

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ÑAK'A T'ULA (*Baccharis tola* Phill)
CON FERTILIZACIÓN FOLIAR EN VIVERO DE K'IPHAK'IPHANI Y
SOBREVIVENCIA DE PLANTINES EN FRANJAS DE REPOBLAMIENTO EN
CHACALA, MUNICIPIO DE UYUNI, POTOSI**

POR: JHOVANA NANCY CHOQUE QUISPE

LA PAZ - BOLIVIA

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ÑAK'A T'ULA (*Baccharis tola* Phill)
CON FERTILIZACIÓN FOLIAR EN VIVERO DE K'IPHAK'IPHANI Y
SOBREVIVENCIA DE PLANTINES EN FRANJAS DE REPOBLAMIENTO EN
CHACALA, MUNICIPIO DE UYUNI, POTOSI**

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

JHOVANA NANCY CHOQUE QUISPE

Asesor:

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores

Tribunal Revisor:

Ing. Ph. D. Vladimir Orsag Céspedes

Ing. M.Sc. Eduardo Chilon Camacho

Ing. Esther Tinco Mamani

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

2019

DEDICATORIA

A mis padres Jaime Raúl Choque Mamani y Fermina Modesta Quispe de Choque que me han dado la existencia; y en ella la capacidad de superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida. Gracias por ser como son, por su presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mis hermanos en especial a Celso Nano Choque Quispe (*f*) (Dios lo tenga en su santa gloria), a mi querida hermana Elvira Luisa Choque Quispe, a mi esposo Edwin Cusi.

Sin sus consejos y apoyo esto no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo de tesis de grado deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a aquellas personas que me dieron apoyo, una mano incondicional, un aliento para seguir en camino y cumplir mis metas planteadas.

Agradezco a Dios por el camino en el que me guía día tras día con su compañía.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por haberme formado en sus aulas, a los catedráticos por los conocimientos y experiencias impartidas en mis años de estudio.

A la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) por abrirme las puertas permitiéndome la realización del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a mi asesor Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores, por aceptar la tutoría de esta tesis, por sus sabias contribuciones, dedicación constante, paciencia 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: Ing. M. Sc. Eduardo Chilon Camacho, Ing. Ph. D. Vladimir Orsag Céspedes e Ing. Esther Tinco Mamani.

A mis queridos padres Jaime Choque y Fermina Quispe por haberme brindado todo su amor, cariño y comprensión quienes me enseñaron que en la vida se debe luchar para alcanzar una meta. A mis hermanos en especial a Celso Choque (†) que desde el cielo ilumina mi camino para seguir adelante, a mi hermana Elvira Choque que siempre se preocupó por mí, dándome palabras de aliento para seguir adelante, a mi esposo Edwin Cusi por el apoyo incondicional brindado durante el proceso de elaboración de la investigación .

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN	XII
SUMMARY	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.I
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	3
2.3. HIPÓTESIS	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA T'ULA	4
3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
3.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	5
3.4. FASE FENOLÓGICA DE LA T'ULA	7
3.4. CARACTERIZACIÓN DE LA T'ULA	7
3.4.1. Ecología y clima.....	7
3.4.2. Suelo.....	8
3.4.3. Propagación de la t'ula	8
3.4.3.1. Propagación natural.....	8
3.4.3.2. Propagación artificial	8
3.5. RECOLECCIÓN DE SEMILLA Y MULTIPLICACIÓN DE T'ULA.....	9
3.6. IMPORTANCIA Y USO DE LOS T'ULARES	9
3.7. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LOS T'ULARES	11

3.7.1 Extracción indiscriminada de las t'ulas	11
3.7.2. Sobrepastoreo	11
3.7.3. Expansión de la frontera agrícola	12
3.7.4. Crecimiento demográfico	12
3.7.5. Erosión de suelos por vientos y lluvias	13
3.8. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS CON T'ULAS	13
3.8.1. Cortinas rompevientos	13
3.8.2. Barreras vivas	13
3.8.3. Formación de terrazas con trasplante de t'ulas	14
3.9 FERTILIZACIÓN FOLIAR.....	15
3.9.1. Absorción foliar de nutrientes a través de la hoja	17
3.9.2. Factores que afectan a la fertilización foliar	18
3.9.3. Tipos de fertilizantes foliar	19
3.9.3.1. Fertilizantes foliares químicos	19
3.9.3.2. Abonos foliares orgánicos	19
3.10. SUSTRATOS UTILIZADOS	20
3.10.1 Turba	20
3.10.2. Suelo.....	22
3.10.3. Arena	23
3.11. TRASPLANTE	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1. LOCALIZACIÓN	25
4.1.1. Ubicación geográfica de Viacha	25
4.1.1.1. Clima	26
4.1.1.2. Suelo	26
4.1.1.3. Vegetación.....	26
4.1.2. Ubicación geográfica de Chacala	27
4.1.2.1. Clima	27
4.1.2.2. Suelo	28
4.1.2.3. Vegetación.....	28
4.2. MATERIALES.....	29

