

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE UMA T'ULA**  
**(*Parastrephya lucida*) CON LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL DE**  
**LLAMA (*Lama glama*) Y UREA EN VIVERO EN EL MUNICIPIO DE**  
**VIACHA**

**ISABEL USNAYO APAZA**

**La Paz – Bolivia**

**2022**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE UMA T'ULA  
(*Parastrephya lucida*) CON APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL DE LLAMA (*Lama  
glama*) Y UREA EN VIVERO EN EL MUNICIPIO DE VIACHA**

Tesis de Grado Presentado como requisito  
Parcial para optar el título de  
Ingeniero agrónomo

**ISABEL USNAYO APAZA**

**ASESORES:**

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores .....

**COMITÉ REVISOR**

MSc. Juan José Vicente Rojas .....

MSc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta .....

Ing. William Alex Murillo Oporto .....

**APROBADO**

Presidente Tribunal Examinador .....

**La Paz – Bolivia 2022**

## DEDICATORIA

A Dios por haberme protegido y guiado por el camino de la verdad y por darme la fuerza para culminar este trabajo.

Al amor de mi vida Ever Rolando Flores Pérez por su apoyo incondicional, por creer en mi capacidad, por estar siempre en los buenos y malos momentos ya que siempre me brinda su comprensión, cariño y amor.

A mis queridos padres Donato Usnayo Mamani y Porfiria Apaza Laura quienes me han dado un apoyo incondicional para seguir adelante, por brindarme el apoyo físico y emocional.

A mis hermanos Edil Usnayo Apaza y Marisol Usnayo Apaza, por los consejos y motivación a seguir superándome, por ser un ejemplo a seguir.

A mis queridas sobrinas Dana Briseida Ticona Usnayo, Yarieli Melanie Usnayo Terrazas, quienes con su sola existencia alegran mi vida.

Y finalmente este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que tienen la firme convicción que el esfuerzo propio es el camino para el éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por haber permitido que concluyera el presente trabajo.

A la Universidad Mayor de San Andrés, facultad de Agronomía por haberme formado en sus aulas, a todos los docentes que contribuyeron con sus conocimientos en mi formación profesional.

A la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.

A mí asesor Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores, por aceptar la tutoría de esta tesis, por su constante apoyo, colaboración, orientación, corrección y comprensión durante la realización del presente trabajo y por su confianza puesta en mi persona.

A los Tribunales Revisores por sus aportes, explicaciones y sugerencias para este trabajo: M. Sc. Juan José Vicente Rojas, M. Sc. Wilfredo Medardo Blanco Villacorta, Ing. William Alex Murillo Oporto.

A mis padres Donato Usnayo Y Porfiria Apaza por la comprensión y paciencia y amor que me dieron durante la investigación.

# INDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| <b>DEDICATORIA</b> .....  | i   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                     | ii  |
| <b>INDICE DE CUADROS</b> .....                                  | vi  |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b> .....                                   | xii |
| <b>RESUMEN</b> .....  | xiv |
| <b>SUMMARY</b> .....  | 1   |
| <b>1. INTRODUCCION</b> .....                                    | 3   |
| <b>2. OBJETIVO</b> .....  | 5   |
| 2.1. Objetivo general .....                                     | 5   |
| 2.2. Objetivo específico .....                                  | 5   |
| <b>3. REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....                          | 5   |
| 3.1. Los arbustos nativos del altiplano .....                   | 5   |
| 3.2. Clasificación taxonómica .....                             | 5   |
| 3.2.1. Descripción morfológica .....                            | 5   |
| 3.2.2. Tipos de tólares .....                                   | 6   |
| 3.2.3. Ecología de la especie .....                             | 7   |
| 3.2.5. Fases fenológicas .....                                  | 8   |
| 3.2.6. Importancia y uso de los tólares .....                   | 9   |
| 3.2.7. Bondades de los tólares en la protección del suelo ..... | 11  |
| 3.2.8. Importancia de las praderas nativas .....                | 12  |
| 3.3. Abonos orgánicos .....                                     | 12  |
| 3.3.1. Propiedades de los abonos .....                          | 13  |
| 3.3.1.1. Propiedades físicas .....                              | 13  |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.1.2. Propiedades químicas .....  | 13 |
| 3.3.1.3 Propiedades biológicas.....  | 14 |
| 3.3.2. Que es el compost .....   | 14 |
| 3.3.2.1. Ventajas que tiene el compost .....                                 | 15 |
| 3.4. Estiércol.....  | 15 |
| 3.4.1. Características del estiércol .....                                   | 16 |
| 3.4.2. Estiércol de llama.....   | 17 |
| 3.4.3. Ventajas del uso del estiércol .....                                  | 17 |
| 3.5. Fertilizantes .....   | 18 |
| 3.5.1. Urea.....   | 18 |
| 4. MATERIAL Y METODO .....   | 20 |
| 4.1. Localización.....   | 20 |
| 4.1.1. Ubicación geográfica del Centro Experimental Kiphakiphani Viacha..... | 20 |
| 4.1.1.1. Características de la zona de estudio del municipio de Viacha.....  | 21 |
| 4.1.1.1.1. Clima.....  | 21 |
| 4.1.1.1.2. Suelo.....  | 21 |
| 4.1.1.1.3. Vegetación.....   | 21 |
| 4.1.2. Ubicación geográfica de la comunidad Chita- Uyuni .....               | 22 |
| 4.1.2.1. Características de la zona de estudio del municipio de Uyuni.....   | 23 |
| 4.1.2.1.1. Clima.....  | 23 |
| 4.1.2.1.2. Suelo.....  | 23 |
| 4.1.2.1.3. Vegetación .....  | 23 |
| 4.2. MATERIALES.....   | 25 |
| 4.2.1. Material vegetal .....  | 25 |
| 4.2.2. Material orgánico .....   | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.2.1. Insumo orgánico .....   | 25 |
| 4.2.2.2. Insumos sintéticos .....  | 25 |
| 4.2.3. Materiales e infraestructura de invernadero, vivero y campo ..... | 25 |
| 4.2.4. Material de gabinete .....  | 25 |
| 4.3. METODOLOGIA.....  | 26 |
| 4.3.1. Diseño experimental .....   | 26 |
| 4.3.2. Factores de estudio .....   | 26 |
| 4.2.2.2. Croquis Experimental .....                                      | 27 |
| 4.3.3. Modelo lineal aditivo .....                                       | 28 |
| 4.3.4. Primera etapa de la investigación: .....                          | 28 |
| 4.3.4.1. Compostaje del estiércol de llama .....                         | 28 |
| 4.3.4.2. Preparación del sustrato .....                                  | 29 |
| 4.3.4.3. Llenado de macetas .....  | 29 |
| 4.3.4.4. Multiplicación de plantines .....                               | 29 |
| 4.3.4.5. Labores culturales .....  | 30 |
| 4.3.5. Segunda etapa del trabajo: trasplante en campo. ....              | 30 |
| 4.3.5.1. Traslado de las plántulas .....                                 | 31 |
| 4.3.5.1. Trasplante.....   | 31 |
| 4.4 Variables de respuesta. ....   | 31 |
| 4.4.1. Días a la emergencia (PE) .....                                   | 31 |
| 4.4.2. Número de ramas primarias.....                                    | 32 |
| 4.4.3. Altura de planta.....   | 32 |
| 4.4.4. Índice de esbeltez .....  | 32 |
| 4.4.5. Peso verde y peso seco de plántulas.....                          | 32 |
| 4.4.6. Porcentaje de sobrevivencia en campo.....                         | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 5. RESULTADO Y DISCUSION .....  | 33 |
| 5.1. Días de emergencia de las plántulas .....  | 33 |
| 5.2. Número de ramas primarias .....  | 37 |
| 5.3. Efecto de los niveles de compost de estiércol de llama con niveles de urea para el crecimiento de plántulas de una t´ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) campo abierto en Kiphakiphanii ..... | 40 |
| 5.3.1. Tasa de crecimiento.....   | 40 |
| 5.4. Índice de esbeltez.....  | 42 |
| 5.5. Peso de materia verde y peso de materia seco de las plántulas de una t´ula ....  | 45 |
| 5.5.1. Peso de materia verde de las plántulas .....   | 45 |
| 5.5.2. Peso de materia seca de las plántulas.....   | 47 |
| 5.6. Porcentaje de sobrevivencia.....   | 50 |
| 6. CONCLUSIONES .....   | 54 |
| 7. RECOMENDACIONES .....  | 56 |
| 8. BIBLIOGRAFIA .....   | 57 |



## INDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ).....   | 5  |
| Cuadro 2. Tipos de tólares que existe en Bolivia.....  | 6  |
| Cuadro 3. Características de los nutrientes en estiércoles de diferentes especies.....   | 17 |
| Cuadro 4. Característica de las propiedades de la urea.....  | 19 |
| Cuadro 5. Cuadro 5. Factores de estudio.....   | 26 |
| Cuadro 6. Tratamientos y las combinaciones de los factores de estudio .....  | 26 |
| Cuadro 7. Dimensiones del área de investigación.....   | 28 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza para días de emergencia.....  | 33 |
| Cuadro 9. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de niveles de compost sobre días de emergencia en plántulas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ). .....           | 34 |
| Cuadro 10. Promedio del número de plántulas emergidas por día y por tratamientos...35  |    |
| Cuadro 11. Análisis de varianza para número de ramas primarias de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ). .....  | 37 |
| Cuadro 12. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de niveles de compost sobre el número de ramas en plántulas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> )......           | 38 |
| Cuadro 13. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el efecto de los niveles de urea sobre el número de ramas primarias de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ). .....              | 38 |
| Cuadro 14. Análisis de varianza para el índice de esbeltez para plántulas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ). .....   | 42 |
| Cuadro 15. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de niveles de compost sobre el índice de esbeltez de plantas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> )......           | 43 |
| Cuadro 16. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de niveles de urea sobre la variable de índice de esbeltez de plantas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ). ..... | 44 |
| Cuadro 17. Análisis de varianza para el peso fresco de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) .....  | 46 |
| Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de materia seca de las plántulas obtenidas con diferentes niveles de compost y urea. ....   | 48 |
| Cuadro 19. Porcentaje de sobrevivencia de la planta de la uma t'ula. ....  | 50 |
| Cuadro 20. Evolución de altura - diámetro de la planta de uma t'ula. ....  | 52 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Fenología de las especies arbustivas.....   | 8  |
| Figura 2. Importancia y usos de los t'ulares .....  | 11 |
| Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Viacha done se llevó acabo la<br>multiplicación de plantines de uma t'ula.....                            | 20 |
| Figura 4. Ubicación geográfica del municipio de Uyuni donde se efectuó el trasplante de<br>las plántulas de uma t'ula. ....                               | 22 |
| Figura 5. Croquis Experimental.....   | 27 |
| Figura 6. Representación gráfica del número de plantas emergidas por día en diferentes<br>sustratos. ....   | 36 |
| Figura 7. Promedio para el número de ramas primarias de uma t'ula ( <i>Parastrephya<br/>lucida</i> ) en los tratamientos .....                            | 39 |
| Figura 8. Curva de crecimiento de la planta de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) con la<br>aplicación de diferentes niveles de compost y urea..... | 41 |
| Figura 9. Promedio para el número de ramas primarias de uma t'ula ( <i>Parastrephya<br/>lucida</i> ) en los tratamientos de índice de esbeltez .....      | 45 |
| Figura 10. Prueba Duncan para peso de materia verde de plántulas obtenidas.....   | 47 |
| Figura 11. Prueba Duncan peso de materia seca de plántulas con la aplicación de<br>diferentes niveles de compost y urea. ....                             | 49 |

## INDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Fotografía de descomposición del estiércol de llama ( <i>Lama glama</i> ). .....                      | 63 |
| Anexo 2. Fotografía de cosecha de compost de estiércol de llama ( <i>Lama glama</i> ). .....                   | 63 |
| Anexo 3. Fotografía de cosecha de estiércol de llama ( <i>Lama glama</i> ). .....                              | 64 |
| Anexo 4. Fotografía de siembra de semilla de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) en maceta. ....          | 64 |
| Anexo 5. Fotografía del cubrimiento con sustrato fino en la maceta.....  | 65 |
| Anexo 6. Fotografía de las macetas en invernadero según diseño. ....   | 65 |
| Anexo 7. Fotografía de plántulas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) en pleno crecimiento.....         | 66 |
| Anexo 8. Fotografía de las plántulas de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) con hojas verdaderas. ....    | 66 |
| Anexo 9. Fotografía de toma de datos de la altura de la planta.....  | 67 |
| Anexo 10. Fotografía de la plántula al primer mes en crecimiento. ....   | 67 |
| Anexo 11. Fotografía con las muestras de planta para la toma de datos de peso verde. ....                      | 68 |
| Anexo 12. Fotografía para la toma de dato peso soco de la plántula. ....                                       | 68 |
| Anexo 13. Fotografía en laboratorio para obtención de peso verde con ayuda de la balanza a precisión. ....     | 69 |
| Anexo 14. Fotografía de aclimatación de las plántulas en vivero. ....  | 69 |
| Anexo 15. Fotografía en laboratorio para la obtención de peso verde con ayuda de la balanza a precisión. ....  | 70 |
| Anexo 16. Fotografía traslado de las plántulas en macetas a la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí). ....         | 70 |
| Anexo 17. Fotografía de diseño de tres bolillos para el trasplante de las plántulas. ....                      | 71 |
| Anexo 18. Fotografía de la primera plántula en ser trasplantada en la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí). ....  | 71 |
| Anexo 19. Fotografía del repoblamiento de las plántulas de t'ula en el municipio de Chita (Uyuni-Potosí). .... | 72 |
| Anexo 20. Fotografía del trasplante de las plántulas de t'ula en la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí). ....    | 72 |

|   |    |
|---|----|
| Anexo 21. Fotografía de la planta de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) en el vivero de la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí)..... | 73 |
| Anexo 22. Fotografía de la planta de Uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ) en fase fenológica de floración. ....                     | 73 |
| Anexo 23. Fotografía del análisis de varianza para el número de ramas primarias. ....   | 74 |
| Anexo 24. Fotografía del análisis de varianza para el índice de esbeltez.....   | 75 |
| Anexo 25. Fotografía del análisis de varianza para materia seca.....  | 76 |
| Anexo 26. Toma de datos de la altura de la planta uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ).....   | 77 |
| Anexo 27. Datos de índice de esbeltez de plantines de uma t'ula ( <i>Parastrephya lucida</i> ).<br>.....                                | 80 |
| Anexo 28. Datos de peso verde y peso seco de las plantulas de Uma t'ula<br>( <i>Parastrephya lucida</i> ). ....                         | 82 |
| Anexo 29. Evaluación de días de crecimiento de a las plantas de uma túla. ....  | 84 |

## RESUMEN

Bolivia tiene una diversidad de especies arbustivas, una de ellas es la uma t'ula (*Parastrephya lucida*), que crece en algunas zonas del altiplano cumpliendo funciones ecológicas diversas. En el transcurso de los años las especies arbustivas del altiplano están desapareciendo por la ampliación de la frontera agrícola de la quinua que está provocando la remoción no planificada de la vegetación nativa. Con la desaparición de los arbustos los suelos quedan descubiertos y están más propensos a la erosión, siendo necesario acciones orientadas a la reposición de la vegetación nativa para que el agroecosistema pueda beneficiarse de sus múltiples funciones.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto del compost de estiércol de llama (*Lama glama*) y urea en el crecimiento de los plantines de uma t'ula (*Parastrephya lucida*).

La investigación se realizó en dos etapas, la primera etapa que consistió en la multiplicación de los plantines se realizó en el Centro Experimental Kiphakiphani perteneciente a la Fundación PROINPA, situado en el municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz, Bolivia. La segunda etapa se realizó en la comunidad de Chita, Uyuni, donde se estableció una barrera viva mediante el trasplante. La primera etapa de la investigación se estableció bajo un diseño experimental de parcelas divididas establecidas en bloque al azar, con nueve tratamientos. La parcela grande está integrada por los niveles de estiércol:  $a_0$  = Sin estiércol (testigo),  $a_1$  = 2 t/ha estiércol,  $a_2$  = 4 t/ha estiércol. La sub parcela por niveles de nitrógeno (urea):  $b_0$  = 00-00-00 (testigo),  $b_1$  = 20-00-00,  $b_2$  = 40-00-00. En la segunda etapa, el trasplante se estableció una barrera viva de arbustos bajo el marco de plantación de tres-bolillo y diferenciando en cuatro bloques según los insumos aplicando previamente en la etapa de crecimiento.

En cuanto los resultados obtenidos muestran efectos positivos con la aplicación de niveles de compost de estiércol de llama y urea.

La altura de la planta con aplicación de niveles de compost dio como resultado en mayor altura aplicando compost 4 t/ha + urea 40-0-0, el cual alcanzó un promedio de 12,63 cm, seguido por compost 4 t/ha + urea 20-0-0 con promedio altura de 11,57 cm de altura. El

índice de esbeltez aplicando compost 4 t/ha + urea 40-0-0 obtuvo el resultado más alto de 9,76 cm/mm. Para el peso verde aplicando compost 40 t/ha + urea 20-0-0 obtuvo el valor de 3,78 g y el peso seco de la plántula aplicando compost 40 t/ha + urea 40-0-0 el resultado fue de 1,13 g.

En la segunda etapa del trabajo se logró establecer 320 plantas de una t´ula en barrera viva donde se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, obteniendo los resultados correspondientes. Al aplicar compost 4 t/ha + urea 20-0-0 y 40-0-0 se estableció un promedio de porcentaje de sobrevivencia de 98,09%; aplicando urea 40-0-0-y 20-0-0 se ha registrado en promedio el porcentaje de sobrevivencia de un 95,31%.

En conclusión, la aplicación de compost, y compost más urea fue favorable para el mayor crecimiento de las plántulas y mayor índice de esbeltez. De la misma forma, el compost contribuyó a la sobrevivencia de los plantines establecidos en campo.

## SUMMARY

Bolivia has a diversity of shrub species, one of which is the uma t'ula (*Parastrephya lucida*), which grows in some areas of the highlands fulfilling various ecological functions. Over the years, shrub species are disappearing due to the expansion of the quinoa agricultural frontier, which is causing the unplanned removal of native vegetation. With the disappearance of the bushes, the soils are exposed and are more prone to erosion, requiring actions aimed at replenishing the native vegetation so that the agro-ecosystem can benefit from its multiple functions.

The objective of this research work is to determine the effect of llama manure compost (*Lama glama*) and urea on the growth of uma t'ula (*Parastrephya lucida*) seedlings.

The research was carried out in two stages, the first stage: multiplication of the seedlings in the Kiphakiphani experimental center belonging to the PROINPA foundation, located in the municipality of Viacha, Ingavi province of the department of La Paz, Bolivia. The second stage was carried out in the community of Chita, Uyuni, where a living barrier was established through transplantation. The first stage of the investigation was established under an experimental design of divided plots established in a randomized block, with nine treatments. The large plot is made up of manure levels: a<sub>0</sub> = No manure (control), a<sub>1</sub> = 2 t/ha manure, a<sub>2</sub> = 4 t/ha manure. The sub plot by nitrogen levels (urea): b<sub>0</sub> = 00-00-00 (control), b<sub>1</sub> = 20-00-00, b<sub>2</sub> = 40-00-00. In the second stage, the transplant established a live barrier of bushes with a design of three bobbins in strips and differentiating into four blocks according to the inputs previously applied in the growth stage.

As far as the results obtained show positive effects with the application of compost levels of llama manure and urea.

