450.
- LEZAMA, P. 2010. Las Especies de *Lupinus* L. (Fabaceae) y de sus simbioses en el distrito de Corongo-Ancash. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas-Unidad de Postgrado. Tesis para optar el doctorado. Pp 35.
- MACHACA, L. 2012. Inventario de cultivos nativos y sus parientes silvestres. Ayacucho, Perú. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo-welt hunger hilfe-ECOCLIMA-ABA
- MAMANI, I. Y BONIFACIO, A. (2013) Efecto del estiércol de llama (*Lama glama*) mejorado en la calidad de grano de quinua (*Chenopodium quinua* Willd) En: Memorias del Congreso científico de la quinua, 14 y 15 de junio 2013, La Paz, Bolivia. Vargas M. (Ed), IICA-INIAF-MDRyT. Pp 194.

- MARAÑÓN, M Y MARISCAL, J. C. 2011. Investigación participativa en gestión territorial indígena originaria y campesina-La producción de llamas y su importancia en la reproducción socioeconómica familiar altoandina. Estudio de caso: comunidad de Huastaca, provincia Bolívar. Departamento de Cochabamba. La Paz – Bolivia. p 36.
- MARTINEZ, J., RODRIGUEZ, D., GUIZAR, E. y BONILLA, R. (2008). Escarificación artificial y natural de la semilla de *Lupinus bilineatus* Benth. Universidad Autonoma de Chipango. Mexico.
- MERCADO, W. 2016. Evaluación de la fijación de nitrógeno y biomasa de tarwi silvestre - q'ila-q'ila (*Lupinus* sp.) bajo laboreo de surcado y carpido en la localidad de K'ipha-k'iphani. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.
- MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS (2015). Informe Anual de Resultados 2015. Dirección Nacional de Semillas – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. La Paz – Bolivia.
- MIRANDA, R., RODRIGUEZ, J., MERCADO, G., BOSQUE, H. Y JACOBSEN, S. (s.f.) ¿hasta dónde es sostenible el uso de abono de estiércol de llama y ovino para la producción orgánica de quinua en Bolivia?
- MORENO, P. (1996). Vida de Granos y Semillas. Fondo de Cultura Económica. México.
- ORIHUELA, S. (2008). Control de la polilla de la quinua (*Eurysaccamelanocampta*) con extractos naturales en la localidad de Quipaquipani-provincia Ingavi. Tesis de grado (Ing. Agrónoma) La Paz-Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía.
- ORSAG, V., CASTRO, E., LEÓN, M., PACOSACA, O. y MAMANI, F. 2011. Evaluación de la fertilidad de los suelos en la zona intersalar. La Paz – Bolivia. p 124.

- PABLO, M., LAGUNES, L., LÓPEZ, J., RAMOS, J. y ARANDA, E. 2013. Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de *Lupinus silvestres*. Bioagro (vol. 25) Pp 101- 108
- 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. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.
- PONCE, N. 2012. Manejo Integral y Sostenible de Llamas – Un modelo exitoso. La Paz – Bolivia. p 34.
- REYNOSO S. 2011. Evaluación de la genotoxicidad de compuestos aislados de *Lupinus mexicanus* y *Lupinus montanus*. Tesis (Maestro en ciencias en Biosistemática manejo de Recursos Naturales y Agrícolas). Universidad de Guadalajara, Zapopan Jalisco. 79p.
- ROCHA, O. 2006. Mejorando la producción de llamas en Bolivia. LEISA Revista de Agroecología 18(1). www.produccion-animal.com.ar
- RODRIGUEZ, M. 2000. Morfología y Anatomía Vegetal. Cochabamba – Bolivia. p 461
- TAPIA, M. Y FRIES, A. (2007). Guía de Campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE-Perú. Lima – Perú. 198 p.
- VARGAS, O. 2016. Crecimiento y biomasa del tarwi silvestre (*Lupinus montanus* kunth) con fertilizantes foliares en K'iphak'iphani-viacha. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.
- VILLALPANDO, J. y RUIZ, J. (1993). Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. México. Editorial LIMUSA. p 27.
- WILLAN, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Roma – Italia.

YZARRA, W. y LÓPEZ, F (s.f.). Manual de Observaciones Fenológicas. Ministerio del Ambiente. Servicio de Meteorología e Hidrología – SENAMHI. Dirección general de Agrometeorología. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Competitividad Agraria. Dirección de Información Agraria. Perú. pp 9 y 11.