4.2.1. Material vegetal.....	29
4.2.2. Material Orgánico.....	29
4.2.3. Enmienda química	30
4.2.3.1. Fertilizantes utilizados y su composición química	30
4.2.4. Material de campo	32
4.2.5. Material de laboratorio	32
4.2.6. Material de gabinete	32
4.3. MÉTODO	32
4.3.1. Procedimiento Experimental	32
4.3.1.1. Primera fase experimental.....	32
4.3.1.2. Segunda fase experimental	35
4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	37
4.4.1. Modelo Lineal Aditivo.....	37
4.4.2. Características del campo experimental	37
4.4.3. Croquis del experimento	38
4.5. VARIABLES DE RESPUESTA	39
4.5.1. Porcentaje de germinación	39
4.5.2. Porcentaje de emergencia	39
4.5.3. Altura de planta (cm).....	39
4.5.4. Número de ramas	39
4.5.5. Número de hojas.....	40
4.5.6. Diámetro de tallo.....	40
4.5.7. Porcentaje de materia seca	40
4.5.8. Índice de esbeltez	40
4.5.9. Peso fresco de las plántulas	40
4.5.10. Peso seco de las plántulas	40
4.5.11. Diámetro del cuello de la planta (vigor).....	41
4.5.12. Tolerancia al estrés en transporte.....	41
4.5.13. Porcentaje de prendimiento en campo	41
4.5.14. Porcentaje de sobrevivencia	41
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42

5.1. DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS DURANTE EL ESTUDIO EN EL MUNICIPIO DE VIACHA.	42
5.1.1. Precipitación	42
5.1.2. Temperatura.....	43
5.2. DATOS METEOROLÓGICOS PARA EL MUNICIPIO DE UYUNI.....	44
5.2.1. Precipitación	44
5.2.2. Temperatura.....	45
5.3. Variables de respuesta.....	46
5.3.1. Porcentaje de germinación.....	46
5.3.2. Porcentaje de días a la emergencia.....	48
5.3.3. Altura de planta (cm)	49
5.3.4. Curva de crecimiento	49
5.3.5. Número de ramas	52
5.3.6. Relación altura de planta Vs número de ramas	53
5.3.6. Número de hojas.....	54
5.3.7. Diámetro de tallo.....	55
5.3.8. Porcentaje de materia seca	57
5.3.9. Índice de esbeltez	58
5.3.8. Peso fresco de las plántulas	59
5.3.8.1. Relación peso fresco de las plántulas VS altura de planta.....	60
5.3.9. Peso seco de las plántulas	61
5.3.10. Diámetro del cuello de la planta (vigor)	62
5.3.10. Tolerancia al estrés en transporte.....	64
5.3.11. Porcentaje de prendimiento en campo	64
5.3.12. Porcentaje de sobrevivencia	65
6. CONCLUSIONES.	66
7. RECOMENDACIONES	68
8. BIBLIOGRAFÍA	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características morfológicas de la t'ula (<i>Baccharis tricuneata</i>)	6
Figura 2. Fenología de las especies arbustivas.	7
Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Viacha	25
Figura 4. Ubicación geográfica del municipio de Uyuni donde se efectuó el trasplante de las plántulas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola</i> Phill).....	27
Figura 5. Croquis Experimental	38
Figura 6. Precipitación pluvial registrada durante la evaluación en el municipio de Viacha (2016 - 2017).....	42
Figura 7. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante la evaluación en el municipio de Viacha (2016 - 2017).....	43
Figura 8. Precipitación pluvial registrada durante la evaluación en el municipio de Uyuni (2017).....	44
Figura 9. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante la evaluación en el municipio de Uyuni (2017).....	45
Figura 10. Porcentaje de germinación para los días evaluados desde el inicio hasta la finalización de la germinación.	47
Figura 11. Porcentaje de emergencia para los días evaluados desde el inicio hasta el 50% de la emergencia.....	49
Figura 12. Promedio de medias entre tratamientos para la altura de planta de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola</i> Phill) con el efecto de fertilizante foliar.....	50
Figura 13. Curva de crecimiento en altura de planta a lo largo de la evaluación.	51
Figura 14. Promedio de medias entre tratamientos para el número de ramas con la prueba Duncan al 5 %.....	53
Figura 15. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.	53
Figura 16. Promedio de medias entre tratamientos para el número de hojas con la prueba Duncan al 5 %.....	55
Figura 17. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de tallo con la prueba de Duncan al 5 %.....	56