The height of the plant with the application of compost levels resulted in greater height applying compost 4 t/ha + urea 40-0-0, which reached an average of 12.63 cm, followed by compost 4 t/ha + urea 20-0-0 with an average height of 11.57 cm in height. The slenderness index applying compost 4 t/ha + urea 40-0-0 obtained the highest result of 9.76 cm/mm. For the green weight applying compost 40 t/ha + urea 20-0-0, the value was

3.78 g and the dry weight of the seedling applying compost 40 t/ha + urea 40-0-0, the result was 1.13g

In the second stage of the work, it was possible to establish 320 Uma t'ula plants in a living barrier where the percentage of survival was evaluated, obtaining the corresponding results. When applying compost 4 t/ha + urea 20-0-0 and 40-0-0, an average survival percentage of 98.09% was established; applying urea 40-0-0 and 20-0-0, an average survival rate of 95.31% has been recorded.

In conclusion, the application of compost, and compost plus urea was favorable for the greater growth of the seedlings and greater slenderness index. In the same way, the compost contributed to the survival of the seedlings established in the field.



## 1. INTRODUCCION

En Bolivia existe una diversidad de arbustos conocida comúnmente como t'ulas. El altiplano Sur cuenta con suelos arenosos de baja fertilidad, donde la cobertura vegetal es escasa debido al incremento de superficie cultivada con quinua, es decir, la habilitación de nuevas áreas de cultivo. El avance de la frontera agrícola está provocando la remoción no planificada de la vegetación nativa, llevando al riesgo de extinción de especies arbustivas, dejando los suelos descubiertos propensos a la erosión eólica.

Con los efectos del cambio climático (sequía, viento, granizo) y la degradación de suelos, la producción de quinua se encuentra en riesgo de insostenibilidad si no se toman medidas de protección del suelo. A pesar de los riesgos evidentes, no se están tomando acciones para conservar los suelos y mucho menos para mejorarla.

Para contrarrestar los efectos de la erosión eólica, una de las alternativas es la cobertura vegetal del suelo, pudiendo ser arbustos y pastos adaptados para el manejo de suelos que incluye el establecimiento de barreras vivas y físicas, uso de materia orgánica, repoblamiento vegetal entre otras alternativas

Los recursos vegetales nativos del altiplano son diversos tales como arbustos, leguminosas y pastos. Entre los arbustos tenemos la sup'u t'ula (*Parastrephia lepidophylla*), uma t'ula (*Parastrephia lucida*), ñak'a t'ula (*Baccharis incarum*), t'it'i t'ula (*Parastrephia quadrangularis*), lamphaya (*Lampaya castellani*) entre otras. Entre gramíneas tenemos el iru ichu (*Festuca ortophylla*), sikuya (*Stipa, ichu y Anatherostipa orurensis*) y otras especies.

La degradación de la cobertura vegetal en la región por actividades antrópicas (ganadería y extracción de la thola y yareta), es la causa fundamental para el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general. El incremento de la población humana y del ganado (ovino, vacuno y camélido) en el Altiplano contribuye al deterioro de las tierras agrícolas y de pastoreo. Los serios problemas de degradación que sufren los suelos del Altiplano boliviano, que afectan a otros recursos como el agua, medio ambiente y a la desertificación en general, requieren de soluciones integrales para frenar o mitigar su avance (Orsag, 2009).

Reynel, (1988), menciona que la extracción de vegetación leñosa interrumpe el aporte cíclico de nutrientes en el suelo y deteriora al exponerlo a la erosión; también impacta a la vida microbiana que es la base para la fertilidad del suelo. Aun los cultivos agrícolas pueden ser influidos por la carencia de vegetación leñosa circundante, ya que en las condiciones secas y frías que es característica de las zonas semiáridas, la vegetación leñosa resguarda y cobija la vida vegetal alimenticia ante las heladas y la sequía.

Orsag (2011), menciona que las praderas nativas del país se encuentran degradadas debido al cambio climático (calentamiento, precipitación pluvial muy concentrada, incidencia de sequía y helada).

La **uma** t'ula es una especie nativa del altiplano, siendo adaptada a tales condiciones ecológicas, sin embargo, la tasa de reproducción, el crecimiento y el repoblamiento natural son muy escasas, siendo necesario investigar los métodos de multiplicación.

Repoblar especies nativas y particularmente de arbustos nativos, implica una serie de procesos tales como la obtención de semilla, multiplicación, trasplante y establecimiento en campo, ante esta realidad es necesario plantear forma de aprovechamiento para el recurso suelo y la vegetación en las zonas productoras de quinua con el propósito de establecer franjas multipropósitos, repoblamiento vegetal en franjas, campos en descanso, generar materia orgánica para la agricultura. Se requiere de insumos para acelerar el crecimiento de plantas tanto en vivero como en campo como también el acompañamiento al proceso.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo general**

- Evaluar el crecimiento de plántulas de **u**ma t'ula (*Parastrephya lucida*) con aplicación de estiércol compostado de llama (*Lama glama*) y urea en vivero.

### **2.2. Objetivo específico**

- Evaluar el efecto de los niveles de estiércol tratado de llama en el crecimiento de plántulas.
- Evaluar el efecto de los niveles de nitrógeno en el crecimiento de plántulas.
- Determinar el índice de esbeltez en plántulas desarrolladas con aplicación de estiércol tratado y urea.

## **3. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **3.1. Los arbustos nativos del altiplano**

Según Alzérreca *et al.* (2002b), el nombre de t'ula representa a los arbustos que se aprovechan para obtener leña, siendo los más comunes la sup'u t'ula, ñak'a t'ula, tara t'ula entre otras, de las cuales, la más conocida es la sup'u t'ula (*Parastrepha lepidophylla*).

Bonifacio *et al.* (2014), recopilaron información sobre el aprovechamiento de los arbustos nativos del altiplano y las propuestas de su manejo dirigido, posteriormente iniciaron la colecta de semilla de los predios de los productores empleando métodos artesanales e iniciaron la multiplicación de plántulas en vivero con resultados alentadores.

### 3.2. Clasificación taxonómica

Según Paca *et al.* (2003), la clasificación taxonómica de la uma t'ula (*Parastrephya lucida*) es la siguiente:

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la uma t'ula (*Parastrephya lucida*)**

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| <b>Orden:</b>            | Asterales                  |
| <b>Familia:</b>          | Asteraceae                 |
| <b>Género:</b>           | Parastrephya               |
| <b>Especie:</b>          | Lucida                     |
| <b>Nombre científico</b> | <i>Parastrephya lucida</i> |
| <b>Nombre común:</b>     | uma t'ula o Romero t'ula   |

#### 3.2.1. Descripción morfológica

Paca *et al.* (2003), la uma t'ula es un arbusto sub erecto, resinoso de 20 –50 cm de altura con ramas más gruesas que *Parastrephia lepidophylla*, color verde brillante hojas, curvadas, hacia fuera, lineales, revolutas de 0.5 a 0.7 cm de largo por 0.1 cm. de ancho. También menciona que la planta de uma t'ula es monoica, presenta flores hembra y macho en la misma planta, la fecundación es autógama, pero tiene un alto porcentaje de polinización cruzada

Con respecto a los tallos primarios no son notorios, los tallos secundarios son de forma cilíndrica, erectos, resinosos, lignificados en número de 18, con un grosor promedio de 1,8 cm, glabros. Las hojas son enteras semi agudas en el ápice y ensanchadas en la base, carnosas adosadas al tallo (imbricadas), albo tomentosas en la cara exterior en la nervadura central con 0,2 cm de largo y 0,1cm de ancho (Paca *et al.*, 2003).

La t'ula posee tallos basales más duros porque llevan en su interior el compuesto llamado lignina, las ramas terminales de color verde cenizo y cilíndricos (0,4 – 0,6 cm de diámetro), muy anudadas y agrietadas, se dividen en otras de menor diámetro (2 mm), las cuales portan las hojas. Las hojas son simples, alternas, escuamiformes (3 - 4 mm por 1 mm), sésiles y coriáceas, flores marginales: hermafroditas, estrechas (6 mm de longitud) y numerosas (Alzérreca, *et al.*, 2002).

### 3.2.2. Tipos de tólares

Alzérreca, *et al.* (2002b), mencionan menciona los tipos de tolas que se detalla en el cuadro 2

**Cuadro 2. Tipos de tólares que existe en Bolivia**

| Nombres comunes de tolas                                | Nombre científico                                 |
|---|---|
| Suputola, tantatola (suput'ula, Tant'at'ula)            | <i>Parastrephia lepidophylla</i>                  |
| Alpachtola (Burrotola, Asnut'ula)                       | <i>Parastrephia quadrangularis</i>                |
| Chekatola (Ch'iqat'ula)                                 | <i>Parastrephia phylicaeformis</i>                |
| Chekatola (de altura) (Rumirut'ula)                     | <i>Parastrephia lucida</i>                        |
| Ñakatola (Ñakat'ula)                                    | <i>Baccharis incarum</i>                          |
| Jamachtola (Jamachit'ula)                               | <i>Baccharis boliviensis</i>                      |
| Taratoratola<br>(Amamayt'ula, Maristamat'ula, Taratara) | <i>Fabiana densa</i><br><i>Lampaya castellani</i> |
| Lampayatola (Lampayt'ula)                               | <i>Chersodoma jodopappa</i>                       |
| Cordortola (Kunturit'ula, Wiskacht'ula)                 |   |

Por otra parte, Bonifacio *et al.* (2014), describieron algunos aspectos de biología reproductiva y adaptación de los arbustos sup'u t'ula (*Prastrephia lepidophylla*), uma t'ula (*Parastrephia lucida*), lamphaya (*Lampaya castellani*), ñakà t'ula (*Baccharis tola*), taratara (*Fabiana densa*), waych'a (*Senecio clevicolus*) entre otras especies, destacando sus potencialidades para contribuir a la sostenibilidad de la producción de quinua en el altiplano Sur de Bolivia.

### **3.2.3. Ecología de la especie**

La t'ula como cualquier otra especie vegetal para su desarrollo necesita de muchos factores, entre ellas se encuentra el clima, tipo de suelo y topografía. En las investigaciones realizadas por el IIP Qollasuyo (2003), la t'ula prospera desde los 3900 hasta los 5000 m.s.n.m., áreas que corresponden a zonas semiáridas de escasa precipitación, con temperaturas extremas (frías), en las estaciones de invierno, otoño, y en primavera, verano son bastante secos.

Ayala (1990), señala que la t'ula es una especie arbustiva de la región andina y forma parte estructural de la cultura, especialmente Aymara y quechua. Su distribución es amplia desde Perú hasta Norte de Argentina en alturas de 3500 a 4000 msnm y precipitaciones pluviales de 250 a 500 mm.

### **3.2.4. Métodos de propagación**

Paca *et al.* (2003), indican que la t'ula puede ser propagada por semilla (reproducción sexual) o a través de la multiplicación de partes de la planta (reproducción asexual o vegetativa).

Osuna, *et al.* (2016), mencionan que la semilla es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa. El nuevo individuo se establece cuando factores de tiempo, lugar y vigor de la plántula son variables, sin embargo las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla son determinantes para su establecimiento. Además hay factores externos que no son favorables como el suelo, clima, competencia y depredación entre otros.

Alzérreca, *et al.* (2002a), indica que la siembra de semilla de t'ula se la debe efectuar en el mes de diciembre o principios de enero cuando la precipitación en esos meses asegure

el establecimiento. Es mejor depositar la semilla en hoyos distribuidos en tres bolillos, lo que ayuda a que el hoyo capte más humedad para favorecer la germinación. La distancia de hoyos puede ser de entre 3 a 4 m. Es necesario asegurar que las semillas tengan un buen porcentaje de germinación.

La reproducción asexual o vegetativa de la t'ula consiste en escoger plántulas de t'ulas de porte pequeño (20 cm, 2 a 3 años de edad) con abundantes raíces secundarias, de estas plantas se procede a la separación de porciones de plántulas de t'ula que tengan hoja, tallo y raíz.

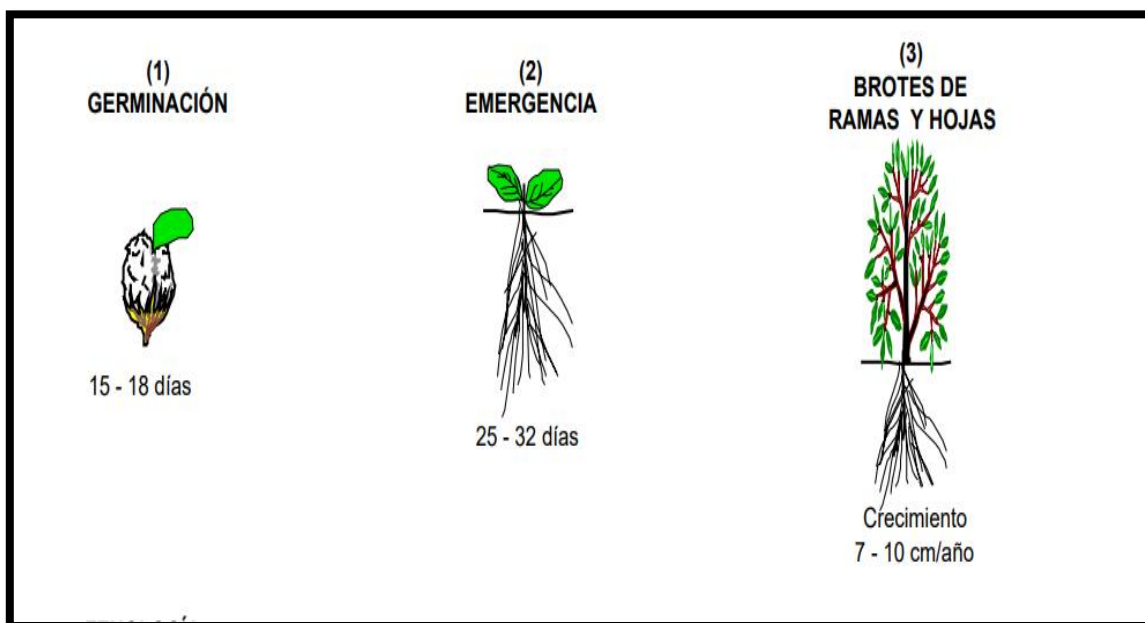
Chillo (2015), ha investigado el efecto de abonos orgánicos y bioinsumos en el crecimiento de la uma t'ula (*Parastrephya lucida*) con resultados positivos para los abonos orgánicos ya que el crecimiento de plántulas fue acelerado.

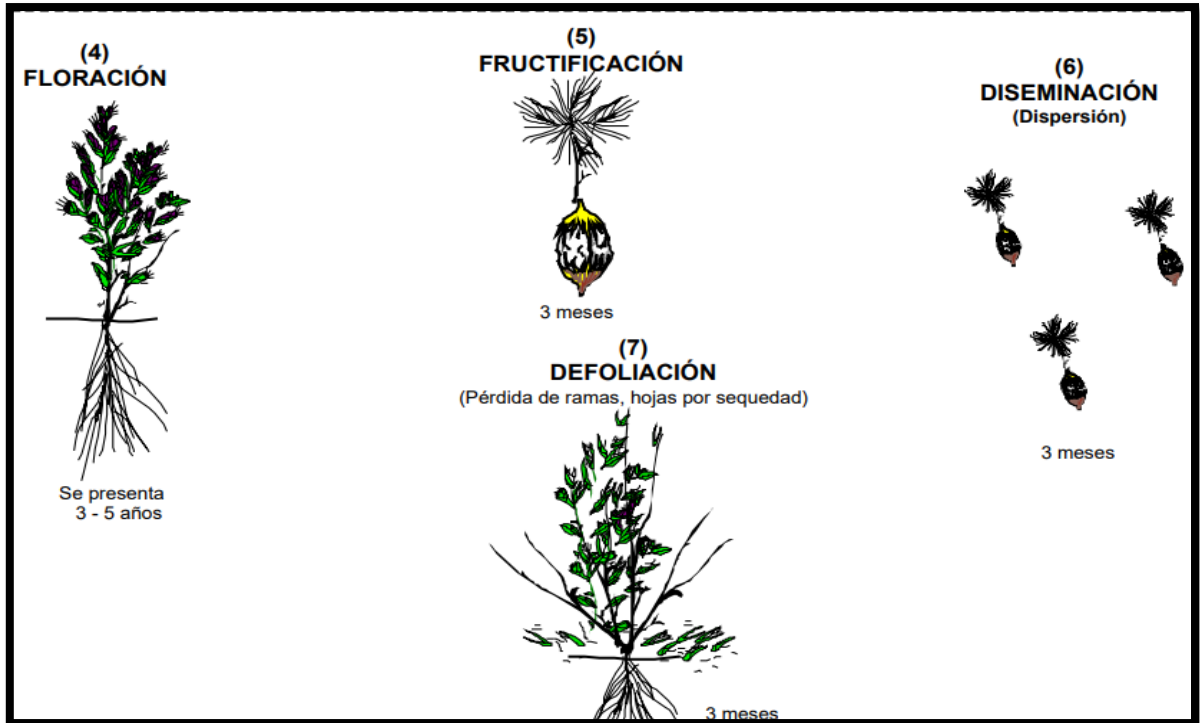
### 3.2.5. Fases fenológicas

La fenología de las especies arbustivas transcurre por la germinación, emergencia, formación de ramas primarias, floración, fructificación, diseminación de semilla y defoliación (Paca *et al.* 2003).

**Figura 1. Fenología de las especies arbustivas.**

(Paca, *et al.* 2003)





Alzérreca, *et al.* (2002b), indica que la etapa reproductiva de las especies arbustivas (*Sup'u t'ula*, *Chek'a t'ula*, *Ñak'a t'ula*, *alpachtola*), tiene lugar en la época seca, inicia con la fase de botón floral y finaliza con la reproducción de semilla siendo para la cosecha de semilla en los meses de octubre y noviembre; mientras que en los pastos y forbias la etapa reproductiva ocurre en la época de lluvias, por tanto, la semilla pueden ser cosechadas en los meses de abril y mayo

La floración, según la FAO (1994), es el mes de septiembre, con frutos y semillas en octubre y noviembre, posteriormente vuelve a florecer en abril-mayo, aunque con menor intensidad.