9. ANEXOS



Anexo 1. Prueba de germinación de tres ecotipos de tarwi silvestre



Anexo 2. Primeras semillas germinadas



Anexo 3. Establecimiento de la parcela experimental



Anexo 4. Semillas de los ecotipos de tarwi silvestre



Anexo 5. Siembra de los tres ecotipos de tarwi silvestre



Anexo 6. Parcela experimental en crecimiento



Anexo 7. Hojas verdaderas del ecotipo Orinoca



Anexo 8. Toma de datos de crecimiento



Anexo 9. Floración del ecotipo Habas cancha



Anexo 10. Floración del ecotipo Orinoca



Anexo 11. Floración del ecotipo Chacala



Anexo 12. Entomofauna que presenta el tarwi silvestre

**MINISTERIO DE EDUCACION**

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *JANNETH MANNINA QUISPE YANAHUAYA*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI,
Lugar: VIACHA

NO SOLICITUD: *023A / 2015*
FECHA DE RECEPCION : *23 / Enero / 2015*
FECHA DE ENTREGA : *25 / Febrero / 2015*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO - Suelo Testigo.*

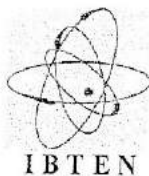
Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
092-01 /2015	pH en agua 1:5	6,49	-	Potenciometría	
092-02 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,256	dS/m	Potenciometría	
092-03 /2015	C A T I O N E S D E	Acidez de cambio (Al+H)	0,100	meq/100 g	Volumetría
092-04 /2015		Calcio	7,37	meq/100 g	Absorción atómica
092-05 /2015		Magnesio	0,92	meq/100 g	Absorción atómica
092-06 /2015		Sodio	0,15	meq/100 g	Emisión atómica
092-07 /2015		Potasio	0,80	meq/100 g	Emisión atómica
092-08 /2015		Capacidad de Intercambio Catiónico	9,42	meq/100 g	Volumetría
092-09 /2015	Materia Orgánica	3,23	%	Walkley Black	
092-10 /2015	Nitrógeno total	0,22	%	Kjeldahl	

OBSERVACIONES,-



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *FUNDACIÓN PROINPA*
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*

NO SOLICITUD: *163R / 2014*
 FECHA DE RECEPCION : *10 / Julio / 2014*
 FECHA DE ENTREGA : *23 / Julio / 2014*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO - Suelo del lugar*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
385-01 /2014	T E X T U R A	ARENA	54	%	Hidrómetro de Bouyoucos
385-02 /2014		ARCILLA	25	%	Hidrómetro de Bouyoucos
385-03 /2014		LIMO	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
385-04 /2014		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
385-05 /2014		GRAVA	18,3	%	Gravimetría
385-06 /2014	Nitrógeno	0,14	%	Kjeldahl	
385-07 /2014	Fósforo asimilable	40,56	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	
385-08 /2014	Potasio intercambiable	1,01	meq/100 g	Emisión atómica	
385-09 /2014	Capacidad de Intercambio Catiónico	14,31	meq/100 g	Emisión atómica	
385-10 /2014	Materia Orgánica	2,73	%	Walkley Black	

OBSERVACIONES,-

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
 L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
 A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : ROBERTO AGUILAR MAMANI
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: 018F / 2017
FECHA DE RECEPCION : 14 / Febrero / 2017
FECHA DE ENTREGA : 17 / Marzo / 2017

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO - K'IPHA K'IPHANI - VIACHA T6-SMO ECO3

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
058-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	65	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-02 /2017		ARCILLA	22	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-03 /2017		LIMO	13	%	Hidrómetro de Bouyoucos
058-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
058-05 /2017		GRAVA	18,5	%	Gravimetría
058-06 /2017	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
058-07 /2017	pH en agua 1:5	7,04	-	Potenciometría	
058-08 /2017	pH en KCl 1:5	6,41	-	Potenciometría	
058-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,055	dS/m	Conductancia	
058-10 /2017	C A C I D M O E B N I O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,09	meq/100 g	Volumetría
058-11 /2017		Calcio	4,58	meq/100 g	Absorción atómica
058-12 /2017		Magnesio	0,59	meq/100 g	Absorción atómica
058-13 /2017		Sodio	0,08	meq/100 g	Emisión atómica
058-14 /2017		Potasio	0,23	meq/100 g	Emisión atómica
058-15 /2017		Suma de Bases	5,48	meq/100 g	Suma de bases
058-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico	5,57	meq/100 g	Volumetría	
058-17 /2017	% de Saturación	98,3	%	Cálculo numérico	
058-18 /2017	Materia orgánica	1,33	%	Walkley Black	
058-19 /2017	Nitrógeno total	0,07	%	Kjeldahl	
058-20 /2017	Fósforo asimilable	11,91	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROBERTO AGUILAR MAMANI**
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: **018C/2017**
FECHA DE RECEPCION : **14 / Febrero / 2017**
FECHA DE ENTREGA : **17 / Marzo / 2017**