Figura 18. Promedio de medias entre tratamientos para el porcentaje de materia seca con la prueba Duncan al 5%.	57
Figura 19. Promedio de medias entre tratamientos para el índice de esbeltez con la prueba de Duncan al 5 %.	58
Figura 20. Promedio de medias entre tratamientos para el peso fresco de las plántulas con la prueba de Duncan al 5 %.	60
Figura 21. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.	60
Figura 22. Promedio de medias entre tratamientos para el peso seco de las plántulas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>) con la prueba de Duncan al 5 %.	62
Figura 23. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de cuello de plántulas con la prueba de Duncan al 5%.	63
Figura 24. Tolerancia al estrés en transporte.	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro. 1 Características físicas de las turbas.....	21
Cuadro. 2 Análisis de suelos.....	29
Cuadro. 3 Análisis de turba.....	29
Cuadro. 4 Composición química del Nitro - 30 sm	30
Cuadro. 5 Composición química del fosfol	31
Cuadro. 6 Composición química del Rendimax.....	31
Cuadro. 7 Composición y dosis de los fertilizantes	34
Cuadro. 8 Prueba de germinación de la semilla de ñak'a t'ula en ambiente atemperado.....	46
Cuadro. 9 Porcentaje de emergencia de las semillas de ñak'a t'ula.	48
Cuadro. 10 Análisis de varianza para la altura de planta de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).	50
Cuadro. 11 Análisis de varianza para el numero de ramas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	52
Cuadro. 12 Análisis de varianza para el numero de hojas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	54
Cuadro. 13 Análisis de varianza para el diámetro de tallo de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	56
Cuadro. 14 Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca.....	57
Cuadro. 15 Análisis de varianza para el índice de esbeltez de plántulas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	58
Cuadro. 16 Análisis de varianza para el peso fresco de plántulas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	59
Cuadro. 17 Análisis de varianza para el peso seco de las plántulas de ñak'a t'ula (<i>Baccharis tola Phill</i>).....	61
Cuadro. 18 Análisis de varianza para el diámetro de cuello de la planta (vigor).	63
Cuadro. 19 Porcentaje de prendimiento en campo	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Siembra en bandejas almacigueras.	75
Anexo 2 Traslado de bandejas a un ambiente atemperado.	75
Anexo 3 Emergencia de las plántulas.	76
Anexo 4 Traslado de bandejas al vivero.	76
Anexo 5 Siembra de semillas de ñak'a t'ula en capsulas petri con cuatro repeticiones.	77
Anexo 6 Capsulas petri en la cámara germinadora.	77
Anexo 7 Semillas germinadas.	77
Anexo 8 Fase de crecimiento.	78
Anexo 9 Fase de ramificación.	78
Anexo 10 Fertilizantes foliares.	79
Anexo 11 Aplicación de los fertilizantes foliares a las plántulas.	79
Anexo 12 Medición de diámetro de tallo en plántulas de ñak'a t'ula.	79
Anexo 13 Peso de plántulas en la balanza electrónica.	80
Anexo 14 Trazado de franjas.	80
Anexo 15 Preparación de hoyos.	80
Anexo 16 Hilera de plántulas.	81
Anexo 17 Trasplante.	81
Anexo 18 Prendimiento de plántulas de ñak'a t'ula.	82
Anexo 19 Supervivencia de plántulas de ñak'a t'ula.	82

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de conocer el efecto de tres tipos de fertilizantes foliares en el crecimiento de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) y la sobrevivencia de plantines a campo abierto, con fines de repoblamiento en zonas productoras de quinua donde la vegetación nativa ha sido removida en grandes extensiones para ampliar la frontera agrícola. Los problemas causados a razón de esta actividad provoca la erosión eólica. Las franjas de repoblamiento con ñak'a t'ula son una alternativa ante esta problemática, por lo que se busca mejorar el crecimiento de esta especie utilizando fertilizantes foliares.

El trabajo se realizó en dos etapas, la primera etapa en el Centro Experimental de K'iphak'iphani perteneciente a la Fundación PROINPA, ubicada en la localidad de Viacha del departamento de La Paz, Bolivia. Para la investigación se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las dosificaciones para cada tratamiento fueron T-1=Testigo (no fue sometido a ningún tipo de tratamiento), T-2 = Rendimax (Fertilizante foliar químico con micronutrientes a dosis de 3,75 ml / ½ l Agua), T-3 = Fosfol (Fertilizante foliar químico con macronutrientes a dosis de 2,5 ml / ½ l Agua), T-4 = Nitro – 30 srn (Fertilizante foliar químico con macronutrientes a dosis de 4 ml / ½ l Agua). La aplicación de los tratamientos fue cada 10 y 28 días. En cuanto a los resultados obtenidos, el efecto de los fertilizantes foliares han tenido respuestas favorables con diferencias significativas. En la altura de planta alcanzó un promedio de 7,67 y 6,86 cm con los tratamientos Nitro – 30 srn y Fosfol respectivamente, los menores promedios corresponden a Rendimax y al testigo, el número de ramas tanto como el número de hojas alcanzaron promedios de 4,92 ramas y 159,87 hojas ambas variables con el fertilizante foliar Nitro – 30 srn.

La segunda etapa se llevó a cabo en la comunidad de Chacala ubicada en el municipio de Uyuni del departamento de Potosí, Bolivia 2017, teniendo como variables de respuesta al porcentaje de prendimiento y porcentaje de sobrevivencia. Se trasplantaron 200 plántulas en tres hileras en franjas de repoblamiento, el porcentaje de prendimiento fue 97,92 %. En cuanto al porcentaje de sobrevivencia,

una gran mayoría de las plántulas no sobrevivieron debido a las condiciones climáticas presentadas en esas épocas (otoño e invierno).

SUMMARY

The present investigation was carried out with the purpose of knowing the effect of three types of foliar fertilizers on the growth of ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) and the survival of seedlings in the open field, with the purpose of repopulation in producing areas of quinoa where the native vegetation has been removed in large areas to expand the agricultural frontier. The problems caused by this activity cause wind erosion. The zones of repopulation with ñak'a t'ula are an alternative to this problem, which is why we seek to improve the growth of this species using foliar fertilizers.