### 3.2.6. Importancia y uso de los t'ulares

Para Alzérreca, *et al.* (2002b), los t'ulares en el altiplano que tienen una mayor importancia económica y biológica relevante por las siguientes razones:

- Los t'ulares en comunidades vegetales posibilitan que actúen como cortinas rompe viento.
- Los t'ulares proporcionan protección a los animales domésticos y fauna silvestre



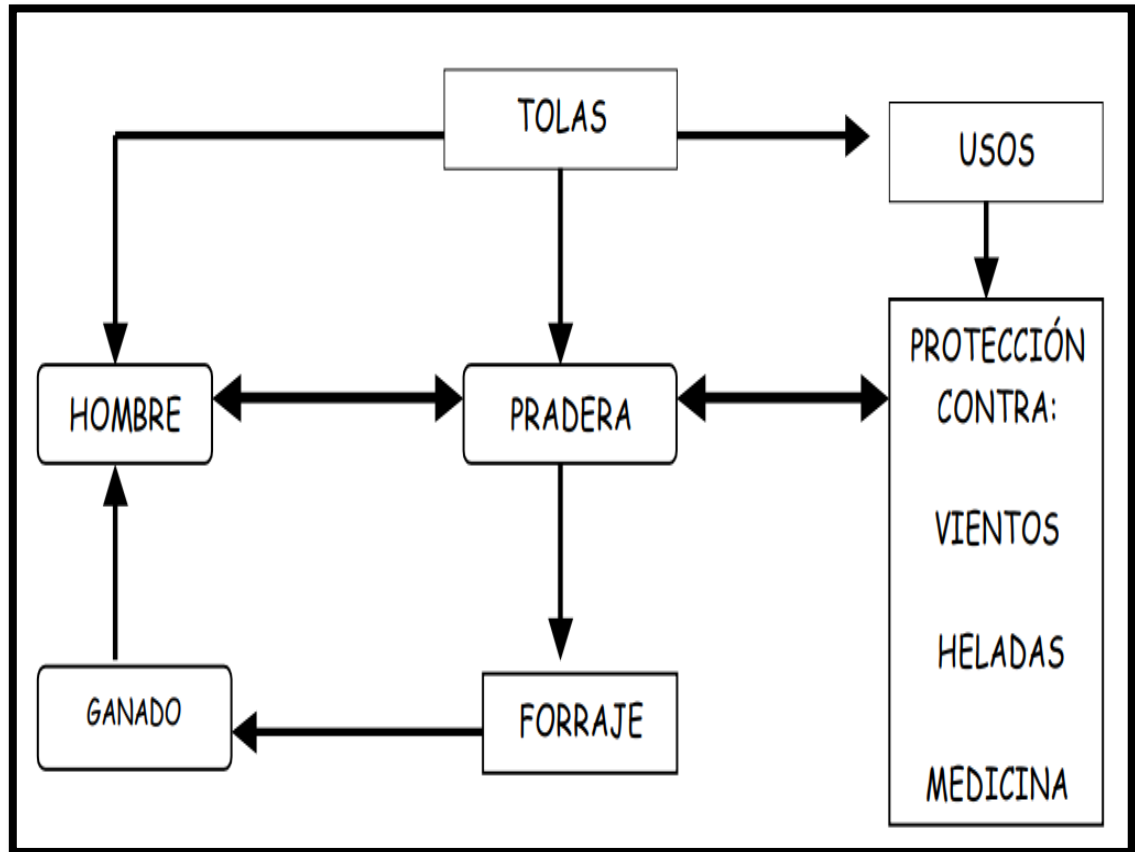
- Los t'ulares ayudan con la protección de los suelos contra todo tipo de erosión.
- Forman parte de la dieta de llamas y ovejas como ser las t'ulas, la sup'u t'ula, ñak'a t'ula y lampaya t'ula aunque estos porcentajes están por debajo del 4%
- Los ecosistemas de t'ulares presentan microclimas benignos y suelos fértiles que benefician el crecimiento y producción de especies forrajeras para la alimentación del ganado y para la agricultura.
- Los tulares están extendidas considerablemente en la zona andina

Paca *et al.* (2003), mencionan que las t'ulas y diferentes especies que viven en asociados con ella, aportan materia orgánica al suelo, ésta al incorporarse al suelo mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas. Ayudando a controlar la erosión de los suelos, la materia orgánica de la t'ulas aumenta su capacidad de retención de agua lo que ayuda a una mejor infiltración así mismo la materia orgánica actúa como agente cementante de las partículas minerales del suelo.

Los autores mencionan que los usos de las t'ulas son diversos, siendo los principales el uso como leña, control de la erosión del viento y agua, en la medicina tradicional, en la artesanía del teñido de prendas y lana y como forraje de llamas y ovinos aunque en cantidades pequeñas.

## Figura 2. Importancia y usos de los t'ulares

(Alzérreca, *et al.* 2002)



### 3.2.7. Bondades de los t'ulares en la protección del suelo

Los t'ulares son cortinas contra la erosión eólica e hídrica puesto que ayudan a formar barreras naturales siendo recomendable que durante la habilitación de tierras para la agricultura, las franjas de plantas de t'ula, para evitar acción erosiva de los vientos fuertes y agua que afectan negativamente la fertilidad de los suelos. (Alzérreca, H. *et al.* 2002b).

Orsag, (2010), indica que las barreras vivas reduce la energía del agua de escorrentía, son prácticas mecánicas donde se usa obstáculos como ser arbustos, pastos, tronco de árboles, los mismos que se colocan en forma transversal a la pendiente del terreno. Así mismo, las partículas del suelo que son arrastradas por el agua, son atapadas y sedimentadas en la parte superior de la barrera.

Según Alzérreca, *et al.* (2002), para la protección de suelos y cultivos, una de las prácticas es establecer barreras de t'ulas con la finalidad de proteger al suelo de la erosión y crear microclima, esta combinación permite que la terraza tenga mayor humedad para el suelo.

### **3.2.8. Importancia de las praderas nativas**

Las praderas nativas, pese a su bajo nivel productivo, constituyen un recurso valioso para la cría de camélidos, debido a que el 100% de los recursos forrajeros proviene de este tipo de praderas. En general, las llamas utilizan para su alimentación principalmente pajonales y tólares, en cambio las alpacas usan principalmente los bojedales (FAO, 2005).

Quisbert, (2002), menciona que las praderas naturales en Bolivia, no solo tiene relación con la actividad, sino también en aspectos de conservación del medio ambiente y los recursos bióticos. Contribuyendo en la protección del suelo en la retención del agua de lluvia, el cobijo y sustento de los animales silvestres, el mejoramiento de la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo como también el mantenimiento de las cuencas

### **3.3. Abonos orgánicos**

Coronado, (1995), indica que los abonos orgánicos son sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo para mejorar sus características físicas, biológicas y químicas; estos pueden consistir en restos de la cosecha; cultivos para abonos en verde, restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

FAO (1983), afirma que el valor de los estiércoles depende en su contenido de nutrientes para la planta y su efectividad como agentes conservadores del suelo. El contenido de materia orgánica, dado su efecto sobre los microorganismos del suelo y su estructura, puede tener efectos benéficos equivalentes al contenido de nutriente, siendo los abonos de granja las mejores fuentes de alimento para los microorganismos del suelo.

Chilón, (1997), menciona que cualquier residuo orgánico (animal o vegetal) incorporado al suelo es transformado por los microorganismos en forma gradual y con liberación de

energía (calor) hasta la liberación de los nutrientes minerales. En el proceso de descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo, el 65 % se pierde como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, energía, etc., y solamente el 35 % pasa a formar sustancias orgánicas unificadas, la cual es utilizada en la síntesis microbiana, culminando en el proceso de mineralización.

### **3.3.1. Propiedades de los abonos**

CEDECO (2005), menciona que los abonos orgánicos que además de nutrientes aportan vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antibióticos y una gran riqueza microbiana que contribuye a equilibrar dinámicamente el suelo y la planta, haciéndose esta resistente a insectos dañinos y a enfermedades.

Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura. (CEDECO.2005).

#### **3.3.1.1. Propiedades físicas**

El abono orgánico al tener un color más oscuro ayuda absorber más las radiaciones solares y adquiere temperatura, lo cual es favorable para que la planta pueda absorber con más facilidad los nutrientes, contribuyen a mejorar la estructura y textura haciendo a los suelos pesados que sean más livianos y los suelos arenosos que sean más compactados; además, mejora la permeabilidad y drenaje de los suelos, mejora la capacidad de retención del agua y evita la erosión hídrica y eólica. (Mosquera, B. 2010).

#### **3.3.1.2. Propiedades químicas**

La contribución de los abonos orgánicos es el incremento del poder de absorción de suelo y la reducción de las variaciones de pH del suelo, lo que se traduce la mejora de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC), con lo que la fertilidad del suelo resulta incrementada (Mosquera, 2010).

### **3.3.1.3 Propiedades biológicas.**

Al referirse a los abonos orgánicos Mosquera, (2010), afirma que favorece a mayor actividad y mejora la función radicular debido a la aireación y oxigenación del suelo: por otra parte, produce sustancias activadores de crecimiento incrementando el desarrollo de microorganismos benéficos que degradan la materia orgánica del suelo, lo cual favorece el desarrollo del cultivo

### **3.3.2. Que es el compost**

Céspedes, (2017) indica que el compost es un abono orgánico que se prepara de residuos secos, residuos frescos o verdes, estiércol y tierra negra lo cual se va descomponiendo en condiciones adecuadas como ser humedad, aireación, temperatura y nutrientes.

Chilon, (2010), indica que el compost es un abono orgánico pre-humificado, que es el resultado de la actividad aeróbica de los organismos descomponedores (bacterias y hongos) sobre residuos orgánicos, siendo un insumo rico en nutrientes y mejorada de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, alimentado continuamente la vida del suelo, lo garantiza buenas cosechas.

Un gramo de compost, contiene más de 200 millones de microorganismos entre bacterias aeróbicas, actinomicetos, hongos, y otros organismos benéficos para el suelo y la planta, además contiene nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, y la estabilización de los agregados del suelo. Dependiendo de los materiales locales que se utilice para enriquecer el compost, se puede obtener diversos tipos de compost (Chilon, 2010).

Según, *et al.* (2013), el compostaje transforma los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. Los mismos autores (2013), se refiere al portal terminológico de FAO para definir el proceso de compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.

El mismo autor indica que el compost se puede enriquecer con la adición de feldespato potásico natural ortoclasa, finamente molido se tiene el ortocompost, si se aplica roca

fosfórica natural finamente molida se obtiene el fosfocompost, que es el compost enriquecido con roca fosfórica natural.

### **3.3.2.1. Ventajas que tiene el compost**

Céspedes, (2017), menciona que las ventajas del compost.

- Es un abono que no contamina el suelo, agua y aire.
- Contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo a si mejora su fertilidad.
- Con el compost se obtiene productos agrícolas sanos y nutritivos para el consumo humano.
- Puede ser hecho fácilmente, utilizando material disponible localmente.
- Se puede elaborar a muy bajo costo.
- Contribuye a la conservación del suelo (reduce la erosión).
- El compost es la base de la producción agrícola orgánica.
- Es un abono orgánico estable, inocuo y libre de efectos Fito tóxicos.
- Ayuda a las plantas a tener resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades.

### **3.4. Estiércol**

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características agroquímicas en beneficio del desarrollo de las plantas. Su efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos altos y de mejor calidad (Romero, 1997).

El mismo autor menciona los problemas ambientales de las explotaciones agrícolas son los residuos orgánicos que se generan (restos de poda, de cosecha, de post-cosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros). Normalmente, debido al desconocimiento, a la falta de un espacio adecuado, o de tiempo, las prácticas habituales con estos residuos

son la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta su pudrición.

Garro, (2010), menciona que la calidad del estiércol depende de su procedencia, pudieron ser de origen de la ganadería, la avicultura, ovejaza, conejaza y cabraza entre otros, que posee diversos nutrientes y generalmente con alto contenido de nitrógeno.

#### **3.4.1. Características del estiércol**

Roberts (*s.f.*), indica que con el estiércol es difícil trabajar, es apestoso, trabajo sucio, pero alimenta a los cultivos, regenera la materia orgánica y mejora las condiciones físicas del suelo. Cuando se maneja adecuadamente, el estiércol de animal juega un papel muy importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Sin embargo, si no se aplica bien y/o en exceso, el estiércol puede contaminar el aire, el agua y el suelo.

El mismo autor señala que el estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas. Casi la mitad del nitrógeno que contiene el estiércol está en forma amoniacal, si se maneja bien, es disponible casi inmediatamente para las plantas. El resto se encuentra en diversos compuestos orgánicos y no está disponible para las plantas. El nitrógeno orgánico debe ser convertido a nitrógeno amoniacal antes de ser absorbido por las plantas. La liberación de nitrógeno a partir del nitrógeno orgánico es un proceso microbiano que está regulado por la temperatura y humedad del suelo y que continúa por dos o tres años después de ser aplicado al suelo. Entre 25 y 75 por ciento del nitrógeno en el estiércol está disponible durante el año en que se aplicó, esto dependiendo del tipo de estiércol y la forma en que se ha manejado. Aproximadamente la mitad del nitrógeno será liberada al año siguiente y así sucesivamente.

**Cuadro 3. Características de los nutrientes en estiércoles de diferentes especies**

| <b>ESPECIE</b> | <b>MATERIA</b> | <b>N%</b> | <b>P2O5%</b> | <b>K2O</b> | <b>CaO</b> | <b>MgO</b> | <b>SO4</b> |
|----------------|----------------|-----------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>ANIMAL</b>  | <b>SECA%</b>   |           |              | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>   |
| Vacunos (f)    | 6              | 0,29      | 0,17         | 0,10       | 0,35       | 0,13       | 0,04       |
| Vacunos (s)    | 16             | 0,58      | 0,01         | 0,49       | 0,01       | 0,04       | 0,13       |
| Ovejas (f)     | 13             | 0,55      | 0,01         | 0,15       | 0,46       | 0,15       | 0,16       |
| Ovejas(s)      | 35             | 1,95      | 0,31         | 1,26       | 1,16       | 0,34       | 0,34       |
| Caballos(s)    | 24             | 1,55      | 0,35         | 1,50       | 0,45       | 0,24       | 0,06       |
| Caballos(f)    | 10             | 0,55      | 0,01         | 0,35       | 0,15       | 0,12       | 0,02       |
| Cerdos(s)      | 18             | 0,60      | 0,61         | 0,26       | 0,09       | 0,10       | 0,04       |
| Camélido(s)    | 37             | 3,6       | 1,12         | 1,20       | s.i.       | s.i.       | s.i.       |
| Cuyes(f)       | 14             | 0,60      | 0,03         | 0,18       | 0,55       | 0,18       | 0,10       |
| Gallina(s)     | 47             | 6,11      | 5,21         | 3,20       | s.i.       | s.i.       | s.i.(f)    |

(f) Fresco, (s) seco, (s.i.) sin información.

**Fuente:** tomado de García-Serrano *et al.* 2009.

### 3.4.2. Estiércol de llama

Calle, (2008), menciona que el estiércol fresco de la llama contiene nitrógeno total de 1.53 %, anhídrido fosfórico de 0.89 %, óxido de potasio 1.30 %, además, el estiércol de la llama tiene descomposición rápida contribuye a la mejora del suelo, su efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta 50 %.

### 3.4.3. Ventajas del uso del estiércol

Guerrero, (1993), afirma que la principales ventajas que se logran con la incorporación del estiércol es el aporte de nutrientes, incremento de la retención de humedad y mejora de la actividad biológica con la cual se incrementa la productividad del suelo.

Clades, (1997), menciona que el estiércol animal, puede contribuir en forma significativa a suplir las necesidades de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes.



### **3.5. Fertilizantes**

Chilón, (1997), con respecto a la aplicación de fertilizantes sintéticos, recomienda que debe ser cuidadosa, fraccionada y en forma homogénea y considera que la primera aplicación se debe realizar después de la emergencia, cuando la plántula presente raíces.

#### **3.5.1. Urea**

Sierra, (2010), expresa que la urea es uno de los fertilizantes más concentrados en nitrógeno (46 %) y normalmente, el más económico en el mercado. Se comercializa en modalidades perlada y granulada, la primera para uso en fertirrigación y la segunda, para aplicación directa al suelo. Es muy soluble y a menudo usada en formulaciones líquidas. Su alta solubilidad la hace popular para inyectarla en sistemas de riego localizado. Es clasificada como fuente amoniacal y por lo tanto, tiende a acidificar el suelo.

Por otro lado, Cooke (2007), indica que la urea es un fertilizante químico de origen orgánico, siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de nitrógeno, se puede aplicar al suelo directamente como mono producto o se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas, por su alta solubilidad en el agua.

FAO e IFA (2002), mencionan que, la urea es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de N. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire. La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuando la lluvia se espera en pocas horas después de la aplicación. García-Serrano *et al.* (2009) para evitar las pérdidas por volatilización de amonio, sobre todo en suelos calizos, ambiente seco y temperaturas elevadas, se recomienda enterrarlo con una labor. Cuando se aplica en regadío es conveniente que el suelo esté húmedo o se efectúe un pequeño riego tras su incorporación.

Las formas orgánicas de nitrógeno en el suelo se encuentran como proteínas, aminoácidos, amino azúcares y otros compuestos nitrogenados complejos que deben mineralizarse para que las plantas los puedan utilizar (Salazar, 2006).

**Cuadro 4. Característica de las propiedades de la urea**

|      | N total% | N ureico% | aplicación             | Solubilidad acuosa al 10%  | pH en solución | Para aplicar en suelos |
|------|----------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------|------------------------|
| Urea | 46       | 46        | Sementera<br>cobertera | Muy alta<br>1080g/l a 20°C | 9-10           | Todos                  |

**Fuente:** tomado de García-Serrano *et al.* 2009.

Además el elemento encontrado en mayores cantidades en el estiércol, el cual durante muchos años ha sido utilizado como una forma para mejorar la fertilidad del suelo y la producción de los cultivos (Salazar, 2006).

El nitrógeno en el suelo se encuentra en forma orgánica e inorgánica, con 95% o más del nitrógeno total presente en forma orgánica. El nitrógeno inorgánico está disponible para ser tomado por las plantas, mientras que el orgánico debe ser primero mineralizado (convertido a N inorgánico) antes de que las plantas lo puedan utilizar (Salazar, 2006).

## 4. MATERIAL Y METODO

### 4.1. Localización

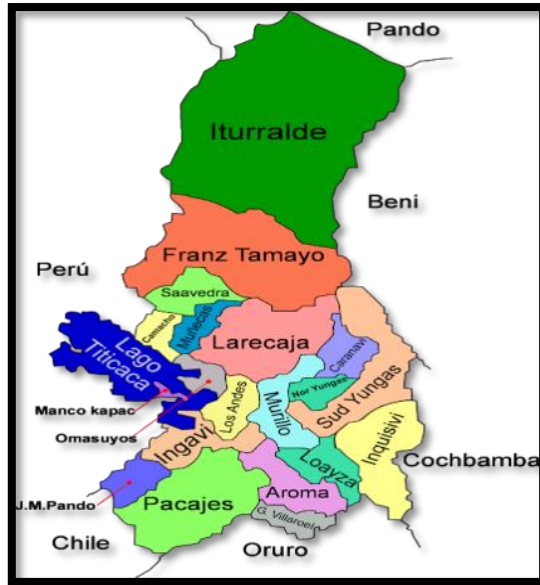
La presente investigación se realizó en el Centro Experimental Kiphakiphani perteneciente a la Fundación PROINPA, ubicado en el Municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz, donde se efectuó la evaluación del crecimiento de una t'ula (*Parastrephya lucida*). Las plantas obtenidas fueron transportadas a la comunidad de Chita en el municipio de Uyuni del departamento de Potosí (figura 4), donde se procedió a trasplantar para establecer barreras vivas con arbustos.

#### 4.1.1. Ubicación geográfica del Centro Experimental Kiphakiphani Viacha

El Centro de Investigación Kiphakiphani se encuentra ubicado a una distancia de 41 km de ciudad de La Paz y a 4 km de Viacha. Geográficamente se encuentra situada entre 16°40" 30" latitud sur y 68° 17' 68" de longitud oeste a una altura de 3880 msnm. (PDM Municipio de Viacha, 2006-2010).

**Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Viacha done se llevó acabo la multiplicación de plantines de uma t'ula**





#### 4.1.1.1. Características de la zona de estudio del municipio de Viacha

##### 4.1.1.1.1. Clima

El municipio de Viacha se encuentra situado en una zona intertropical a 16°17'30" de Latitud Sur, y 68°17'68" Longitud Oeste, su clima intertropical se encuentra fuertemente influenciado por la altura del orden de los 4000 msnm, factor que baja considerablemente las temperaturas. Esta zona climática está enmarcada por la alternancia de una estación seca (invierno) y una estación húmeda de cuatro meses (PDM Municipio de Viacha, 2006-2010).