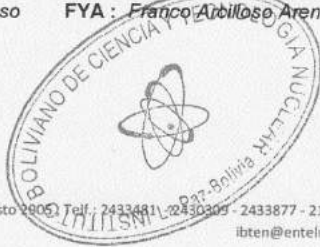
DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO K'IPHA K'IPHANI - VIACHA T3-CMO ECO3**

Nº Lab.	PARAMETRO		Resultado	Unidades	Método
055-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	63	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-02 /2017		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-03 /2017		LIMO	16	%	Hidrómetro de Bouyoucos
055-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
055-05 /2017		GRAVA	21,5	%	Gravimetría
055-06 /2017	CARBONATOS LIBRES		P	-	Reacción ácida
055-07 /2017	pH en agua 1:5		7,25	-	Potenciometría
055-08 /2017	pH en KCl 1:5		6,76	-	Potenciometría
055-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5		0,075	dS/m	Conductancia
055-10 /2017	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al + H)	0,09	meq/100 g	Volumetría
055-11 /2017		Calcio	4,58	meq/100 g	Absorción atómica
055-12 /2017		Magnesio	0,63	meq/100 g	Absorción atómica
055-13 /2017		Sodio	0,06	meq/100 g	Emisión atómica
055-14 /2017		Potasio	0,53	meq/100 g	Emisión atómica
055-15 /2017		Suma de Bases		5,81	meq/100 g
055-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico		5,90	meq/100 g	Volumetría
055-17 /2017	% de Saturación		98,5	%	Cálculo numérico
055-18 /2017	Materia orgánica		1,01	%	Walkley Black
055-19 /2017	Nitrógeno total		0,07	%	Kjeldahl
055-20 /2017	Fósforo asimilable		16,63	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2805 Tel.: 2433063 - 2433063 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Teif.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROBERTO AGUILAR MAMANI**
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: **018E / 2017**
 FECHA DE RECEPCION : **14 / Febrero / 2017**
 FECHA DE ENTREGA : **17 / Marzo / 2017**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO - KIPHA KIPHANI - VIACHA T5-SMO ECO2**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
057-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	62	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-02 /2017		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-03 /2017		LIMO	17	%	Hidrómetro de Bouyoucos
057-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
057-05 /2017		GRAVA	18,9	%	Gravimetría
057-06 /2017	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
057-07 /2017	pH en agua 1:5	7,45	-	Potenciometría	
057-08 /2017	pH en KCl 1:5	7,07	-	Potenciometría	
057-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,140	dS/m	Conductancia	
057-10 /2017	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al + H)	0,12	meq/100 g	Volumetría
057-11 /2017		Calcio	5,26	meq/100 g	Absorción atómica
057-12 /2017		Magnesio	0,93	meq/100 g	Absorción atómica
057-13 /2017		Sodio	0,09	meq/100 g	Emisión atómica
057-14 /2017		Potasio	0,93	meq/100 g	Emisión atómica
057-15 /2017	Suma de Bases	7,21	meq/100 g	Suma de bases	
057-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico	7,32	meq/100 g	Volumetría	
057-17 /2017	% de Saturación	98,4	%	Cálculo numérico	
057-18 /2017	Materia orgánica	2,03	%	Walkley Black	
057-19 /2017	Nitrógeno total	0,11	%	Kjeldahl	
057-20 /2017	Fósforo asimilable	44,75	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
 L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
 A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2433009 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROBERTO AGUILAR MAMANI**
PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ,**
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: **018B / 2017**
FECHA DE RECEPCION : **14 / Febrero / 2017**
FECHA DE ENTREGA : **17 / Marzo / 2017**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO K'IPHA K'IPHANI - VIACHA T2-CMO ECO2**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
054-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	59	%	Hidrómetro de Bouyoucos
054-02 /2017		ARCILLA	19	%	Hidrómetro de Bouyoucos
054-03 /2017		LIMO	22	%	Hidrómetro de Bouyoucos
054-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
054-05 /2017		GRAVA	20,7	%	Gravimetría
054-06 /2017	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
054-07 /2017	pH en agua 1:5	7,45	-	Potenciometría	
054-08 /2017	pH en KCl 1:5	6,46	-	Potenciometría	
054-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,082	dS/m	Conductancia	
054-10 /2017	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al + H)	0,09	meq/100 g	Volumetría
054-11 /2017		Calcio	4,83	meq/100 g	Absorción atómica
054-12 /2017		Magnesio	0,59	meq/100 g	Absorción atómica
054-13 /2017		Sodio	0,07	meq/100 g	Emisión atómica
054-14 /2017	Potasio	0,73	meq/100 g	Emisión atómica	
054-15 /2017	Suma de Bases	6,22	meq/100 g	Suma de bases	
054-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico	6,31	meq/100 g	Volumetría	
054-17 /2017	% de Saturación	98,5	%	Cálculo numérico	
054-18 /2017	Materia orgánica	1,33	%	Walkley Black	
054-19 /2017	Nitrógeno total	0,09	%	Kjeldahl	
054-20 /2017	Fósforo asimilable	18,86	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROBERTO AGUILAR MAMANI**
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: **018D / 2017**
FECHA DE RECEPCION : **14 / Febrero / 2017**
FECHA DE ENTREGA : **17 / Marzo / 2017**