The work was carried out in two stages, the first stage in the Experimental Center of K'iphak'iphani belonging to the PROINPA Foundation, located in the town of Viacha in the department of La Paz, Bolivia. For the research, the experimental design of random blocks with four treatments and five repetitions was used. The dosages for each treatment were T-1 = Control (did not undergo any type of treatment), T-2 = Rendimax (Chemical foliar fertilizer with micronutrients at a dose of 3.75 ml / ½ l Water), T- 3 = Fosfol (Chemical foliar fertilizer with macronutrients at a dose of 2.5 ml / ½ l Water), T- 4 = Nitro - 30 srn (Chemical foliar fertilizer with macronutrients at a dose of 4 ml / ½ l Water). The application of the treatments was every 10 and 28 days. Regarding the results obtained, the effect of foliar fertilizers have had favorable responses with significant differences. In the height of plant it reached an average of 7.67 and 6.86 cm with the treatments Nitro - 30 srn and Fosfol respectively the lowest averages correspond to Rendimax and to the control, the number of branches as well as the number of leaves reached averages of 4.92 branches and 159.87 leaves both variables with the foliar fertilizer Nitro - 30 srn.

The second stage was carried out in the community of Chacala located in the municipality of Uyuni of the department of Potosí, Bolivia 2017, having as response variables the percentage of arrest and percentage of survival. 200 seedlings were transplanted in three rows in repopulation bands, the percentage of capture was 97.92%. Regarding the percentage of survival a great majority of the seedlings did not survive due to the climatic conditions presented in those times (autumn and winter).

1. INTRODUCCIÓN

En la región andina de Bolivia existen diversas especies de arbustos nativos (t'ulas) entre ellos se encuentra la ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill). Esta especie arbustiva tiene una amplia distribución en los altiplanos central y sur, en las serranías, laderas bajas de la cordillera oriental y occidental. La t'ula es una planta estratégica en la conservación y recuperación de suelos además de que pueden aportar con materia orgánica al suelo sirve como protector de la erosión hídrica y eólica. El altiplano sur cuenta con suelos de baja fertilidad natural, escasa vegetación favoreciendo la erosión de los suelos pese a todo esto la quinua se destaca por ser un cultivo no tan exigente en cuanto a nutrientes. En las zonas productoras de quinua, la vegetación nativa ha sido removida en grandes extensiones para ampliar la frontera agrícola. La remoción vegetal sin planificación técnica, ha derivado en la exposición a la erosión eólica de grandes superficies, pérdida de la biodiversidad, para ello se debe regenerar alternativas para dar soluciones rápidas y efectivas.

Las sugerencias técnicas para el manejo de suelos, incluye entre otras, el establecimiento de barreras vivas y físicas, uso de materia orgánica, repoblamiento vegetal entre otras alternativas. Sin embargo, no se cuenta con experiencias replicables para establecer barreras vivas mucho menos para el repoblamiento vegetal.

La ñak'a 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 y opciones de escalamiento.

La ñak'a t'ula es una especie propia del altiplano, tiene ventajas de su adaptación en las zonas productoras de quinua, pero, muy poca atención ha merecido para su aprovechamiento, contándose solamente con el saber local sobre sus bondades. En las especies nativas, no se dispone de información sobre el manejo dirigido, mucho menos se cuenta con experiencias replicables en las zonas productoras de quinua.

Bonifacio *et al.* (2014), mencionan que en algunas comunidades productoras de quinua, se logró observar parcelas abandonadas que después de haber sido cultivadas con quinua por varios años, han perdido su capacidad productiva. Es común observar parcelas de 10 a 20 o más hectáreas que se han convertido en arenales. En una estimación preliminar en la comunidad de Chacala, los arenales pueden alcanzar a 600 ha, siendo muy susceptibles a la erosión eólica.

La degradación de las coberturas vegetales en la región del altiplano sur por actividades antrópicas (ganadería, extracción de t'ula y yareta). Es una causa fundamental para el deterioro de los suelos y medio ambiente en general. La extracción de la t'ula, para su uso como leña en hogares, panaderías, ladrilleras y yeseras del altiplano, hace que anualmente se deforeste cerca de 1600 km, situación que está acelerando los procesos de salinización, sodificación y erosión de suelos (Orsag, V. 2009).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el crecimiento de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) con fertilización foliar en vivero de K'iphak'iphani y sobrevivencia de plantines en franjas de repoblamiento en la comunidad de Chacala, municipio de Uyuni, departamento de Potosí.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar la respuesta de plantines de ñak'a t'ula (*Baccharis tola phill*) a la aplicación de fertilizantes foliares.
- Evaluar el crecimiento de plantines de ñak'a t'ula (*Baccharis tola phill*) con la aplicación de fertilización foliar.
- Determinar el prendimiento en franjas de repoblamiento vegetal en la zona productora de quinua.
- Evaluar la sobrevivencia de plantines en las franjas según el tamaño de plantines.

2.3. HIPÓTESIS

- La repuesta de plantines de ñak'a t'ula (*Baccharis tola phill*), no presenta diferencia a la aplicación de fertilizante foliar.
- El crecimiento de plantines de ñak'a t'ula (*Baccharis tola phill*), no presenta diferencia a la aplicación de fertilizante foliar.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Zonas de distribución de la t'ula

En Bolivia los t'ulares se encuentran en gran parte del Altiplano su distribución es más frecuente en los Altiplanos Central y Sud y en las serranías y laderas bajas de las Cordilleras Oriental y Occidental. Y el Alto Andino árido y semiárido (Alzérreca, *et al.* 2002).