##### 4.1.1.1.2. Suelo

Los suelos de la zona son de origen coluvial con deposiciones finas, presentan una profundidad efectiva de 25 a 32 cm, ofreciendo bastante facilidad de laboreo y que responde adecuadamente a la incorporación del material orgánico e inorgánico. Los suelos son normalmente muy poco permeables en todo el perfil (PDM Municipio de Viacha, 2006-2010).

##### 4.1.1.1.3. Vegetación

La vegetación en esta zona, se caracteriza por la presencia de especies nativas: paja brava (*Festuca orthophylla*), ichu (*Stipa ichu*), chillihua (*Festuca dolichophylla*), reloj reloj

(*Erodium cicutarium*), chiji (*Distichlis humilis*), diente de león (*Taracum officinale*), mostaza (*Brassica campestris*), cebadilla (*Bromus unioloides*), muni muni (*Bidens andicola*), pasto bandera (*Bouteloua simplex*), quinua silvestre o ajara (*Chenopodium sp.*), papa silvestre, agharu o kaparu (*Solanum acaule*).

#### **4.1.2. Ubicación geográfica de la comunidad Chita- Uyuni**

La segunda etapa de la investigación se realizó en la comunidad de Chita, ubicado en el municipio de Uyuni, provincia Antonio Quijarro del departamento de Potosí, Bolivia.

Geográficamente Chita se encuentra situada entre 20°58' 59,99" Latitud Sur y 67° 9'0" de Longitud Oeste a una altura de 3.665 msnm. (PDM Municipio Uyuni 2008 – 2012).

**Figura 4. Ubicación geográfica del municipio de Uyuni donde se efectuó el trasplante de las plántulas de una t´ula.**





#### 4.1.2.1. Características de la zona de estudio del municipio de Uyuni

##### 4.1.2.1.1. Clima

El clima en el municipio de Uyuni es seco y frío, los rasgos climáticos muestran precipitaciones escasas, el límite climático indica que la evaporación supera la precipitación anual y los límites de vegetación presentan plantas xerófilas (plantas que se adaptan fácilmente a la vida en un medio seco) (PDM 2008 – 2012).

##### 4.1.2.1.2. Suelo

Los suelos en el municipio de Uyuni presentan una textura arenoso a franco – arenoso, pobres en nutrientes, afectadas por la erosión hídrica y eólica. La hídrica es la forma más completa de degradación del suelo, los procesos erosivos de naturaleza hídrica acarrear alteraciones físicas, químicas y biológicas en las propiedades de los suelos, pudiendo mencionar los siguientes: Reducción volumen, y profundidad del suelo, reducción de la capacidad de retención de agua, pérdida de materia orgánica, agotamiento de la fertilidad, reducción de la actividad microbiana y cambio de la textura del suelo superficial (PDM 2008 – 2012).

##### 4.1.2.1.3. Vegetación

El municipio de Uyuni presenta una vegetación nativa, compuestas por arbustos, gramíneas y otras especies siendo las más comunes la t'ula (*Parastrephia lepidophylla*), q'oa t'ula (*Satureja parvifolia*), chachacoma (*Senecio graveolens*), t'iter t'ula (*Parastrephia*

*cuadrangulare*), tara tara (*Faviana densa*), s'aka (*Vigueira pflaxis*), kañalli (*Tetraglochin cristatum*) y Añahuaya (*Adesmia spinosissima*). Entre gramíneas tenemos a las siguientes: Porke (*Calamagrotis cúrvula*), pasto aristida (*Aristida inodis*), pasto pluma (*Nassella multiflora*), khachu (*Deyeuxia brevifolia*), wichu (*Stipa ichu*), chiji blanco (*Distichlis humilis*), chiji negro (*Muhlenbergia fastigiata*), orko llapa (*Muhlenbergia peruviana*), llapa (*Bouteloua simplex*) y cebadilla (*Bromus catharticus*) (PDM Uyuni 2008 – 2012).

## **4.2. MATERIALES**

### **4.2.1. Material vegetal**

Para la investigación se empleó semilla botánica de **uma t'ula** (*Parastrephya lucida*) que fue recolectada de campos naturales del altiplano Sur de Bolivia y forma parte de la colección del trabajo de la Fundación PROINPA.

Las semillas fueron limpiadas y posteriormente se probó su poder germinativo en condiciones de laboratorio (cámara climática).

### **4.2.2. Material orgánico**

#### **4.2.2.1. Insumo orgánico**

El estiércol de llama fue obtenido del Centro de Investigación Kiphakiphani, dicho insumo orgánico fue sometido a un proceso de tratamiento aeróbico para descomponer y obtener el compost. El compost elaborado fue empleado en los tratamientos establecidos para la investigación.

#### **4.2.2.2. Insumos sintéticos**

En insumo sintético que se utilizó fue la urea con 46 % de nitrógeno (fuente de nitrógeno), el cual fue adquirido del mercado local de insumos agropecuarios.

### **4.2.3. Materiales e infraestructura de invernadero, vivero y campo**

Para el trabajo se aprovechó la infraestructura del Centro Experimental Kiphakiphani tales como: el invernadero y vivero que cuentan con sistema de riego. Para el trabajo se ha empleado bolsas negras (maceta), picota, azadón, pala, rastrillo, carretilla, fluxómetro, malla semi sombra canastillas de plástico, lona de algodón, vehículo de transporte entre otros materiales.

### **4.2.4. Material de gabinete**

Entre los materiales de laboratorio se utilizó los siguientes: computadora, impresora, cámara fotográfica, programa estadístico, hojas de papel bond, cuaderno de registro, bolígrafo, lápiz, goma y regla graduada, vernier digital, paquete estadístico INFOSTAT.



### 4.3. METODOLOGIA

#### 4.3.1. Diseño experimental

La investigación se realizó bajo un diseño experimental de parcelas divididas establecida en bloques al azar. La parcela grande está integrada por las dosis de estiércol tratado de llama y las sub parcela por los niveles nitrógeno (urea).

#### 4.3.2. Factores de estudio

**Cuadro 5. Cuadro 5. Factores de estudio**

| <b>Factor A: Abono orgánico</b> | <b>Factor B: Urea</b> |
|---------------------------------|-----------------------|
| $a_0 =$ (Testigo)               | $b_0 =$ Testigo       |
| $a_1 =$ Estiércol 2 t/ha        | $b_1 =$ 20-00-00      |
| $a_2 =$ Estiércol 4 t/ha        | $b_2 =$ 40-00-00      |

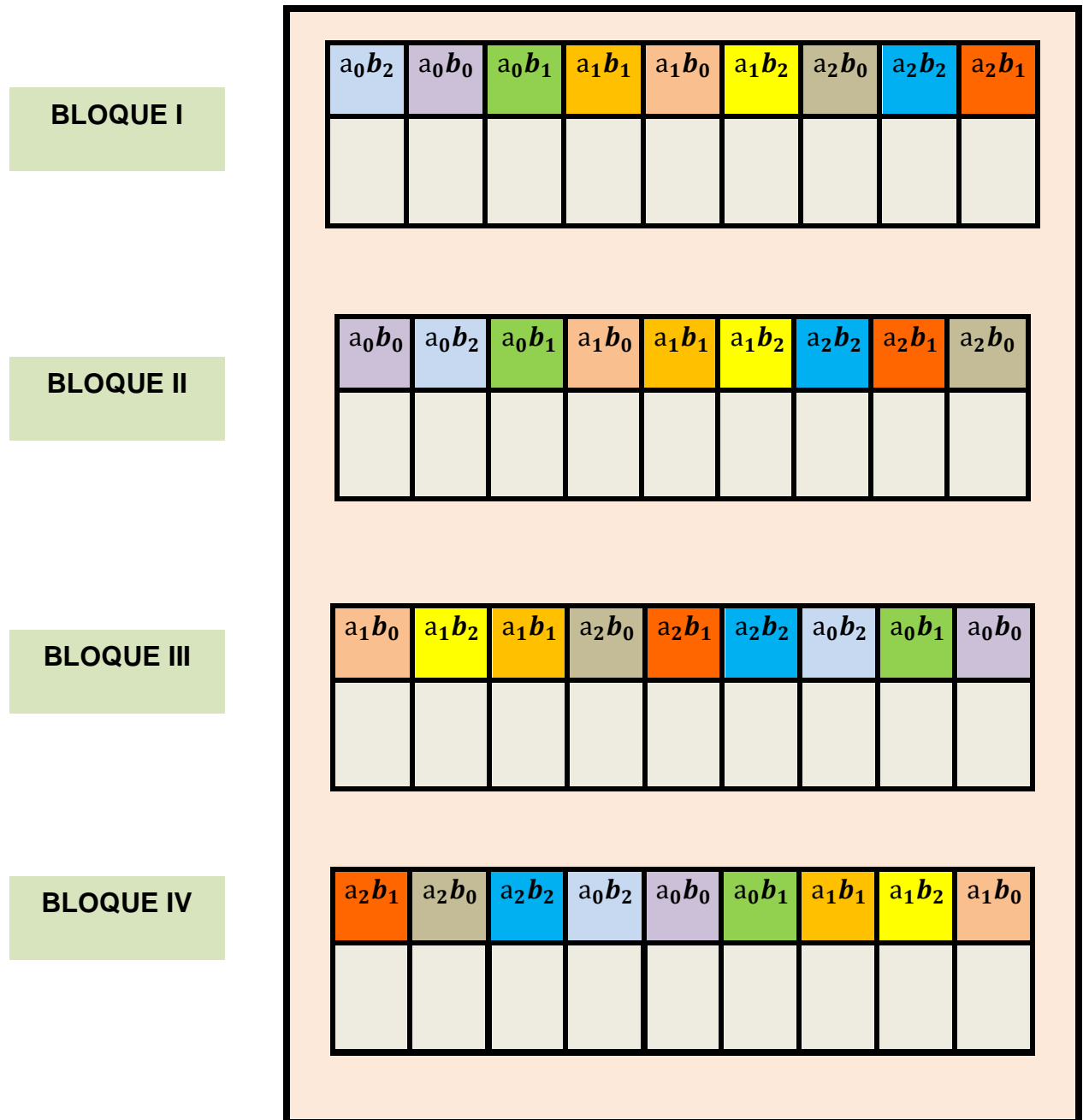
#### 4.3.2.1. Conformación de los tratamientos

**Cuadro 6. Tratamientos y las combinaciones de los factores de estudio**

| <b>Tratamientos</b> | <b>Combinación</b> | <b>Descripción</b>             |
|---------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1                   | $(a_0b_0)$         | Testigo                        |
| 2                   | $(a_0b_1)$         | Urea 20-0-0                    |
| 3                   | $(a_0b_2)$         | Urea 40-0-0                    |
| 4                   | $(a_1b_0)$         | Compost 2 t/ha                 |
| 5                   | $(a_1b_1)$         | Compost 2 t/ha + urea 20-0-0   |
| 6                   | $(a_1b_2)$         | Compost 2 t/ha con urea 40-0-0 |
| 7                   | $(a_2b_0)$         | Compost 4 t/ha                 |
| 8                   | $(a_2b_1)$         | Compost 4 t/ha con urea 20-0-0 |
| 9                   | $(a_2b_2)$         | Compost 4 t/ha con urea 40-0-0 |

#### 4.2.2.2. Croquis Experimental

Figura 5. Croquis Experimental



### Cuadro 7. Dimensiones del área de investigación

| DETALLE                       | DIMENSION ( m) |
|-------------------------------|----------------|
| Longitud del are experimental | 2,50           |
| Ancho del área experimental   | 1,80           |
| Ancho entre bloques (pasillo) | 0,30           |

#### 4.3.3. Modelo lineal aditivo

El diseño responde al siguiente modelo lineal aditivo: basado en (Reyes, 1999).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta (ij) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo niveles de abonos orgánicos

$\epsilon_{ik}$  = Error de la parcela grande

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo de nivel de urea

$\alpha\beta (ij)$  = Interacción entre los factores

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental general

#### 4.3.4. Primera etapa de la investigación:

##### 4.3.4.1. Compostaje del estiércol de llama

El estiércol, fue recolectado del corral de llamas del Centro Experimental Kiphakiphanii, luego se procedió a limpiar el área destinada al compostaje para elaborar el compost se ha formado una pirámide, donde se realizó el riego uniforme en cada capa de la pirámide.

Una vez formado la pirámide se colocó sus respiraderos con el fin de controlar su temperatura en el interior de la pirámide porque el proceso es aeróbico, finalmente se cubrió con agro film para poder mantener la humedad y evitar la volatilización del nitrógeno.

Para una buena descomposición del estiércol se procedió a la remoción cada siete días con la aplicación de riego uniforme.

#### **4.3.4.2. Preparación del sustrato**

La preparación del sustrato consistió en la relación 2:1 (tierra de lugar y compost). La recolección de tierra del lugar se realizó de una parcela del Centro de Investigación la cual se encontraba en descanso. El suelo agrícola y el compost fueron sometidos a un proceso de tamizado para remover las partículas gruesas.

Los componentes del sustrato fueron mezclados mediante remoción consecutiva por cinco veces para luego adicionar cuidadosamente la dosis de compost, calculando según lo establecido para los tratamientos (0.2 y 4 t/ha) y luego se homogenizó la mezcla.

#### **4.3.4.3. Llenado de macetas**

El llenado de macetas se realizó en bolsas de plástico de color negro con dimensiones de 12 cm de ancho 20 cm de largo. El número de macetas empleadas para la investigación fue de 360 unidades, a las cuales se añadió 800 g el sustrato previamente preparado para los tratamientos correspondientes.

#### **4.3.4.4. Multiplicación de plantines**

La primera etapa de la investigación consistió en la obtención de las plántulas en ambientes de invernadero y vivero que cuentan con un sistema de riego por aspersión y nebulización, donde se evaluó las variables propuestas desde la siembra hasta alcanzar el estado apropiado para su trasplante a campo.

La siembra se llevó a cabo el 1 de agosto de 2018 en Centro Experimental Kiphakiphani en el municipio de Viacha del departamento de La Paz.

## **Siembra**

La siembra se realizó en forma directa, abriendo hoyos superficiales en las macetas previamente humedecidas en los que se introdujeron cinco semillas por maceta, luego con la ayuda de un tamiz se procedió a cubrir las semillas con una capa delgada de sustrato fino, por último el conjunto de macetas se cubrió con film de nylon y con lona de algodón con la finalidad de evitar la pérdida de humedad.

#### **Aplicación de urea**

La aplicación de urea se realizó después de que los plantines quedaron bien establecidos en las macetas. A cada maceta se adicionó las dosis calculadas para cada tratamiento y optando por la aplicación fraccionada 50% de la dosis en cada fracción.

La dosis calculada de urea 20-0-0 obteniendo el valor de 0,2 g, urea 40-0-0 obteniendo el valor de 0,4 g por maceta establecida.

#### **4.3.4.5. Labores culturales**

##### **Riego**

Al inicio, el riego se efectuó por nebulización durante dos semanas, con el objetivo de cuidar las semillas que estaban cubiertas con una capa delgada. Una vez que las plántulas ya estaban establecidas se usó el riego por aspersión.

##### **Raleo**

El raleo de las plántulas se efectuó en cada una de las macetas con la finalidad de tener una planta por maceta y evitar la competencia de nutrientes dentro de la maceta.

##### **Desmalezado**

Una vez establecidas los plantines en las macetas se realizó el desmalezado manual de las malas hierbas.

#### **4.3.5. Segunda etapa del trabajo: trasplante en campo.**

La segunda etapa de la investigación, consistió en el trasplante de plantines en una parcela en descanso de la comunidad de Chita, municipio de Uyuni del departamento de Potosí. Para tal propósito, previamente se procedió con el acondicionamiento de plantines para el transporte al sitio de plantación para formar barreras vivas.

Al momento del trasplante, los plantines alcanzaron una altura entre 15 y 20 cm.

#### **4.3.5.1. Traslado de las plántulas**

Para el transporte de las plántulas de una t'ula, las macetas conteniendo plántulas, fueron acondicionadas en canastillas de plástico, luego acomodados adecuadamente en la tolva de una camioneta.

Las canastillas conteniendo plantines fueron cubiertas con lonas para proteger las plántulas de los efectos del viento durante el viaje.

El viaje se realizó el 2 de enero 2019, en periodo de 11 horas (viaje con escala), nos dirigimos a las parcelas donde se descargaron las canastillas conteniendo las macetas con plantines.

#### **4.3.5.1. Trasplante**

El proceso de trasplante de una t'ula fue organizado con la participación del equipo técnico de la Fundación PROINPA. El trasplante a campo abierto se llevó a cabo en la comunidad de Chita, en una parcela que estaba sin cobertura vegetal y las condiciones de humedad del suelo estaban apropiadas para el trasplante. Primeramente se procedió a medir la parcela para luego trazar en franjas para barrera viva. El marco de trasplante que se utilizó fue el de tres-bolillo, donde se procedió a la apertura de hoyos con ayuda de material de campo

Al interior del espacio destinado para la barrera viva, se distribuyeron los plantines formando bloques para cada tratamiento en las que las plantas fueron obtenidas. En cada bloque fue trasplantada entre 30 a 35 plantines.

### **4.4 Variables de respuesta.**

#### **4.4.1. Días a la emergencia (PE)**

El número de días a la emergencia fue registrado cuando las plántulas emergieron en el 50% de los hoyos por cada unidad experimental a partir del 7mo día después de la siembra. La emergencia se registró a través de la observación directa las plántulas emergidas con los cotiledones visibles en cada maceta.

#### **4.4.2. Número de ramas primarias**

El número de ramas primarias se evaluó contando las ramas de las plántulas cuando el 50 % de las plántulas de la unidad experimental presentaron las ramas claramente visibles.

#### **4.4.3. Altura de planta**

Para la altura de planta se identificó al azar macetas individuales conteniendo una planta por maceta, las mismas que fueron marcadas con marbetes.

Los datos se registraron cada 10 días midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma, se evaluó desde 10 de septiembre de 2018 hasta el 19 de diciembre de 2018

#### **4.4.4. Índice de esbeltez**

Índice de esbeltez se determinó mediante el cociente de la altura de planta (cm) sobre el diámetro del tallo (mm).

#### **4.4.5. Peso verde y peso seco de plántulas**

El peso verde de las plántulas de una t'ula, se evaluó previo a la aclimatación de plantines, para lo cual se extrajo muestras de plántulas que fueron lavadas con agua de grifo para remover la tierra. El peso fresco se ha registrado inmediatamente después de la extracción de plantines y remoción de tierra, para eso se empleó una balanza digital. Luego, las muestras se introdujeron al horno para el secado respectivo (78° C hasta peso constante). El peso seco se registró con una balanza digital de 0,01 g de precisión.

#### **4.4.6. Porcentaje de sobrevivencia en campo**

El porcentaje de sobrevivencia se determinó después del periodo de lluvias mediante el conteo de plantas vivas en relación al número total trasplantando en campo. La evaluación se ha complementado registrando la altura de planta y cobertura foliar después de 10 meses transcurridos desde la fecha de trasplante.

## 5. RESULTADO Y DISCUSION

En la presente sección se incluye los resultados obtenidos en la investigación que abarca los días a emergencia, crecimiento de las plántulas, número de ramas primarias, índice de esbeltez, peso de materia verde, peso de materia seca y sobrevivencia en campo de plántulas de una t'ula bajo diferentes tratamientos de compost de estiércol de llama.