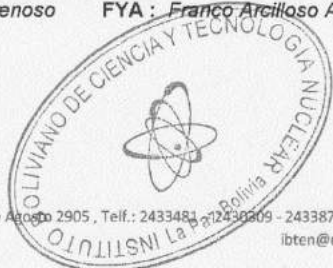
DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO - K'IPHA K'IPHANI - VIACHA T4-SMO ECO1**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
056-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	64	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-02 /2017		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-03 /2017		LIMO	15	%	Hidrómetro de Bouyoucos
056-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
056-05 /2017		GRAVA	20,9	%	Gravimetría
056-06 /2017	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
056-07 /2017	pH en agua 1:5	7,58	-	Potenciometría	
056-08 /2017	pH en KCl 1:5	7,10	-	Potenciometría	
056-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,091	dS/m	Conductancia	
056-10 /2017	C A C T I D M O E B N I E O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,06	meq/100 g	Volumetría
056-11 /2017		Calcio	5,14	meq/100 g	Absorción atómica
056-12 /2017		Magnesio	0,80	meq/100 g	Absorción atómica
056-13 /2017		Sodio	0,09	meq/100 g	Emisión atómica
056-14 /2017		Potasio	0,70	meq/100 g	Emisión atómica
056-15 /2017	Suma de Bases	6,72	meq/100 g	Suma de bases	
056-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico	6,79	meq/100 g	Volumetría	
056-17 /2017	% de Saturación	99,1	%	Cálculo numérico	
056-18 /2017	Materia orgánica	1,17	%	Walkley Black	
056-19 /2017	Nitrógeno total	0,08	%	Kjeldahl	
056-20 /2017	Fósforo asimilable	28,94	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2433609 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf. -2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ROBERTO AGUILAR MAMANI**
PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ,**
Provincia INGAVI
KIPHA KIPHANI

NO SOLICITUD: **018A / 2017**
FECHA DE RECEPCIÓN : **14 / Febrero / 2017**
FECHA DE ENTREGA : **17 / Marzo / 2017**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO K'IPHA K'IPHANI - VIACHA TI-CMO ECOI**

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
053-01 /2017	T E X T U R A	ARENA	63	%	Hidrómetro de Bouyoucos
053-02 /2017		ARCILLA	22	%	Hidrómetro de Bouyoucos
053-03 /2017		LIMO	15	%	Hidrómetro de Bouyoucos
053-04 /2017		CLASE TEXTURAL	FYA	-	Hidrómetro de Bouyoucos
053-05 /2017		GRAVA	19,9	%	Gravimetría
053-06 /2017	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
053-07 /2017	pH en agua 1:5	7,04	-	Potenciometría	
053-08 /2017	pH en KCl 1:5	6,61	-	Potenciometría	
053-09 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,106	dS/m	Conductancia	
053-10 /2017	C A C T I D M O E B N E I O S	Acidez de cambio (Al + H)	0,06	meq/100 g	Volumetría
053-11 /2017		Calcio	5,60	meq/100 g	Absorción atómica
053-12 /2017		Magnesio	0,75	meq/100 g	Absorción atómica
053-13 /2017		Sodio	0,07	meq/100 g	Emisión atómica
053-14 /2017		Potasio	0,53	meq/100 g	Emisión atómica
053-15 /2017	Suma de Bases	6,95	meq/100 g	Suma de bases	
053-16 /2017	Capacidad de Intercambio Catiónico	7,02	meq/100 g	Volumetría	
053-17 /2017	% de Saturación	99,1	%	Cálculo numérico	
053-18 /2017	Materia orgánica	0,94	%	Walkley Black	
053-19 /2017	Nitrógeno total	0,06	%	Kjeldahl	
053-20 /2017	Fósforo asimilable	12,91	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.