3.2. Clasificación taxonómica

Cabrera, citado por Alzérreca, H. *et al.* (2002), menciona la clasificación taxonómica de la t'ula (*Baccharis incarum*) es la siguiente:

Clase:	Dicotyledoneae
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Compositae
Tribu:	Asterea
Género:	<i>Baccharis</i>
Especie:	<i>Incarum</i>
Nombre científico:	<i>Baccharis incarum</i>
Nombre común:	Ñakatola, lejía, lejítola

3.3. Descripción morfológica

Paca, F. *et al.* (2003), mencionan que el género *Baccharis* tiene las siguientes características morfológicas:

Aspecto general, Arbusto que logra medir hasta 1,2 m de altura, muy ramificado y lignificado desde la base, apretado de follaje en las partes terminales y distinguibles por sus hojas pequeñas, coriáceas y muchas veces con tres dientes menudos. Las flores están en cabezuelas blanquecinas pequeñas.

Ramitas, muy nudosas sobre todo hacia las partes apicales, aristadas, de color marrón claro o verde, cilíndricas de 0,3 – 0,5 cm de diámetro.

Hojas, sésiles oblanceolado – espatulada de 0,6 – 1,2 cm de largo por 0,2 – 0,5 cm de ancho, enteras o con 1 a 2 dientes de cada lado.

Inflorescencias, en cabezuelas axilares o terminales de 0,5 – 1 cm de longitud, solitarias o en grupos de dos o más, multibracteadas, con pedúnculos cortos, de 2 – 3 mm de longitud, de color blanquecino.

Flores, la especie es dioica.

Flores masculinas, de unos 0,7 mm de longitud, el papus y la corola pilosos, ésta con cinco dientes en la parte terminal. Los estambres son 5, con anteras muy alargadas y amarillas cuando están frescas. En las flores masculinas el gineceo es reducido (infértil) y el estigma brevemente exserto.

Flores femeninas, algo más grandes que las masculinas, con el papus glabro, la corola filiforme, raramente pilosa en la parte distal, conteniendo en su interior el gineceo que es exserto.

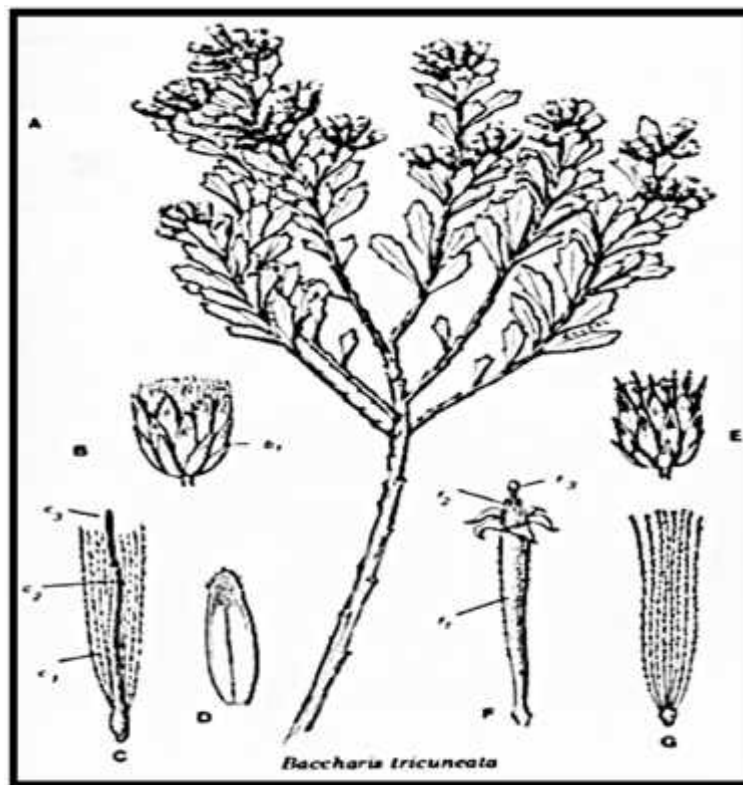
Fruto, un aquenio de 0,5 – 1,3 cm de longitud, alargado, glabro, con el papus blanquecino.

Linares (2008), describe a *Baccharis* como un arbusto perennifolio, de hasta 70 cm y 60 cm de diámetro, muy ramificado. Hojas alternas, sésiles, de forma espatulada,

ápice redondeado y margen entero, nervadura hifódroma, muy pequeñas de hasta 6 mm de largo. Inflorescencia en capítulo, involucre formado por 3 filas de brácteas. Flores tubulosas, pentadentadas, hermafroditas, actinomorfas, de color blanco; cáliz formado por un penacho de pelos; estambres de anteras unidas; gineceo con ovario ínfero, estilo simple, apical. Fruto, un aquenio.

Reynel, C. (1988), indica las características de la t'ula que se muestra en la siguiente figura 1.

Figura 1. Características morfológicas de la t'ula (*Baccharis tricuneata*)



Fuente: Reynel, C. (1988), A. Ramita florida, mostrando las hojas, que tienen un dentado característico. B. Cabezuela femenina, mostrando las brácteas involucrales (b1). C. Flor femenina, mostrando el cáliz o papus (c1), la corola (c2) y el estilo exserto (c3). D. Bráctea involucral. E. Cabezuela de flores hermafroditas. F. Flor masculina, mostrando la corola (f1), los estambres (f2) y el estigma exserto (f3). G. papus ex-cluido.