### 5.1. Días de emergencia de las plántulas

Los resultados obtenidos del análisis ANVA se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para días de emergencia**

| <b>F.V.</b>               | <b>S.C.</b> | <b>G.L.</b> | <b>C.M</b> | <b>F</b> | <b>P-VALOR</b> |
|---------------------------|-------------|-------------|------------|----------|----------------|
| <b>Bloque</b>             | 0,78        | 3           | 0,26       | 1,77     | 0,2528 NS      |
| <b>Niveles de compost</b> | 17,36       | 2           | 8,68       | 59,14    | 0,0001 **      |
| <b>Error</b>              | 0,88        | 6           | 0,15       | 0,44     | 0,8437         |
| <b>Total</b>              | 26,91       | 35          |            |          |                |

En los días de emergencia para bloques las diferencias no son estadísticamente significativas; sin embargo, las diferencias observadas para niveles de compost son altamente significativas a nivel estadístico, lo que significa que al menos uno de los niveles tiene respuesta diferente frente a los otros

El coeficiente de variación tiene un valor de 20,25 % lo que significa que los datos obtenidos para la variable días de emergencia son valores confiables y está en el rango aceptable.

Los factores que intervienen en el proceso de emergencia son: la luz, la humedad, el agua y otros sin embargo, lo más principal es sin duda el efecto de la aplicación de compost.



**Cuadro 9. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de niveles de compost sobre días de emergencia en plántulas de uma t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| <b>N</b> | <b>Dosis</b>            | <b>Media</b> | <b>Duncan (0,05)</b> |
|----------|-------------------------|--------------|----------------------|
| <b>1</b> | <b>4.0 t/ha compost</b> | <b>5.17</b>  | <b>A</b>             |
| <b>2</b> | <b>2.0 t/ha compost</b> | <b>5.03</b>  | <b>A</b>             |
| <b>3</b> | <b>testigo</b>          | <b>3.39</b>  | <b>B</b>             |

En el tabla 9, se observa que la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de niveles de compost de estiércol de llama para la variable días de emergencia, indica, el grupo: compost 4 t/ha (5,17 semillas emergidas) y 2 t/ha (5.03 semillas emergidas)) y el testigo con (4.39 semillas emergidas).

En base a los resultados obtenidos se puede indicar que la semilla de uma t'ula (*Parastrephya lucida*) no presenta dormancia, ya que inician la germinación luego que se les proporciona las condiciones adecuadas (temperatura y humedad) lo cual facilita el manejo. Por otro para la germinación influye la calidad de las semillas lo cual se recomienda realizar la recolección de las mismas en la época correspondiente.

**Cuadro 10. Promedio del número de plántulas emergidas por día y por tratamientos.**

| Tratamientos    | Día 6      | Día7       | Día8       | Día 9      | Día 10     |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Testigo         | 2,7        | 3,6        | 4,2        | 4,5        | 5,1        |
| Compost 2 t/ha  | 2,8        | 4,6        | 5,3        | 6,4        | 6,7        |
| Compost 2 t/ha  | 3,6        | 4,7        | 5,4        | 6,2        | 6,8        |
| Compost 2 t/ha  | 3,5        | 4,4        | 5,2        | 6,4        | 7,4        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>3,3</b> | <b>4,6</b> | <b>5,3</b> | <b>6,3</b> | <b>7</b>   |
| Compost 40 t/ha | 3,2        | 4,2        | 5,3        | 6          | 6,8        |
| Compost 40 t/ha | 2,6        | 4,7        | 5,5        | 6,2        | 6,6        |
| Compost 40 t/ha | 3,5        | 4,4        | 5,3        | 6,3        | 6,7        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>3,1</b> | <b>4,4</b> | <b>5,3</b> | <b>6,2</b> | <b>6,7</b> |

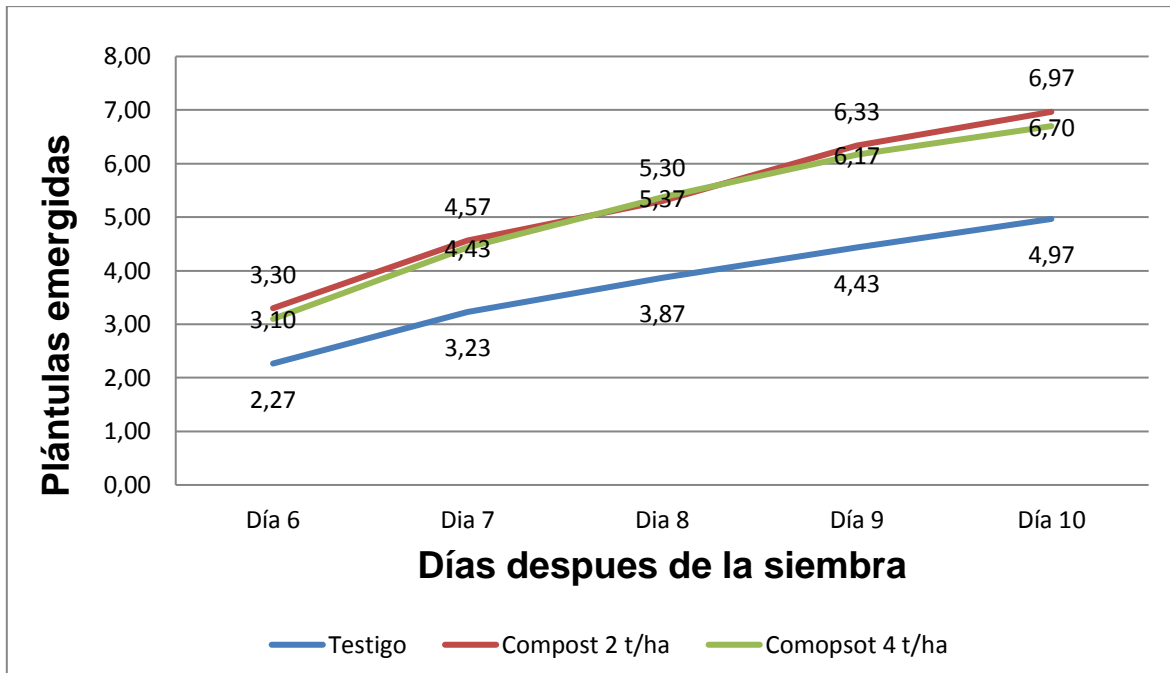
En el cuadro 10, muestra el promedio de días de emergencias de las semillas de una t'ula (*Parastrephya lucida*), en el décimo día de siembra se registró el promedio más alto se registró con 7 semillas emergidas con la aplicación de compost 20 t/ha, así mismo el valor más bajo lo obtuvo el testigo con 3,6 semillas emergidas.

Con la aplicación de compost 4 t/ha se obtiene un valor de 6,7 semillas emergidas en el décimo día. La aplicación de compost tuvo un promedio más alto a comparación de nuestro testigo por tanto tuvo el compost influyo en la emergencia de las semillas.

Mamani (2003), indica que las diferencias en el número de días a la emergencia en las distintas localidades inclinan a concluir que esta fase fenológica está influenciada por las

condiciones de la humedad del suelo y no tanto por las características genéticas de las variedades.

**Figura 6. Representación gráfica del número de plantas emergidas por día en diferentes sustratos.**



En la figura 6. Se observa que los días de emergencia para el día 6 después de la siembra se obtuvo los resultados: compost 2 t/ha con 3,30 plantines emergidas seguido por compost 4 t/ha con 3,10 plantas emergidas siendo el testigo el valor más bajo con 2,27 plantas emergidas. El mayor incremento fue en el día 10 con la aplicación de compost 2 t/ha que dio como resultado 6,97 plantas emergidas, compost 4 t/ha dio como resultado 6,70 plantas emergidas promedio, el testigo con 4,97 plantas emergidas. Probablemente la acción del compost favoreció a la mejor retención de agua y ha conservado mejor la temperatura favoreciendo a la emergencia de la plántula.

## 5.2. Número de ramas primarias

Los resultados obtenidos del análisis ANVA se presentan continuación.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para número de ramas primarias de una t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| F.V.                      | S.C.  | G.L. | C.M  | F     | P-VALOR |    |
|---------------------------|-------|------|------|-------|---------|----|
| <b>Bloque</b>             | 3,04  | 3    | 1,01 | 2,78  | 0,1322  | *  |
| <b>Niveles de compost</b> | 16,16 | 2    | 8,08 | 22,22 | 0,0017  | ** |
| <b>Error(A)</b>           | 2,18  | 6    | 0,36 | 0,73  | 0,6297  |    |
| <b>Niveles de urea</b>    | 6,67  | 2    | 3,33 | 6,72  | 0,0066  | ** |
| <b>Interacción(A*B)</b>   | 2,98  | 4    | 0,74 | 1,50  | 0,2443  | NS |
| <b>Error(B)</b>           | 8,94  | 18   | 0,50 |       |         |    |
| <b>Total</b>              | 39,96 | 35   |      |       |         |    |

En el análisis de varianza para el número de ramas que se muestra en el cuadro 11, se observa que hay significancia significativa entre bloques, lo cual puede ser debido a la influencia de factores ambientales como temperatura, humedad ya que el invernadero tiene disposición del techo en media agua. Con respecto a los niveles de abono existe diferencia altamente significativa lo que demuestra que al menos uno de los niveles de abono influye en la ramificación primaria de las plantas de uma t'ula. Para los niveles de urea las diferencias observadas son altamente significativas deduciéndose que si hay influencia con respecto a la ramificación. Para la interacción de niveles de abono y urea no hay significancia lo que demuestra que no hay influencia sobre la variable y que los factores A y B tuvieron efectos independientes sobre el número de ramas por tratamiento.

El coeficiente de variación tiene un valor de 22,89 % este dato indica que las unidades experimentales tuvieron un adecuado manejo y los resultados son aceptables para la

variable número de ramas primarias debido a que se encuentra dentro de un rango de 30% permitido en campo.

Chilón (1997), sostiene que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta de igual manera el fósforo presente permite el uso de dosis óptimo de fertilizante nitrogenado.

**Cuadro 12. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de niveles de compost sobre el número de ramas en plántulas de una t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| N | Dosis            | Media | Duncan (0,05) |
|---|------------------|-------|---------------|
| 1 | 4.0 t/ha compost | 3,62  | A             |
| 2 | 2.0 t/ha compost | 3,48  | A             |
| 3 | testigo          | 2,13  | B             |

En el tabla 12, se observa que la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de niveles de compost de estiércol de llama para la variable número de ramas primarias, indica que hay dos grupos, el primero grupo agrupa: compost 4 t/ha (3.62 ramas) y 2 t/ha (3,48 ramas primarias) y el otro grupo B que es el testigo con 2,13 ramas primarias.

Se conoce que la variabilidad existente entre los individuos de una especie o entre especies se debe a factores genéticos y ambientales (FAO, 2009). Así mismo la aplicación de compost contribuyó con la ramificación de la planta.

**Cuadro 13. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el efecto de los niveles de urea sobre el número de ramas primarias de una t'ula (*Parastrephya lucida*).**

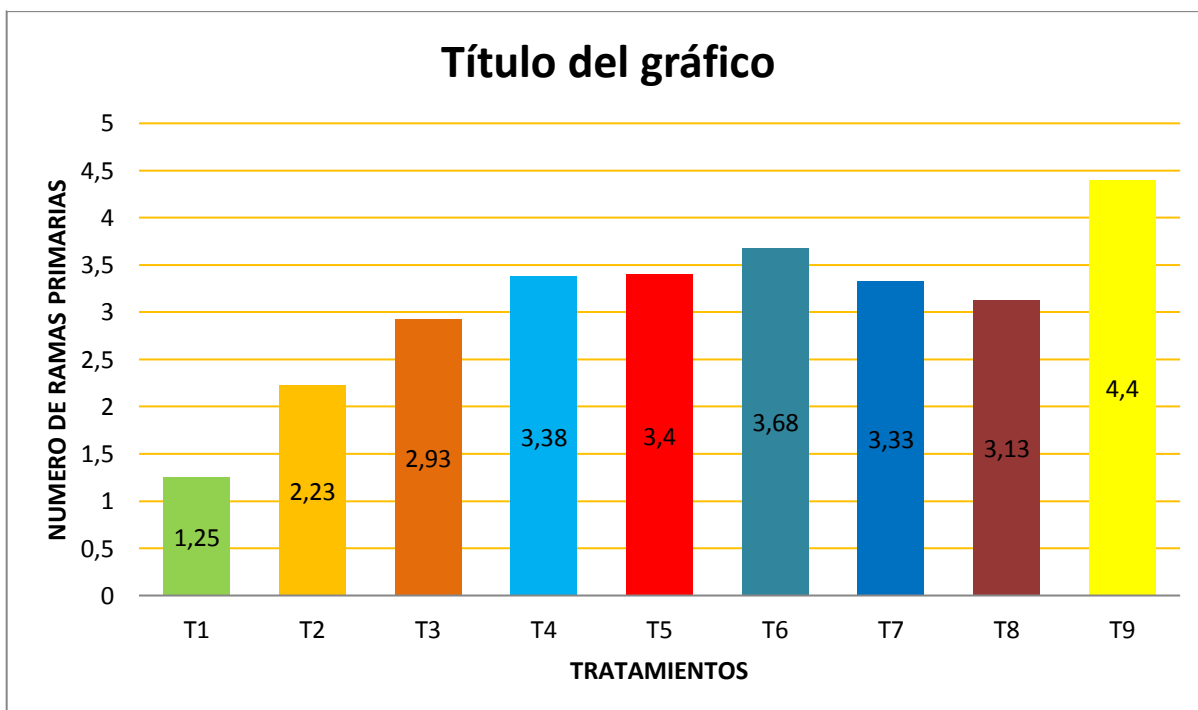
| N | Dosis     | Media | Duncan (0,05) |
|---|-----------|-------|---------------|
| 1 | 40 % urea | 3,67  | A             |
| 2 | 20 % urea | 2,82  | B             |
| 3 | testigo   | 2,65  | B             |

En la cuadro 13, según la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), se observa dos grupos. El grupo A se encuentra con el suministro de urea 40-0-0 con 3,62 ramas primarias, el segundo grupo B esta urea 20-0-0 con 2,65 ramas primarias y el testigo con 2,65 ramas.

Para la toma de datos de la variable se lo realizó cuando las plántulas tenían una altura promedio de 8 cm, por tanto, para la variable número de ramas primarias se observa que los niveles de compost de estiércol de llama tuvieron un efecto positivo.

Estos resultados se deben a la mayor altura y vigor de la planta, puesto que se observó que las plantas que recibieron suministro de compost reportan altas tasas de crecimiento, el cual indica un efecto positivo del compost de estiércol sobre la parte aérea de la planta y por ende mayor desarrollo de ramas.

**Figura 7. Promedio para el número de ramas primarias de una t'ula (*Parastrephya lucida*) en los tratamientos**



En la figura 7, se observa que el tratamiento T9 (4 t/ha compost de llama y 40 % de urea), T6 (2 t/ha compost de llama y 40 % urea), es la que tiene una mayor respuesta relativa, la primera con un promedio de 4,4 número de ramas primarias, la segunda promedio de 3,68 número de ramas primarias. Mientras que los tratamientos T1 (Sin compost y sin urea), reportó plantas con promedio de 1,25 obteniendo el valor más bajo. Este resultado se debe a que no se incorporó ninguna dosis de compost ni de urea.

Los tratamientos en las que se aplicaron los diferentes niveles de compost y urea obtuvieron una cantidad mayor de ramas en relación a los tratamientos que no recibieron la aplicación de los niveles de compost de llama y urea. Por tanto, tiene un mayor efecto los niveles de compost para el número de ramas.

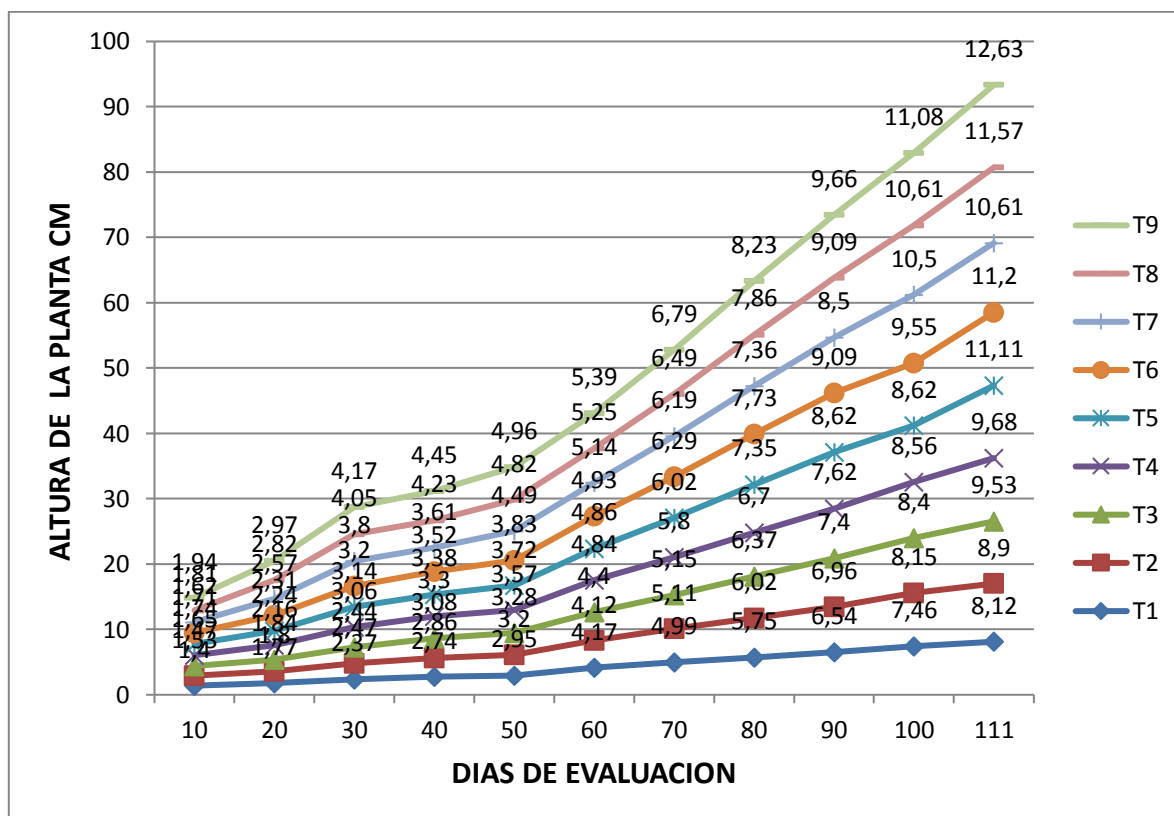
Escalante *et al.* (2007) indican que al aplicar mayor cantidad de fertilizante nitrogenado, habrá un incremento en la parte aérea de planta ya que el N favorece el crecimiento de las plantas.

El compost y la urea al ser combinadas contribuyen con un mayor porcentaje de nitrógeno y otros compuestos bioactivos, lo que ayuda a la planta en el desarrollo de ramas primarias

### **5.3. Efecto de los niveles de compost de estiércol de llama con niveles de urea para el crecimiento de plántulas de una t'ula (*Parastrephya lucida*) campo abierto en Kiphakiphani**

#### **5.3.1. Tasa de crecimiento**

**Figura 8. Curva de crecimiento de la planta de uma t'ula (*Parastrephya lucida*) con la aplicación de diferentes niveles de compost y urea.**



Para la variable de altura de planta con los diferentes niveles de compost de estiércol de llama así también de niveles de urea en la figura 11, podemos observar que va en forma ascendente por cada tratamiento evaluado.

Considerando los promedios finales obtenidos de altura de los plantines de uma t'ula a los 111 días desde la siembra, se observa que a partir de sexta evaluación es decir a los dos meses tiene un crecimiento casi igual, en tercer mes tienen un crecimiento exponencial.

Verificando los promedios finales con la aplicación: compost 4 t/ha se registró un valor de 12,63 cm de altura y el valor obtenido con la aplicación: compost 2 t/ha es de 0,68 seguido por 11,11 y 11,02 cm.