3.4. Fase fenológica de la t'ula

Alzérreca, H. *et al.* (2002), mencionan las fases fenológicas de los arbustos, pastos, forbias y otros, en sus diferentes estados fisiológicos en las que se encuentran las especies arbustivas y herbáceas a lo largo de su ciclo biológico. La etapa reproductiva de las especies arbustivas, inicia desde el botón floral hasta la producción de semillas, ocurre en época seca, en cambio en las gramíneas como los pastos, forbias, ocurre en época de lluvias, sus semillas pueden ser cosechadas en los meses de abril y mayo. Las primeras especies que llegan al inicio de la etapa reproductiva son las arbustivas como la sup'u t'ula, chek'a t'ula, ñak'a t'ula. La t'ulas florecen en los meses de septiembre hasta noviembre y se pueden cosechar sus semillas en los meses de octubre y noviembre por otra parte los pastos florecen en los meses de febrero a marzo.

Figura 2. Fenología de las especies arbustivas.

Estado fenológico	Vegetativo	Botón floral	Prefloración	Floración	Fructificación	Producción - semilla	Dormancia
Arbustivas							
Herbáceas							

Fuente: Alzérreca, H. *et al.* (2002).

3.4. Caracterización de la t'ula

3.4.1. Ecología y clima

La t'ula tiene importancia en el desarrollo de la ecología del altiplano. Su función es tan importante que participa en la asociación y proporciona protección a las otras plantas forrajeras del t'ular. Estudios muestran que sin la t'ula no habría un habitat apropiado para el crecimiento de otras plantas ya que contribuye en la formación del suelo evita el deterioro y desertificación, por otra parte la producción de leña, muestra que la t'ula esta adecuada a la necesidad de las familias rurales y el pastoreo de llamas no afecta su producción de leña. En periodos breves, como de 10

años, la recuperación de t'ulares garantiza la protección de la flora y la conservación de los suelos (Alzérreca, *et al.* 2002).

3.4.2. Suelo

Según Alzérreca, H. *et al.* (2002), los suelos de los t'ulares tienen mayor fertilidad debido a que los arbustos forman barreras contra la erosión eólica e hídrica producidos en época seca y húmeda en tierras altas de Bolivia. La t'ula al proteger de los fenómenos mencionados favorece a que otras especies herbáceas contribuyan en la diversidad florística de la pradera y del consumo del ganado local. Por otra parte aportan abundante materia orgánica al suelo.

Bonifacio, A. *et al.* (2014), mencionan que la t'ula siendo un arbusto nativo contribuye a la sostenibilidad de la producción de quinua. En el Altiplano Sur se diferencian tres zonas de producción de quinua en los cerros, faldas de cerro o ladera y planicie o pampa. Los suelos en su generalidad son arenosos, areno francosos o franco arenosos en este tipo de suelos el problema más serio es la erosión eólica que causa la baja fertilidad y bajos rendimientos de quinua.

3.4.3. Propagación de la t'ula

3.4.3.1. Propagación natural

Según Paca, F. *et al.* (2003), la propagación natural de la t'ula se realiza, sin la intervención de la mano del hombre, la cual se lleva a cabo de dos formas, por semilla cuando el fruto está maduro (semilla), es desprendida y trasladada por el viento o el agua de las precipitaciones pluviales, cae en el suelo, crece la planta y desarrolla de esta forma se realiza la repoblación de la pradera en forma natural. Por rebrote crece del cuello o corona de la planta madre.

3.4.3.2. Propagación artificial

De acuerdo a Paca, F. *et al.* (2003), la propagación artificial es cuando interviene la mano del hombre, se presenta las siguientes alternativas para su aplicación por

semilla existen tres posibilidades como ser la siembra directa, en almácigos, platabandas y bandejas.

3.5. Recolección de semilla y multiplicación de t'ula

Según Ramos, P. *et al.* (2013), indican en un estudio realizado que la recolección de semillas de t'ula se la lleva a cabo en los meses de septiembre a diciembre, una vez obtenida la semilla limpia se procede a estudiar la germinación en laboratorio y para la multiplicación se optó por tres alternativas la siembra en almaciguera, siembra directa en maceta, siembra directa en campo. El resultado obtenido en la germinación alcanzo el 95%, en cuanto a la emergencia tuvo un periodo de 7 a 10 días para la siembra en almacigo, siembra directa en maceta, en cambio, en campo la emergencia ocurre de 15 a 20 días, se sugiere las tres alternativas de siembra como métodos apropiados para la multiplicación masiva de t'ulas.

Alzérreca, H. *et al.* (2002), explican una forma de multiplicación y repoblamiento de t'ulas con el método por partición de plantas. Consiste en escoger t'ulas de porte pequeño (con 20 cm de altura de 2 a 3 años de edad) con abundantes raíces secundarias, se procede a la separación de porciones de t'ulas que tengan hoja, tallo y raíz, luego se trasplanta en hoyos con una distancia de 3 m entre plantas.

3.6. Importancia y uso de los t'ulares

Alzérreca, H. *et al.* (2002), indican que los t'ulares son de importancia económica y biológica relevante en las tierras altas de Bolivia por las siguientes razones:

- La estructura de los t'ulares como comunidades vegetales posibilita a que estas actúen como eficientes cortinas rompevientos.
- Los ecosistemas de t'ulares aportan protección a los animales domésticos y fauna silvestre.
- La vegetación de los t'ulares estabiliza y protege los suelos contra todo tipo de erosión.
- Entre las t'ulas, la sup'u t'ula, ñak'a t'ula y lampaya t'ula forman parte de la dieta de llamas y ovejas, 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 agricultura en lugares con clima apropiado.
- Los usos de la t'ula en las culturas andinas fueron tradicionales y en el presente estos aún continúan.
- La superficie de distribución de t'ulares en la zona Andina abarca extensiones considerables.
- La t'ula cuya forma de planta de media luna investida o cono truncado hace que sirva como colchón de las gotas de lluvia, les posibilitan mayor absorción de agua para el suelo. Hay diferentes especies de t'ulas las cuales caracterizan a la vegetación de las zonas de altura, lo que constituye un aporte a la biodiversidad florística de arbustos en los Andes.

Los mismos autores manifiestan que cuando los arbustos de t'ula se asocian con piedras y forman terrazas, se usan como protección de cultivos contra heladas y vientos. Cuando se asocian pasturas introducidas con t'ulares, se consigue proteger al forraje, logrando la protección contra las inclemencias del clima e inclusive contra el ganado. Asimismo, un t'ular puede ser útil para mantener el forraje en reserva para la época seca. A tiempo de preparar el terreno para los cultivos, se dejan los arbustos en el parámetro del terreno, formando cortinas que permiten neutralizar parcialmente el efecto de los vientos fríos.

Quelca, M. (1998), menciona que en la localidad de Calacoto provincia Pacajes el efecto de la extracción de t'ula es importante por la cantidad que se extrae y su comercialización para diferentes fines como fuente de energía comercial (yeseras), energía doméstica e industrial, forraje para los animales. A consecuencia del mal manejo irracional se refleja la erosión hídrica y eólica del suelo.

Mercado, M. *et al.* (2013), indican también que los arbustos de t'ula se utilizan como medicina humana y veterinaria animal, es utilizada para rituales, es empleada como combustible en el altiplano.

3.7. Principales problemas de los t'ulares

3.7.1. Extracción indiscriminada de las t'ulas

Según Alzérreca, H. *et al.* (2002), la demanda de leña en las yeseras, los centros urbanos (panaderías), provoca a que el poblador realice una tala indiscriminada de las t'ulas. Debido a la extracción de la planta desde la raíz sin considerar el tamaño y la edad de la planta, provoca a que el recurso suelo este expuesto a:

- Pérdida de la capa arable por la acción del viento y lluvias, que inicialmente empieza con una erosión laminar, luego formación de zanjas y termina en cárcavas, estas últimas casi imposible de recuperarlas.
- Disminución de la fertilidad del suelo y por lo tanto, de la producción de pastos por el no aporte de materia orgánica y a la falta de abrigo, lo que facilita a la erosión rápida y limita el establecimiento de pastos de buena calidad.
- Las t'ulas son escasas en lugares cercanos a los asentamientos humanos debido a que no se reponen las plantas que son extraídas, resultando grandes extensiones de suelos en diferentes fases de erosión.

3.7.2. Sobrepastoreo

De acuerdo a Paca, F. *et al.* (2003), uno de los problemas en la ganadería en t'ulares es el sobrepastoreo, debido a:

- La excesiva cantidad de animales por hectárea.
- La falta de pastoreo controlado con rotación de praderas.

Estos usos dan lugar a una degradación de la pradera cuyos indicadores son:

- El aumento de presencia de plantas acrecentantes (No palatables).
- La disminución de plantas decrecientes (palatables).
- En condiciones de pastoreo controlado la t'ula puede regenerarse en forma natural, pero debido al sobrepastoreo incluso se llega a eliminar la regeneración natural por el pisoteo de las plántulas más que por el consumo, ya que son poco palatables para los camélidos y ovinos.

3.7.3. Expansión de la frontera agrícola

Alzérreca, H. *et al.* (2002), indican que las áreas cultivadas se expanden continuamente en lugares de t'ulas vigorosas de fondos de valle, llanuras o partes bajas de ladera. Luego los t'ulares son destruidos con el fin de habilitar tierras para cultivos andinos, lo cual se transforma el uso de la tierra pastoril o agropastoril. En algunas regiones de antiguos t'ulares la erosión eólica ha destruido después del roturado la capa arable del suelo, formando dunas (volúmenes de arena) que son indicio claro que se ha quebrantado la débil estructura del suelo, este proceso antrópico degradante puede continuar hasta la total desertificación del altiplano.

Orsag, V. (2011), menciona que el altiplano boliviano sur en la actualidad, se constituye en la región más importante para la producción de la Quinoa Real, a pesar de presentar suelos poco desarrollados con baja fertilidad natural. Esta región está comenzando a sufrir importantes procesos de degradación en el suelo, cobertura vegetal y agua, debido a la ampliación de la frontera agrícola que se ha dado en las últimas décadas.

El mismo autor menciona que la siembra en la actualidad, se está dando en grandes extensiones y sin la implementación de prácticas de manejo y conservación de suelos de manera integral (cortinas rompe vientos, coberturas vegetales, labranza mínima, rotación de cultivos entre otros) situación que deja desprotegidos los suelos durante gran parte del año y sometidos a la inclemencias climáticas.

3.7.4. Crecimiento demográfico

Según Alzérreca, H. *et al.* (2002), Gran parte de la agricultura altiplánica se desarrolla sobre suelos que estuvieron originalmente con t'ulas, esta área se encuentra en expansión debido al continuo crecimiento demográfico en t'ulares causando crecimiento poblacional donde los asentamientos urbanos son cada vez más extensos y generalmente clandestinos.