El testigo registra el valor 7.46 cm que es inferior con respecto a la aplicación de los diferentes niveles de compost de llama.

Ledesma (1990), citado por Rojas (2013), menciona que el nitrógeno es sumamente importante para el desarrollo en longitud de las plantas, por tanto existe mayor vigor vegetativo traduciéndose en el aumento de la velocidad de crecimiento.

Al usar compost de estiércol de llama, ayuda a mejorar la retención del agua, la disponibilidad de nutrientes para un mejor desenvolvimiento de la raíz y al suministrar fertilizante urea se acelera el crecimiento de la parte aérea de la planta, y de esta forma se puede asegurar el crecimiento y la supervivencia de plantas de una t´ula

#### 5.4. Índice de esbeltez

Los resultados obtenidos del análisis ANVA se presentan continuación

**Cuadro 14. Análisis de varianza para el índice de esbeltez para plántulas de una t´ula (*Parastrephya lucida*).**

| F.V.                      | S.C.  | G.L. | C.M  | F    | P-VALOR   |
|---------------------------|-------|------|------|------|-----------|
| <b>Bloque</b>             | 3,87  | 3    | 1,29 | 2,10 | 0,2018 NS |
| <b>Niveles de compost</b> | 11,74 | 2    | 5,87 | 9,54 | 0,0137 ** |
| <b>Error(A)</b>           | 3,69  | 6    | 0,61 | 1,04 | 1,4298    |
| <b>Niveles de urea</b>    | 6,17  | 2    | 3,09 | 5,24 | 0,0161 ** |
| <b>Interacción(A*B)</b>   | 5,27  | 4    | 1,32 | 2,24 | 0,1055 NS |
| <b>Error(B)</b>           | 10,59 | 18   | 0,59 |      |           |
| <b>Total</b>              | 41,33 | 35   |      |      |           |

El análisis de varianza del cuadro 14, para la variable índice de esbeltez, indica que no existe diferencias significativas entre bloques en la variable, así mismo se observa que

para la interacción entre los distintos niveles no hubo diferencias significativas por tanto el factor A como el factor B actuaron de manera independiente sobre la variable.

Para el factor de niveles de compost de estiércol de llama y niveles de urea se observa altamente significativa, lo cual indica que existe diferencias entre los tratamientos, es decir existe en efecto de los factores mencionados sobre la variable de índice de esbeltez.

El coeficiente de variación para esta variable es de 9,77 % este valor indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, lo que indica que los datos son confiables ya que se encuentran en el rango aceptable 30 % permitido en campo.

Prieto *et al.* (2003), mencionan que el índice de esbeltez o robustez es un indicador de la resistencia de la planta a la supervivencia, y del crecimiento potencial en sitios secos y su valor debe ser menor a seis. Un valor inferior indica una mejor calidad de la planta, arbolitos más robustos, bajos y gruesos son más aptos para sitios con limitación de humedad; valores superiores a seis sugieren una desproporción en el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados.

**Cuadro 15. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de niveles de compost sobre el índice de esbeltez de plantas de uma t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| N | Dosis           | Media | Duncan<br>(0,05) |
|---|-----------------|-------|------------------|
| 1 | 40 t/ha compost | 3,62  | A                |
| 2 | 20 t/ha compost | 3,48  | A                |
| 3 | testigo         | 2,13  | B                |

En el cuadro 15, según la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de niveles de compost de estiércol de llama se observa la formación de dos grupos, el primer grupo A formado por compost 40 t/ha con un valor de 3,62 cm/mm y compost 2 t/ha con el valor de 4,48 cm/mm de índice de esbeltez. El otro grupo B que no tiene ningún nivel de compost obtuvo un valor bajo e 2,13 cm/mm de índice de esbeltez.

Mateo, (2011), señala la relación altura / diámetro o índice de esbeltez, como un indicador que combina los valores de las variables altura y diámetro, con el fin de tener un mejor predicción de la calidad de la planta, recomienda tener valores bajos, lo que indica una planta más robusta y con menos probabilidad de daño físico por la acción del viento sequia o heladas.

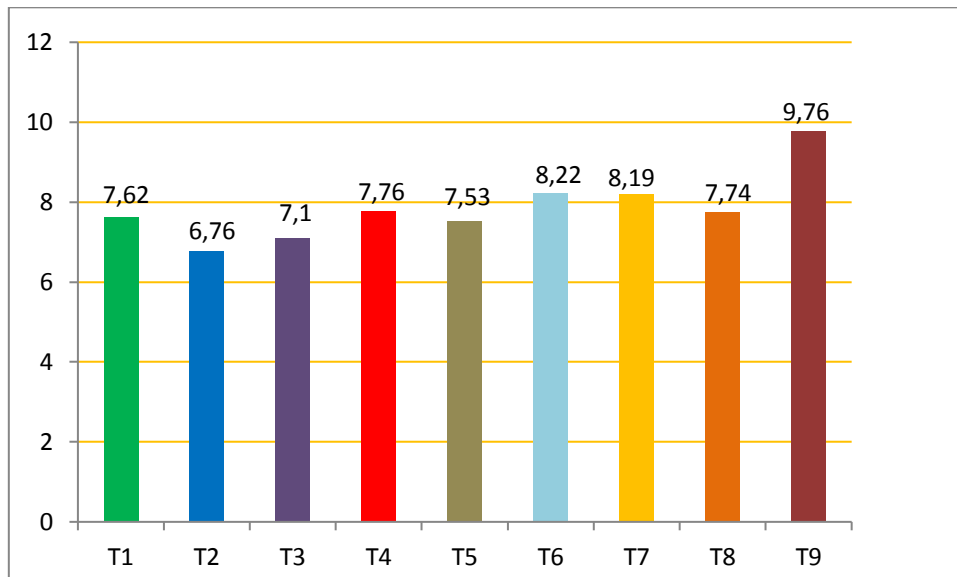
**Cuadro 16. Prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para los efectos de niveles de urea sobre la variable de índice de esbeltez de plantas de uma t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| N | Dosis     | Media | Duncan<br>(0,05) |
|---|-----------|-------|------------------|
| 1 | 40 % urea | 8,36  | A                |
| 2 | 20 % urea | 7,85  | AB               |
| 3 | testigo   | 7,34  | B                |

En el cuadro 16, según la prueba Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para los efectos de los niveles de urea se observa la formación de tres grupos, el primer grupo está conformado por los niveles de urea de 40-0-0 con un valor de 8,36 cm/mm de índice de esbeltez y dentro del segundo grupo se encuentra el nivel de urea de 20-0-0 de urea con un valor intermedio de 7,85 cm/mm y el tercer grupo se encuentra que es el testigo con 7,34 cm/mm de índice de esbeltez.

El efecto tóxico del N, ayuda a reducir la acumulación de hidratos de carbono por ello se obtendría plantas débiles, con pocas probabilidades de sobrevivir en campo de acuerdo a los resultados. El valor del índice de esbeltez se incrementa al aplicar compost de estiércol + urea, por lo que se recomienda realizar la aplicación combinada y tener mayor sobrevivencia en suelos del altiplano donde en ocasiones la zona es azotado por prolongadas sequias.

**Figura 9. Promedio para el número de ramas primarias de una t'ula (*Parastrephya lucida*) en los tratamientos de índice de esbeltez**



En la figura 9. Se observa un incremento del valor del índice de esbeltez, a medida que se va a incrementando el nivel de compost en algunos tratamientos, se puede observar que con la aplicación de compost 40 t/ha + urea 40-0-0 tiene un valor de 9,76 cm/mm siendo este el valor más alto entre los demás interacciones, mientras que con la aplicación de solo urea 20-0-0 dio como resultado 6.76 cm/mm. Evidenciando así el efecto de los niveles de compost de estiércol de llama y urea para esta variable.

Por su parte Coronado, E. 1997 explica que el suministro de N es crucial para el crecimiento de la hoja debido a la función de las proteínas en el crecimiento de las paredes celulares y el cito esqueleto y por lo tanto en la expansión de las células.

## **5.5. Peso de materia verde y peso de materia seco de las plántulas de una t'ula**

### **5.5.1. Peso de materia verde de las plántulas**

Los resultados obtenidos del análisis ANVA se presentan continuación.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para el peso fresco de una t'ula (*Parastrephya lucida*)**

| <b>F.V.</b>               | <b>S.C.</b> | <b>G.L.</b> | <b>C.M</b> | <b>F</b> | <b>P-VALOR</b> |
|---------------------------|-------------|-------------|------------|----------|----------------|
| <b>Bloque</b>             | 0,72        | 3           | 0,24       | 4,71     | 0,0010 **      |
| <b>Niveles de compost</b> | 9,66        | 2           | 4,83       | 36,08    | 0,2493 **      |
| <b>Error(A)</b>           | 0,80        | 6           | 0,13       | 0,62     | 0,0005         |
| <b>Niveles de urea</b>    | 4,15        | 2           | 2,08       | 9,62     | 0,0014 **      |
| <b>Interacción(A*B)</b>   | 1,94        | 4           | 0,49       | 2,25     | 0,1043 NS      |
| <b>Error(B)</b>           | 3,89        | 18          | 0,22       |          |                |
| <b>Total</b>              | 21,16       | 35          |            |          |                |

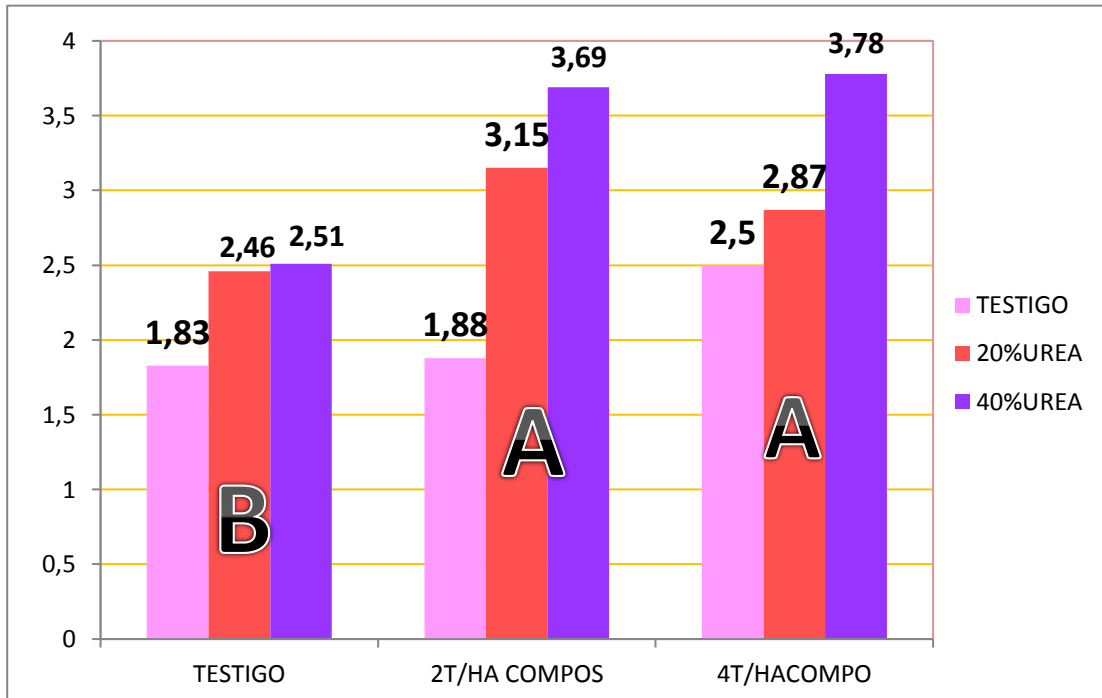
El análisis de varianza del cuadro 17, se observa que existe diferencias altamente significativas entre bloques, niveles de compost de llama y niveles de urea, Esto significa que el efecto de bloque ha influenciado sobre el peso verde de las plántulas. Para los niveles de abonos, al menos uno de estos niveles de abono ha dado efecto sobre el peso fresco de la plántula.

Así mismo se observa que hay altamente significancia entre los niveles de urea, por tanto al menos uno de los niveles de urea tiene efecto sobre la variable peso fresco de la plántula. Para la interacción presenta diferencias no significativas por tanto tuvo influencia sobre la variable.

El coeficiente de variación tiene un valor de 16,95% esto nos indica que son datos confiables por encontrarse por debajo del 30% lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

La incorporación de compost y urea, la planta registra mayor cantidad de nitrógeno y mayor cantidad de biomasa como demuestra el presente estudio.

**Figura 10. Prueba Duncan para peso de materia verde de plántulas obtenidas**



Los resultados de la prueba Duncan de la figura 10, permite observar los promedios de peso verde de las plántulas: compost 40 t/ha + urea 20-0-0 obtuvo un promedio de 3,78 g seguido por compost 20 t/ha + urea 40-0-0 con un promedio de 3,69g.

A si mismo se observa con la aplicación de compost 2 y 4 t/ha + urea 20-0-0 obtuvo un promedio de 3,15 g y 2,87 g de materia verde de la planta, la aplicación de compost 2 y 4 t/ha sin la aplicación de urea obtuvieron el promedio de 2,46 g y 2,51 g del peso de materia verde.

Con la aplicación de urea 20-0-0 obtuvo un valor de 2,46 g de peso verde seguido por urea 40-0-0 con 2,51 g peso verde, el testigo sin ninguna aplicación tiene un valor de 1,93 g de materia verde de la plata de una t'ula

### 5.5.2. Peso de materia seca de las plántulas

Los resultados obtenidos del análisis ANVA se presentan continuación.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de materia seca de las plántulas obtenidas con diferentes niveles de compost y urea.**

| <b>F.V.</b>               | <b>S.C.</b> | <b>G.L.</b> | <b>C.M</b> | <b>F</b> | <b>P-VALOR</b> |
|---------------------------|-------------|-------------|------------|----------|----------------|
| <b>Bloque</b>             | 0,21        | 3           | 0,07       | 2,00     | 0,2159 NS      |
| <b>Niveles de compost</b> | 0,76        | 2           | 0,38       | 10,78    | 0,0103 **      |
| <b>Error(A)</b>           | 0,21        | 6           | 0,04       | 0,78     | 0,5973         |
| <b>Niveles de urea</b>    | 0,14        | 2           | 0,07       | 1,55     | 0,2383 NS      |
| <b>Interacción(A*B)</b>   | 0,15        | 4           | 0,04       | 0,82     | 0,5286 NS      |
| <b>Error(B)</b>           | 0,82        | 18          | 0,05       |          |                |
| <b>Total</b>              | 2,30        | 35          |            |          |                |

En el análisis de varianza del cuadro 18, nos muestra que no hay significancia entre bloques, por tanto no tuvo influencia en la variable peso seco de la plántula, así mismo se observa que hay altamente significancia en los niveles de compost, por tanto al menos uno de los niveles tuvo influencia sobre la variable el peso seco de la plántula.

Con respecto a los niveles de urea tanto en la interacción no hay significancia, esto quiere decir que para la variable peso seco de la plántula no influyó los niveles de urea ni la interacción.

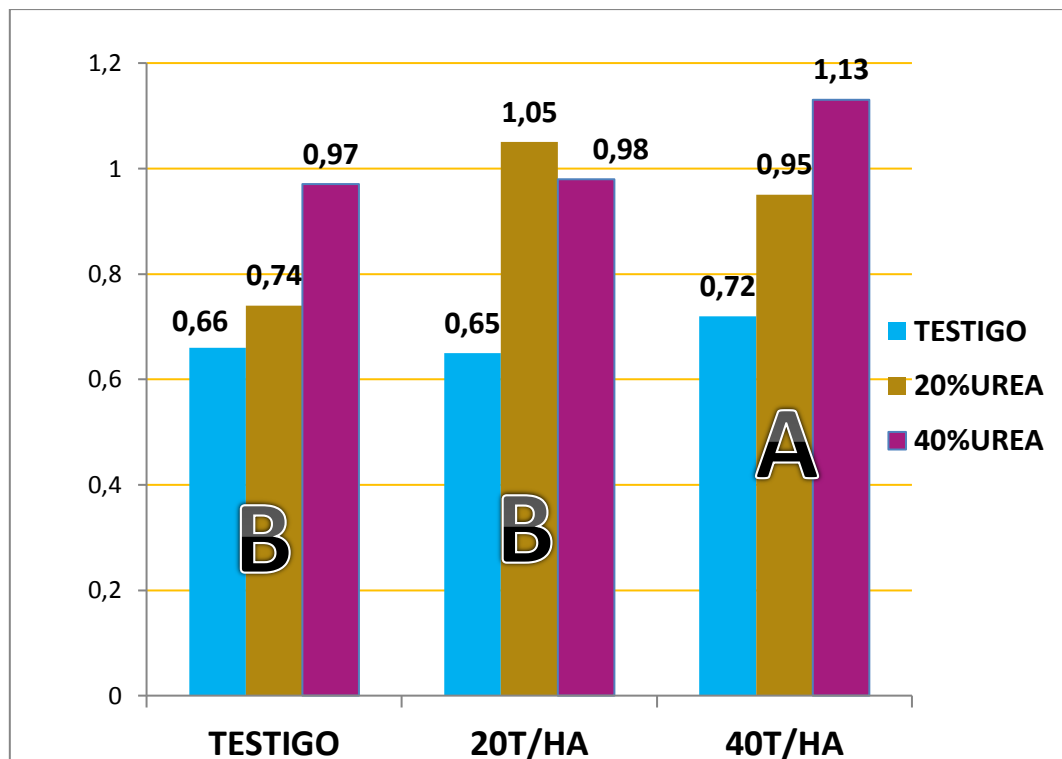
El coeficiente de variación tiene un valor de 24,46 % esto nos indica que son datos confiables por encontrarse por debajo del 30% lo que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y de esta manera haciendo confiables los datos obtenidos.

López (2007), señala que los valores de peso de materia seca en raíces están relacionados con el mayor número de raicillas, longitud y peso de materia fresca de las

mismas, se traduce en una mejor absorción de los nutrientes por el sistema radicular, en beneficio de la parte aérea de la planta.

Debido a que el peso en verde tiene gran variación de agua en los tejidos dentro de una misma especie. La materia seca también es un indicador efectivo cuando se relaciona la parte aérea con el sistema radicular.

**Figura 11. Prueba Duncan peso de materia seca de plántulas con la aplicación de diferentes niveles de compost y urea.**



En la figura 11, se observa los promedios de peso de materia seca, obtenidos en el presente investigación, el valor más alto que obtuvo es la aplicación de compost 40 t/ha + urea 40-0-0 con un promedio de 1,13 g de materia seca y la aplicación de compost 20 t/ha sin la incorporación de urea reporto un valor promedio de 0.65 g de materia seca, siendo este el valor más bajo.

Por lo tanto se puede concluir que el contenido de materia seca aumenta en el tiempo de maduración por la pérdida de humedad y la transformación química que sufre el almidón



en diferentes compuestos (minerales, vitaminas azucares etc.), la concentración de la misma varían.

## 5.6. Porcentaje de sobrevivencia

Los resultados obtenidos se presentan continuación.

**Cuadro 19. Porcentaje de sobrevivencia de la planta de la uma t´ula.**

| Tratamiento                    | Vivos        | Muertos     | Total        | Vivos (%)    | Muertos (%) |            |
|--------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|
| Sin compost y sin urea         | 35           | 0           | 35           | 100          | 0           | 100        |
| Sin compost con urea 20-0-0    | 33           | 3           | 36           | 91,67        | 8,33        | 100        |
| Sin compost con urea 40-0-0    | 33           | 2           | 35           | 94,28        | 5,71        | 100        |
| 2 t/ha compost sin urea        | 34           | 1           | 35           | 97,14        | 2,86        | 100        |
| 2 t/ha compost con urea 20-0-0 | 35           | 1           | 36           | 97,22        | 2,78        | 100        |
| 2 t/ha compost con urea 40-0-0 | 32           | 2           | 34           | 94,12        | 5,88        | 100        |
| 4 t/ha compost sin urea        | 31           | 0           | 31           | 100          | 0           | 100        |
| 4 t/ha compost con urea 20-0-0 | 33           | 2           | 35           | 94,28        | 5,714       | 100        |
| 4 t/ha compost con urea 40-0-0 | 35           | 0           | 35           | 100          | 0           | 100        |
| <b>PROMEDIO %</b>              | <b>33,44</b> | <b>1,22</b> | <b>34,66</b> | <b>96,48</b> | <b>3,52</b> | <b>100</b> |

Dentro la presente investigación se logró establecer el porcentaje de sobrevivencia de la planta de uma t´ula, llegando a establecer que las plantas obtenidas sin aplicación de compost y urea el porcentaje de sobrevivencia es del 100%, posteriormente de acuerdo a los diferentes niveles de compost y urea durante el crecimiento de la uma t´ula, se pudo establecer que sin la aplicación del compost y aplicando urea en niveles de 20-0-0 y 40-0-0 se ha establecido en promedio el porcentaje de sobrevivencia en un 95,31%; al aplicar compost 20 t/ha sin urea y con niveles de urea de 20-0-0 y 40-0-0, se pudo establecer en promedio porcentaje de sobrevivencia de 96,15 %, por último se estableció

que aplicando compost 40 t/ha sin urea y con niveles de urea de 20-0-0 y 40-0-0 se estableció un promedio porcentaje de sobrevivencia de 98,09%. Asimismo, se describe en el cuadro siguiente de manera individual los datos obtenidos durante las pruebas realizadas.

Los valores obtenidos y descritos, no deberían considerarse como efecto directo de la aplicación de compost y/o urea, puesto que, en compost no se ha aplicado los insumos, si no que las plantas fueron obtenidas con aplicación de compost y urea además del testigo. Por tanto e debe dar mayor atención al promedio general de sobrevivencia, lo cual es 96,48%.

Asimismo Espinoza, (2001), nos indica que un buen sistema radicular es el principal factor involucrado en una supervivencia exitosa de la planta, la cual provoca un buen crecimiento inicial de la planta en el momento del trasplante o llevado a un nuevo ambiente. Un sistema radicular bastante desarrollado puede aumentar el potencial de absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en un incremento del potencial de crecimiento de la planta. Además, puede influir en la tasa de transpiración e intercambio gaseoso corroborado.

**Cuadro 20. Evolución de altura - diámetro de la planta de una tula.**

| Nro | Tratamiento                    | Altura (cm)  |             | Diámetro foliar (cm) |             |
|-----|--------------------------------|--------------|-------------|----------------------|-------------|
|     |                                | Media        | D.E.        | Media                | D.E.        |
| 1   | Sin compost y sin urea         | 34,3         | 6           | 30,7                 | 3,7         |
| 2   | Sin compost con urea 20-0-0    | 34,0         | 6           | 30,6                 | 3,9         |
| 3   | Sin compost con urea 40-0-0    | 36,1         | 6           | 28                   | 4,46        |
| 4   | 2 t/ha compost sin urea        | 26,9         | 4           | 21,5                 | 3,21        |
| 5   | 2 t/ha compost con urea 20-0-0 | 28,8         | 5           | 21,1                 | 3,27        |
| 6   | 2 t/ha compost con urea 40-0-0 | 27,2         | 4           | 23,6                 | 6,48        |
| 7   | 4 t/ha compost sin urea        | 32,4         | 6           | 24,6                 | 3,8         |
| 8   | 4 t/ha compost con urea 20-0-0 | 31,7         | 3           | 25,8                 | 2,8         |
| 9   | 4 t/ha compost con urea 40-0-0 | 27,5         | 4           | 21                   | 3,23        |
|     | <b>PROMEDIO</b>                | <b>30,98</b> | <b>4,88</b> | <b>25,21</b>         | <b>3,87</b> |

La altura promedio alcanza en mes fue de 30,98 cm y el diámetro foliar es de 25,21 cm. Estos valores representan el tamaño de la planta que se puede alcanzar en condiciones de aridez de la zona, siendo muy alentador estos resultados para fines de cobertura del suelo y proteger el suelo contra la erosión eólica.

La altura media máxima alcanzada en la investigación realizada fue de 36,1 cm obtenida con el tratamiento; sin compost + urea 40-0-0 la cual presenta una media de 30,7 cm de

media de diámetro foliar, seguida por la altura media obtenida de: 34,3 cm; testigo la cual presenta una media de 30,7 cm de diámetro foliar, la altura media obtenida de 34 cm obtenida con el tratamiento; sin compost + urea 20-0-0 la cual presenta una media de 30,6 cm de diámetro foliar, la altura media obtenida de 32,4 cm obtenida con el tratamiento; compost 4 t/ha + urea 0-0-0 la cual presenta una media de 24,6 cm de diámetro foliar, la altura media de 31,7 cm obtenida con el tratamiento; compost 4 t/ha + urea 20-0-0 la cual presenta una media de 25,8 cm de diámetro foliar, la altura media obtenida de 28,8 cm obtenida con el tratamiento compost 2 t/ha + urea 20-0-0 la cual presenta una media de 21,1 cm de diámetro foliar, la altura media de 27,5 cm obtenida con el tratamiento compost 4/ha + urea 40-0-0 la cual presenta una media de 21 cm de diámetro foliar y por últimos la altura media de 26,9 cm obtenida con el tratamiento de compost 2 t/ha sin urea con una media de 21,5 cm de diámetro foliar.

Rodríguez (1997) al respecto menciona que un exceso de N puede tener efecto tóxico, reducir la acumulación de hidratos de carbono y en consecuencia se puede llegar a obtener plantas débiles, con pocas probabilidades de sobrevivir en campo

## 6. CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados y realizados los análisis estadísticos e interpretaciones se llegó a las siguientes conclusiones:

Los días de emergencia con la aplicación de diferentes niveles de compost de estiércol de llama son altamente significativos, debido a los factores que intervinieron: la luz la humedad el agua, etc influyeron al proceso de emergencia.

La tasa de crecimiento a los 111 días después de la siembra, la altura de la planta alcanzada con tratamientos de niveles de compost de estiércol de llama fue de 12,63 cm con la aplicación de compost 4 t/ha mientras que el testigo registro 8,12 cm de altura.

Para la variable número de ramas, los niveles de compost de llama ha reportado diferencias significativas destacándose como mejor tratamiento la aplicación de compost 4 t/ha dio un con promedio de 4,4 ramas primarias, frente al testigo que ha alcanzado en promedio 1,25 ramas primarias.

Con respecto al índice de esbeltez se reflejan diferencias, ya que los tratamientos que recibieron mayor nivel de compost de estiércol de llama alcanzaron valores más altos en relación a los otros tratamientos.

El peso verde de la planta establecidas en diferentes niveles de compost ha registrado diferencias significativas, destacándose como el mejor tratamiento la incorporación de compost 4 t/ha con 3,78 g frente al testigo que obtuvo 1,83 g.

La incorporación de diferentes niveles de compost para la variable peso seco ha reportado diferencias significativas con respecto al testigo, el peso mayor obtenido se registró con la aplicación compost 4 t/ha con 1,13 g en promedio frente a 0,66 g para el testigo

En el porcentaje de sobrevivencia se logró establecer 320 plantas de una t'ula, obteniendo los resultados correspondientes. Plantas desarrolladas con sustrato compost 4 t/ha + urea 20-0-0 y 40-0-0 se estableció un promedio de porcentaje de sobrevivencia de 98,09%; con sustrato urea 40-0-0-y 20-0-0 se ha registrado en promedio el porcentaje de sobrevivencia de un 95,31%.

En conclusión, la aplicación de compost, y compost más urea fue favorable para el mayor crecimiento de las plántulas y mayor índice de esbeltez. De la misma forma, el compost contribuyo a la sobrevivencia de los plantines establecidos en campo.

## **7. RECOMENDACIONES**

Es necesario seguir el desarrollo de una metodología de multiplicación para esta especie que no se extingan, sino al contrario poderlas multiplicar con el objetivo de repoblar el altiplano.

Para ello se recomienda la aplicación de un abono orgánico como ser el estiércol de llama, para acelerar el crecimiento de las plantas de uma t'ula u otras especies nativas con el fin del mejoramiento de los suelos degradados.

Se recomienda continuar con la investigación del efecto del compost en diferentes dosis. Con las investigaciones sobre t'ulas u otras especies arbustivas nativas ya que tienen un bajo costo así mismo estas especies tienen un efecto positivo al cambio climático, además contribuyen a la mejora de los suelos descubiertos y son adaptados a suelos con pocos nutrientes.

Es necesario poder encontrar otras formas alternas para la multiplicación masiva de uma t'ula con el fin de ayudar al altiplano en su repoblamiento, lo cual debe incluir la colecta de la semilla.

Es necesario incentivar a las investigaciones con arbustos nativos ya que algunas especies están desapareciendo por la frontera agrícola, así mismo poder r mantener estas especies arbustivas nativas en nuestro altiplano.

El compost de estiércol de llama permita a la planta aprovechar sus bondades del insumo orgánico es necesario realizar investigaciones en otros arbustos.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Alzérreca, H. A.; Cardozo, J.; Laura, P.; Calle, G.; Prieto, J.; Céspedes, J.; Cuti y V. Zárate. 2002a. Estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito boliviano en Sistema TDPS.- Bolivia. Informe final. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos, Programa de Naciones Unidas, Autoridad Binacional del Lago Titicaca. La Paz, Bolivia. 54 p.
- Alzérreca, H.; Calle, P.; Laura, J. 2002b. Asociación integral de ganaderos en camélidos de los Andes altos (AIGACAA) estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito Boliviano del sistema TDPS – Bolivia (sub contrato 21 07): Manual de manejo y uso sostenible de la tola y los tolares. La Paz, Bolivia. 32 p.
- Ayala, G. 1990. La. En agroecología y saber andino. AGRUCOPRATEC. Proyecto de Agrobiología de la Universidad de Cochabamba y Proyectos de Tecnologías campesinas. Lima. Perú. 146 p.
- Bonifacio A,; Aroni G.;Villca M.;Alcon M.;Ramos P. y Chambi L. 2014. Los arbustos nativos y las perspectivas de su contribución a la sostenibilidad de la producción de quinua. Revista de Agricultura 54: 73-83
- Mosquera, B, 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana: USAID. Consultado 30 may. 2021. Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)
- Calle, B. M. 2008. Evaluación Agronómica de la Maca (*Lepidium meyenii Walp*) bajo los efectos de fertilización orgánica en la Localidad de Jesús de Machaca – provincia Ingavi La Paz – Bolivia. Tesis Ing. Agr. 88 p.
- Picado J; Añasco a. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica. San José – Costa Rica. 65p.
- Céspedes, E. 2017. Técnicas de elaboración de insumos para la producción orgánica de cultivo. Cochabamba-Bolivia. Edición y diagramación



- CEDECO. 2005. Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica. San José – Costa Rica.
- Chillo E.2014. Efecto de abonos organicos y bioinsumos en el crecimiento de Uma t'ula (*Parasthephya lucida*) en el centro experimental quipaquipani, Viacha. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andres.84 p.
- Coronado, M. 1995. Agricultura orgánica versus agricultura convencional
- CHILÓN, E. 1997. Manual de Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Centro de Investigación y difusión de alternativas para el desarrollo CIDAT. La Paz, Bolivia. 185 p.
- Chilon, E. 2010. Compostaje alto andino, suelo vivo y cambio climático; terrazas precolombinas Taqanas Quillas y Wachus. 1ra ed. La Paz, Bolivia. 82 p.
- CLADES 1997. Concepción del suelo y evaluación de su calidad, Aportes de la agroecológica. Modulo II. 62-144 p.
- COOKE, G. 2007. Fertilizantes y sus Usos. Octava Impresión. México. 180p.
- Espinoza, J., Ortiz-Cerecés, J., Mendoza-Castillo, M.C., Villaseñor-Alba, J.A., Villegas-Monter, A., Peña-Valdivia, C., Almaguer-Vargas, G. 2001. Modelos de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 131 p.
- FAO 1983. El reciclaje de materia orgánica en la agricultura de América Latina Romana Boletín de suelos de la FAO. 162 p.
- FAO 1994. Desarrollo forestal comunal en el altiplano Boliviano: Leñosas útiles de Potosí. Potosí. 293 p.
- FAO, 2005. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Situación actual de los camélidos sudamericanos).Bolivia.13p

- FAO, 2002. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma); IFA (Asociación internacional de La industria de los Fertilizantes, Roma). Los fertilizantes y su uso. Roma, Italia. 77 p.
- García-Serrano, P. 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, gobierno de Madrid, España. 120 p.
- Garro, J. (2010). EL SUELO Y LOS ABONOS ORGÁNICOS. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>
- Gurrero, G, 1993. El suelo los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España, Editorial Mandí – prensa 9, 22,44.
- Huanca, M. 2016. Multiplicación masiva y crecimiento acelerado de sup'u t'ula (*Parastrephia lepidophylla*) con fines de repoblamiento en zonas productoras de quinua. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 88 p.
- IIP QOLLASUYO. 2003. Autoridad Binacional del Lago Titicaca. Macrozonificación Ambiental del Sistema TDPS. Bases para el Plan de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa (TDPS). Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. OEA, Puno.9 – 55 p.
- LOPEZ, A. 2007. Informe final del proyecto “Asistencia Técnica y Capacitación en Sistemas Agroforestales tipo Multiestratos”. ALADI. Montevideo – Uruguay. 47 p.
- Mateo, J. Bonifacio, R. Pérez, S. Mohedano, L. Capulín, J. 2011. Producción de (*Cedrela adorata* L.) En Sustrato a base de Aserrín crudo en / Sistema Tecnificado en Tecpan de Galeana. Guerrero, México. Raximbai 7 (1): 123 – 132.p.
- Osuna H.; Osuna A.; Fierro A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. Editorial ISBN universidad autónoma metropolitana. Consultado 24 mar. Disponible en

[http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.pdf](http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf)

- Orsag, V. 2009. Degradación de suelos en el altiplano boliviano causas y medidas de mitigación. Análisis IBEPA, La Paz, Bolivia v. 1, n. 3. 56 p.
- ORSAG, V. 2010. El recurso suelo principio para su manejo y conservación. Editorial Zeus. La Paz, Bolivia. 204 p.
- Paca, F.; Paca, R.; Palao, A.; Canaza, D.; Bustinza, H.; Vásquez, G.; Chambilla, R.; Chávez, M. 2003. Estudio de la thola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito Peruano del sistema TDPS. Puno, Perú. 32 p.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal de Uyuni 2008 – 2012) Programa No BOL/AIDCO/2002/0467 Apoyo al desarrollo Económico sostenible en Áreas Mineras Empobrecidas del occidente de Bolivia APEMIN II. Potosí, Bolivia. 151 p.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal de Viacha 2012 – 2016) Gobierno Autónomo Municipal Viacha Primera Sección - Provincia Ingavi. La Paz, Bolivia. 473 p.
- Pilar, R; María, M; Alberto, P. 2013. Manual de compostaje del agricultor, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 106 p.
- Quisbert, T.H. 2002. Mapeo y Evaluación de Praderas Nativas, Utilizando un sistema de Información Geográfico en la primera Sección, Provincia Gualberto Villarroel, Tesis Ing. Agr, Universidad Mayor de San Andrés, Resumen, La Paz, Bolivia. 10 p.
- Reynel, C. 1988. Plantas para leña en el sur occidente de Pun. Proyecto Arbolandino. Puno, Pero. 165 p.
- Roberts TL. s.f. El estiércol, almacén de nutrientes para la planta (en línea). Consultado el 29 de ene. del 2017. Disponible en: <http://Breves+El+Estiercol.pdf>.

- ROMERO, M. 1997. Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis de M.C. Colegio de Posgraduados, México.130p
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile.22 p.
- Sierra, C. 2010. La urea: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. Consultado 14 jun. Disponible en : <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4514>
- Ventura R. y Bonifacio A. 2018. Fenología reproductiva y crecimiento de plantines de ñak'a t'ula (*baccharis tola*) con fines de multiplicación dirigida. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 5(1): 27-36 p.

# **ANEXO**

**Anexo 1. Fotografía de descomposición del estiércol de llama (*Lama glama*).**



**Anexo 2. Fotografía de cosecha de compost de estiércol de llama (*Lama glama*).**



**Anexo 3. Fotografía de cosecha de estiércol de llama (*Lama glama*).**



**Anexo 4. Fotografía de siembra de semilla de una t'ula (*Parastrephya lucida*) en maceta.**



**Anexo 5. Fotografía del cubrimiento con sustrato fino en la maceta.**



**Anexo 6. Fotografía de las macetas en invernadero según diseño.**





**Anexo 7. Fotografía de plántulas de uma t'ula (*Parastrephya lucida*) en pleno crecimiento.**



**Anexo 8. Fotografía de las plántulas de uma t'ula (*Parastrephya lucida*) con hojas verdaderas.**



**Anexo 9. Fotografía de toma de datos de la altura de la planta.**



**Anexo 10. Fotografía de la plántula al primer mes en crecimiento.**



**Anexo 11. Fotografía con las muestras de planta para la toma de datos de peso verde.**



**Anexo 12. Fotografía para la toma de dato peso soco de la plántula.**



**Anexo 13. Fotografía en laboratorio para obtención de peso verde con ayuda de la balanza a precisión.**



**Anexo 14. Fotografía de aclimatación de las plántulas en vivero.**



**Anexo 15. Fotografía en laboratorio para la obtención de peso verde con ayuda de la balanza a precisión.**



**Anexo 16. Fotografía traslado de las plántulas en macetas a la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí).**



**Anexo 17. Fotografía de diseño de tres bolillos para el trasplante de las plántulas.**



**Anexo 18. Fotografía de la primera plántula en ser trasplantada en la comunidad de Chita (Uyuni-Potosi).**



**Anexo 19. Fotografía del repoblamiento de las plántulas de t'ula en el municipio de Chita (Uyuni-Potosí).**



**Anexo 20. Fotografía del trasplante de las plántulas de t'ula en la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí).**



**Anexo 21. Fotografía de la planta de uma t'ula (*Parastrephya lucida*) en el vivero de la comunidad de Chita (Uyuni-Potosí).**



**Anexo 22. Fotografía de la planta de Uma t'ula (*Parastrephya lucida*) en fase fenológica de floración.**

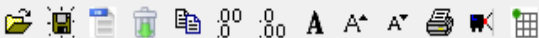




## Anexo 23. Fotografía del análisis de varianza para el número de ramas primarias.

InfoStat/L - Nueva tabla - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda



Nueva tabla : 21/04/2022 - 22:12:55 - [Versión : 01/11/2014]

### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| UN RAMAS | 36 | 0,78           | 0,57              | 22,89 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.     | SC    | gl | CM   | F     | p-valor | (Error)    |
|----------|-------|----|------|-------|---------|------------|
| Modelo.  | 31,03 | 17 | 1,83 | 3,68  | 0,0044  |            |
| BLOQUE   | 3,04  | 3  | 1,01 | 2,78  | 0,1322  | (BLOQUE*A) |
| A        | 16,16 | 2  | 8,08 | 22,22 | 0,0017  | (BLOQUE*A) |
| BLOQUE*A | 2,18  | 6  | 0,36 | 0,73  | 0,6297  |            |
| B        | 6,67  | 2  | 3,33 | 6,72  | 0,0066  |            |
| A*B      | 2,98  | 4  | 0,74 | 1,50  | 0,2443  |            |
| Error    | 8,94  | 18 | 0,50 |       |         |            |
| Total    | 39,96 | 35 |      |       |         |            |

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3637 gl: 6

| A    | Medias | n  | E.E. |   |
|------|--------|----|------|---|
| 2,00 | 3,62   | 12 | 0,17 | A |
| 1,00 | 3,48   | 12 | 0,17 | A |
| 0,00 | 2,13   | 12 | 0,17 | B |

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

## Anexo 24. Fotografía del análisis de varianza para el índice de esbeltez.

InfoStat/L - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

00 00 A A<sup>+</sup> A<sup>-</sup>

Nueva tabla : 31/03/2020 - 16:34:31 - [Versión : 01/11/2014]

### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| UN RAMAS | 36 | 0,78           | 0,57              | 22,89 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.     | SC    | gl | CM   | F     | p-valor | (Error)    |
|----------|-------|----|------|-------|---------|------------|
| Modelo.  | 31,03 | 17 | 1,83 | 3,68  | 0,0044  |            |
| BLOQUE   | 3,04  | 3  | 1,01 | 2,78  | 0,1322  | (BLOQUE*A) |
| A        | 16,16 | 2  | 8,08 | 22,22 | 0,0017  | (BLOQUE*A) |
| BLOQUE*A | 2,18  | 6  | 0,36 | 0,73  | 0,6297  |            |
| B        | 6,67  | 2  | 3,33 | 6,72  | 0,0066  |            |
| A*B      | 2,98  | 4  | 0,74 | 1,50  | 0,2443  |            |
| Error    | 8,94  | 18 | 0,50 |       |         |            |
| Total    | 39,96 | 35 |      |       |         |            |

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3637 gl: 6

| A    | Medias | n  | E.E.   |
|------|--------|----|--------|
| 2,00 | 3,62   | 12 | 0,17 A |
| 1,00 | 3,48   | 12 | 0,17 A |
| 0,00 | 2,13   | 12 | 0,17 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4964 gl: 18

| B    | Medias | n  | E.E.   |
|------|--------|----|--------|
| 2,00 | 3,67   | 12 | 0,20 A |
| 1,00 | 2,92   | 12 | 0,20 B |
| 0,00 | 2,65   | 12 | 0,20 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



**Anexo 26. Toma de datos de la altura de la planta uma t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| BLOQUE | A | B | Y1       | Y2       | Y3       | Y4       | Y5       | Y6       | Y7       | Y8       | Y9       | Y10       | Y11       |
|--------|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1      | 0 | 0 | 1,6      | 1,8      | 2,4      | 2,9<br>1 | 3,1      | 3,8      | 4,6      | 5,2      | 6,3<br>1 | 7,99      | 8,49      |
| 1      | 0 | 1 | 1,3<br>5 | 1,7<br>2 | 2,6      | 2,7<br>5 | 3,2<br>5 | 4,5<br>1 | 5,1<br>1 | 5,8<br>1 | 6,5      | 8,15      | 9,05      |
| 1      | 0 | 2 | 1,5      | 1,9<br>8 | 2,5<br>8 | 2,8<br>1 | 3,3<br>1 | 4,3      | 5,2      | 6,1<br>6 | 7,2      | 7,9       | 8,8       |
| 1      | 1 | 0 | 1,4      | 2,1      | 3        | 3,1<br>5 | 3,5<br>5 | 5,1<br>5 | 6,1      | 7,3<br>2 | 7,7      | 8,6       | 9,5       |
| 1      | 1 | 1 | 1,5<br>6 | 2,2      | 3,1      | 3,2<br>1 | 3,6<br>1 | 4,5<br>9 | 5,8<br>2 | 7,1<br>8 | 8,5<br>5 | 10,0<br>5 | 11,3      |
| 1      | 1 | 2 | 1,8      | 2,2<br>7 | 3,1<br>7 | 3,4<br>2 | 3,8<br>8 | 4,9      | 6,1<br>3 | 7,0<br>4 | 8,4<br>1 | 9,91      | 11,4<br>1 |
| 1      | 2 | 0 | 1,5<br>9 | 2,6      | 3,8<br>3 | 3,9<br>5 | 4,6<br>5 | 5,2<br>4 | 6,1<br>4 | 8,1<br>4 | 7,9<br>4 | 8,99      | 10        |
| 1      | 2 | 1 | 1,9      | 2,9      | 4,1<br>3 | 4,2<br>5 | 4,9<br>5 | 5,4<br>1 | 6,6<br>4 | 8,3<br>2 | 9,3<br>7 | 10,8<br>3 | 12,1      |
| 1      | 2 | 2 | 2,0<br>4 | 3,0<br>1 | 4,2<br>4 | 4,5<br>5 | 5,1      | 5,5<br>9 | 6,8<br>2 | 6        | 9,5<br>5 | 11,0<br>5 | 12,2<br>8 |
| 2      | 0 | 0 | 1,6      | 1,7<br>1 | 2,3<br>1 | 2,8<br>1 | 3        | 4,2      | 5,1      | 5,6      | 6,6      | 7,2       | 7,8       |
| 2      | 0 | 1 | 1,4<br>8 | 1,8      | 2,4      | 3,0<br>5 | 3,2<br>5 | 3,3      | 4,7      | 5,5<br>7 | 6,5      | 7,4       | 8,3       |

|   |   |   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |
|---|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 2 | 0 | 2 | 1,6      | 1,9<br>2 | 2,5<br>2 | 3,2      | 3,4      | 3,9<br>9 | 4,8<br>9 | 7        | 6,6<br>9 | 7,59      | 8,49      |
| 2 | 1 | 0 | 1,8<br>1 | 2,3<br>3 | 3,2<br>3 | 3,4<br>5 | 3,7<br>5 | 4,8      | 5,9      | 7,6<br>4 | 8,1      | 9,21      | 10,5      |
| 2 | 1 | 1 | 1,5<br>8 | 2,1<br>6 | 3,0<br>6 | 3,5<br>1 | 3,8<br>1 | 4,9<br>1 | 6,1<br>4 | 7,8<br>1 | 8,8<br>7 | 10,3<br>7 | 11,6      |
| 2 | 1 | 2 | 1,6<br>2 | 2,0<br>8 | 2,9<br>8 | 3,6<br>1 | 3,9<br>1 | 4,8<br>7 | 6,1      | 7,6<br>1 | 8,9<br>9 | 10,5<br>5 | 11,7<br>2 |
| 2 | 2 | 0 | 1,8<br>1 | 2,5<br>7 | 3,8      | 3,8<br>9 | 4,5<br>9 | 5,2      | 6,4      | 7,6<br>6 | 8,8<br>7 | 10        | 10,8      |
| 2 | 2 | 1 | 1,7<br>1 | 2,7      | 3,9<br>3 | 4,2      | 4,8      | 5,2      | 6,4<br>3 | 8,0<br>6 | 8,8<br>9 | 10,1<br>2 | 11,3<br>5 |
| 2 | 2 | 2 | 1,9<br>2 | 2,8<br>7 | 4,1      | 4,3<br>5 | 4,8<br>5 | 5,1<br>5 | 6,6<br>5 | 6,0<br>8 | 9,5<br>7 | 10,9<br>2 | 12,4<br>6 |
| 3 | 0 | 0 | 1,7      | 1,9<br>8 | 2,5<br>8 | 2,8<br>5 | 3,0<br>2 | 4,8      | 5,4<br>8 | 6,1      | 6,6<br>8 | 7,28      | 7,88      |
| 3 | 0 | 1 | 1,8      | 2        | 2,6      | 3,1      | 3,3      | 4,5      | 5,2      | 6,5<br>5 | 7        | 7,9       | 8         |
| 3 | 0 | 2 | 1,4      | 1,8      | 2,4      | 3,3      | 3,5      | 4,9<br>8 | 5,4<br>5 | 6,3      | 7,9<br>9 | 8,4       | 9         |
| 3 | 1 | 0 | 1,7<br>7 | 2,0<br>6 | 2,9<br>6 | 3,2      | 3,5      | 4,5      | 5,4      | 7,2<br>6 | 6,9      | 7,62      | 8,9       |
| 3 | 1 | 1 | 2,1<br>4 | 2,4<br>3 | 3,3<br>3 | 3,6      | 3,9      | 4,8      | 6,0<br>3 | 7,9<br>6 | 8,4<br>9 | 9,31      | 10,5<br>4 |

|   |   |   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |
|---|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 3 | 1 | 2 | 1,7<br>4 | 2,4      | 3,3      | 3,6<br>8 | 3,9<br>3 | 4,9<br>7 | 6,4<br>7 | 7,3<br>1 | 9,4<br>7 | 10,9<br>7 | 12,4<br>7 |
| 3 | 2 | 0 | 1,6<br>6 | 2,6      | 3,8<br>3 | 3,8<br>8 | 4,3<br>8 | 5,1      | 6        | 7,6<br>7 | 8,5      | 9,13      | 9,99      |
| 3 | 2 | 1 | 1,8      | 2,8      | 4,0<br>3 | 4,1<br>5 | 4,6<br>5 | 5,2<br>1 | 6,4<br>4 | 8,3<br>2 | 8,9      | 10,1<br>3 | 11,3<br>6 |
| 3 | 2 | 2 | 1,6<br>9 | 2,9      | 4,1<br>3 | 4,3<br>8 | 4,8<br>8 | 5,3<br>2 | 6,8<br>2 | 5,7      | 9,8<br>2 | 11,3<br>2 | 12,8      |
| 4 | 0 | 0 | 1,4      | 1,6      | 2,2      | 2,5      | 2,7      | 3,9      | 4,8      | 6,6      | 6,6      | 7,4       | 8,31      |
| 4 | 0 | 1 | 1,5<br>9 | 1,6      | 2,2<br>9 | 2,8      | 3        | 4,2      | 5,4<br>3 | 7,3<br>5 | 7,8<br>5 | 9,15      | 10,3<br>8 |
| 4 | 0 | 2 | 1,3<br>8 | 1,6<br>6 | 2,2<br>6 | 3        | 3,3      | 4,3<br>5 | 5,8<br>5 | 7,3<br>5 | 8,8<br>4 | 10,3<br>5 | 11,8<br>5 |
| 4 | 1 | 0 | 1,6<br>3 | 2,1<br>5 | 3,0<br>5 | 3,2      | 3,5      | 4,9      | 5,8      | 6,7<br>3 | 7,8      | 8,39      | 9,8       |
| 4 | 1 | 1 | 1,7      | 2,1<br>7 | 3,0<br>7 | 3,2<br>7 | 3,5<br>7 | 4,8<br>9 | 6,1<br>2 | 7,3<br>5 | 8,5<br>8 | 9,81      | 11        |
| 4 | 1 | 2 | 1,6<br>6 | 2,4<br>7 | 3,3<br>7 | 3,3<br>7 | 3,6<br>7 | 4,9<br>9 | 6,4<br>9 | 7,9<br>9 | 9,4<br>9 | 10,9<br>9 | 12,4<br>9 |
| 4 | 2 | 0 | 1,4      | 2,5<br>2 | 3,7<br>5 | 3,8<br>4 | 4,3<br>4 | 5,0<br>2 | 6,2<br>5 | 7,4<br>8 | 8,7<br>1 | 9,94      | 11,1<br>7 |
| 4 | 2 | 1 | 1,8<br>4 | 2,9      | 4,1<br>3 | 4,4      | 4,9      | 5,2<br>5 | 6,4<br>8 | 7,9<br>8 | 9,2<br>1 | 10,3<br>4 | 11,4<br>9 |
| 4 | 2 | 2 | 2,1      | 3,1      | 4,3<br>3 | 4,5<br>5 | 5,0<br>1 | 5,5      | 6,9      | 8,4      | 9,9      | 11,0<br>5 | 13        |

**Anexo 27. Datos de índice de esbeltez de plantines de uma t'ula (*Parastrephya lucida*).**

| <b>BLOQUE</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>DIAMETRO</b> | <b>ALTURA</b> |
|---------------|----------|----------|-----------------|---------------|
| 1             | 0        | 0        | 0,1088          | 11,31         |
| 1             | 0        | 1        | 0,1153          | 11,55         |
| 1             | 0        | 2        | 0,1095          | 10,41         |
| 1             | 1        | 0        | 0,1058          | 10,12         |
| 1             | 1        | 1        | 0,1131          | 10,54         |
| 1             | 1        | 2        | 0,1097          | 9,1           |
| 1             | 2        | 0        | 0,18            | 11,31         |
| 1             | 2        | 1        | 0,0163          | 11,04         |
| 1             | 2        | 2        | 0,1123          | 12,08         |
| 2             | 0        | 0        | 0,111           | 9,94          |
| 2             | 0        | 1        | 0,1293          | 9,79          |
| 2             | 0        | 2        | 0,118           | 11,75         |
| 2             | 1        | 0        | 0,1264          | 12,66         |
| 2             | 1        | 1        | 0,1353          | 11,43         |
| 2             | 1        | 2        | 0,1253          | 11,29         |
| 2             | 2        | 0        | 0,1211          | 11,57         |
| 2             | 2        | 1        | 0,1313          | 9,7           |
| 2             | 2        | 2        | 0,1196          | 13,01         |
| 3             | 0        | 0        | 0,112           | 9             |

|          |          |          |               |              |
|----------|----------|----------|---------------|--------------|
| <b>3</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0,1236</b> | <b>9,96</b>  |
| <b>3</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>0,1241</b> | <b>10,49</b> |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0,1252</b> | <b>12,7</b>  |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0,1214</b> | <b>13,28</b> |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>0,1206</b> | <b>10,13</b> |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0,1278</b> | <b>9,98</b>  |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>0,1204</b> | <b>11,29</b> |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0,13</b>   | <b>11,23</b> |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0,1224</b> | <b>10,07</b> |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0,1181</b> | <b>9,98</b>  |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>0,1146</b> | <b>10</b>    |
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0,1233</b> | <b>11,18</b> |
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0,133</b>  | <b>11,15</b> |
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>0,121</b>  | <b>10,5</b>  |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0,1219</b> | <b>11,11</b> |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>0,1136</b> | <b>9,91</b>  |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0,1176</b> | <b>11,51</b> |



**Anexo 28. Datos de peso verde y peso seco de las plantulas de Uma t'ula  
(*Parastrephya lucida*).**

| <b>BLOQUE</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>Y1(HUMEDO)</b> | <b>Y2(SECO)</b> |
|---------------|----------|----------|-------------------|-----------------|
| 1             | 0        | 0        | 1,5899            | 0,7732          |
| 1             | 0        | 1        | 2,246             | 0,7723          |
| 1             | 0        | 2        | 2,1017            | 0,6773          |
| 1             | 1        | 0        | 2,4177            | 0,9076          |
| 1             | 1        | 1        | 2,9298            | 0,9812          |
| 1             | 1        | 2        | 2,5818            | 0,8825          |
| 1             | 2        | 0        | 2,8586            | 0,9364          |
| 1             | 2        | 1        | 3,1298            | 1,0996          |
| 1             | 2        | 2        | 4,428             | 1,1877          |
| 2             | 0        | 0        | 1,6054            | 0,8088          |
| 2             | 0        | 1        | 1,9691            | 0,77            |
| 2             | 0        | 2        | 2,4142            | 1,2227          |
| 2             | 1        | 0        | 2,4401            | 0,5071          |
| 2             | 1        | 1        | 2,6114            | 0,6896          |
| 2             | 1        | 2        | 2,6017            | 0,7807          |

|          |          |          |               |               |
|----------|----------|----------|---------------|---------------|
| <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>2,6606</b> | <b>0,6325</b> |
| <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>3,1375</b> | <b>0,8535</b> |
| <b>2</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>3,9552</b> | <b>0,8915</b> |
| <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1,8696</b> | <b>0,3031</b> |
| <b>3</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1,9947</b> | <b>0,583</b>  |
| <b>3</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>2,4773</b> | <b>0,9405</b> |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>2,3017</b> | <b>0,5367</b> |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2,2674</b> | <b>0,7495</b> |
| <b>3</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>4,7292</b> | <b>0,9443</b> |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>3,9246</b> | <b>1,386</b>  |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>3,0448</b> | <b>1,007</b>  |
| <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>4,3672</b> | <b>1,4678</b> |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1,4345</b> | <b>0,4899</b> |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2,3017</b> | <b>0,7696</b> |
| <b>4</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>2,5259</b> | <b>0,7876</b> |
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>2,6076</b> | <b>0,8912</b> |
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2,8792</b> | <b>0,7904</b> |

|          |          |          |               |               |
|----------|----------|----------|---------------|---------------|
| <b>4</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>2,5259</b> | <b>0,9774</b> |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>2,8259</b> | <b>0,8977</b> |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>3,6249</b> | <b>1,0953</b> |
| <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>4,0312</b> | <b>1,4316</b> |

**Anexo 29. Evaluación de días de crecimiento de a las plantas de una túla.**

|              | ( CM)             | <b>PROMEDIO DE ALTURA POR TRATAMIENTOS (CM)</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------|-------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>FECHA</b> | <b>EVALUACION</b> | <b>T1</b>                                       | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> | <b>T8</b> | <b>T9</b> |
| 02/09/2019   | 1                 | 1,4   | 1,53      | 1,47      | 1,65      | 1,74      | 1,71      | 1,62      | 1,81      | 1,94      |
| 10/09/2019   | 2                 | 1,77  | 1,8       | 1,84      | 2,16      | 2,24      | 2,31      | 2,57      | 2,82      | 2,97      |
| 23/09/2019   | 3                 | 2,37  | 2,47      | 2,44      | 3,06      | 3,14      | 3,2       | 3,8       | 4,05      | 4,17      |
| 04/10/2019   | 4                 | 2,74  | 2,86      | 3,08      | 3,3       | 3,38      | 3,52      | 3,61      | 4,23      | 4,45      |
| 14/10/2019   | 5                 | 2,95  | 3,2       | 3,28      | 3,57      | 3,72      | 3,83      | 4,49      | 4,82      | 4,96      |
| 24/10/2019   | 6                 | 4,17  | 4,12      | 4,4       | 4,84      | 4,86      | 4,93      | 5,14      | 5,25      | 5,39      |
| 07/11/2019   | 7                 | 4,99  | 5,11      | 5,15      | 5,8       | 6,02      | 6,29      | 6,19      | 6,49      | 6,79      |
| 19/11/2019   | 8                 | 5,75  | 6,02      | 6,37      | 6,7       | 7,35      | 7,73      | 7,36      | 7,86      | 8,23      |
| 28/11/2019   | 9                 | 6,54  | 6,96      | 7,4       | 7,62      | 8,62      | 9,09      | 8,5       | 9,09      | 9,66      |
| 09/12/2019   | 10                | 7,46  | 8,15      | 8,4       | 8,56      | 8,62      | 9,55      | 10,5      | 10,61     | 11,08     |
| 19/12/2019   | 11                | 8,12  | 8,9       | 9,53      | 9,68      | 11,11     | 11,2      | 10,61     | 11,57     | 12,63     |

|                           |                                |                             |                             |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>NIVELES DE COMPOST</b> | SIN COMPOST                    | 20 T/HA<br>COMPOST          | 40 T/HA<br>COMPOST          |
| <b>NIVLES DE UREA</b>     | SIN UREA -<br>20% -40%<br>UREA | SIN UREA -<br>20% -40% UREA | SIN UREA -20% -<br>40% UREA |