3.7.5. Erosión de suelos por vientos y lluvias

Para Alzérreca, H. *et al.* (2002), el altiplano está afectado por un proceso erosivo y degradativo de sus recursos naturales, debido a una intervención antrópica (hombre) en diferentes grados y formas como el sobrepastoreo, extracción de leña (tala), mal uso de suelos, entre otros. Se estima que un 80% de los pastizales de esta región se encuentran en un proceso de erosión. Esto está dando lugar al desequilibrio del ecosistema, pérdida de especies forrajeras más aceptables, y pérdidas de suelo por efecto de las lluvias.

3.8. Métodos de conservación de suelos con t'ulas

3.8.1. Cortinas rompevientos

Goitia, L. (2000), señala que las cortinas rompevientos son defensivos biológicos contra la acción del viento, pueden ser construidos con cualquier estructura vegetacional, su función es proteger contra la acción del viento, disminuyendo su velocidad o desviando su accionar. El efecto de este método depende de la velocidad del viento, de la altura de la cortina, de su densidad, de su forma en el sentido transversal, de su ancho, de su longitud y de las especies utilizadas.

3.8.2. Barreras vivas

Bonifacio, A. *et al.* (2017), manifiestan que las barreras vivas en parcelas comerciales de quinua, son franjas de repoblamiento con especies vegetales para ello se usan preferentemente especies perennes y de crecimiento abundante que estén establecidas en forma transversal a los vientos locales para ayudar a proteger a la parcela de procesos de erosión eólica.

Los mismos autores mencionan que las barreras vivas, además de proteger al suelo de los vientos, contienen plantas que son hábitat de insectos benéficos para el cultivo de quinua. Estas plantas son una fuente importante de semilla para el repoblamiento natural de arbustos y pastos nativos que se están utilizando en el establecimiento de barreras vivas en parcelas comerciales de quinua en el altiplano sur, las cuales son: Supu t'ula o Kiruta (*Parastrephia lepidophylla* Wedd. Cabr); Ñak'a

t'ula (*Baccharis imcarum* Wedd.); Uma t'ula o yacu llanta (*Parastrephia lúcida* (Meyen) Cabr); Paja brava (*Festuca ortophylla*); Sicuya (*Stipa ichu*).

Orsag, V. (2010), menciona que las barreras vivas son plantas perennes sembradas en hileras transversales a la pendiente del terreno, las mismas que deben caracterizarse por su alto macollamiento y resistencia a la fuerza del agua.

El mismo autor menciona que las barreras vivas, al margen de ayudar a disminuir la energía del agua de escurrimiento y retener los sedimentos, pueden ayudar a los agricultores a obtener algunos ingresos adicionales, debido a que se utilizan plantas arbustivas o herbáceas que proporcionan frutos, forrajes, materia orgánica, flores, fibras, productos para la industria farmacéutica, madera, leña, etc.

Según Reynel, C. (1988), el manejo de especies arbustivas para la conformación de barreras vivas con fines de protección de las laderas y el área agrícola contra la erosión es una práctica agroforestal conformada por hileras de vegetación arbustiva que se establecen siguiendo las curvas de nivel de las laderas. Se forma con ello una especie de "escalera" en el relieve de la pendiente. La lluvia y su acción erosiva arrastran el suelo pero éste queda retenido por las hileras de vegetación que lo interceptan. Esto modifica gradualmente la pendiente con el pasar del tiempo, formándose terraplenes de modo natural y sin necesidad de inversión en el movimiento de tierras. Los espacios existentes entre barreras son utilizados con fines agrícolas.

Paca, F. *et al.* (2003), mencionan que con la plantación de la t'ula, las barreras son de formación lenta porque a medida que va transcurriendo el tiempo y la erosión de suelos, las terrazas se hacen más consistentes y pueden controlar eficazmente la erosión de los suelos.

3.8.3. Formación de terrazas con trasplante de t'ulas

Para protección de suelos y cultivos, una de las prácticas es la de 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. Una vez establecidas las plantas de t'ula, forman o constituyen en cinturones de vegetación (Alzérreca, H. *et al.* 2002).

3.9. Fertilización foliar

Chilon, E. (1997), menciona que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero estos pueden estar en una forma no disponible para las plantas o la absorción radicular. En estos casos se realiza la fertilización a nivel foliar. La efectividad de la fertilización foliar depende de un gran número de medidas, de la cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie siendo muy importante la composición química de la hoja, requiriendo un gasto de energía metabólica.

Gavi, F. (2012), señala que los suelos contienen todos los elementos esenciales que la planta requiere para su desarrollo y reproducción; sin embargo en la mayoría de los casos, no en las cantidades suficientes para obtener rendimientos altos y de buena calidad por lo que es indispensable agregar los nutrientes por medio de los fertilizantes.

La aplicación foliar es el método más eficiente de suministro de micronutrientes que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. Para prevenir el quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y la aplicación debe realizarse en días nublados, a primeras horas de la mañana o en las últimas horas del atardecer (FAO e IFA 2002).

Bordoli, J. y Barbazán, M. (2010), explican que los fertilizantes aplicados directamente al follaje obtienen, alta eficiencia potencial logrando corregir deficiencias frente a problemas de excesiva fijación por parte del suelo y una inadecuada absorción de las raíces por baja temperatura y daños.

FAPAS, (2009), sostiene que todas las plantas necesitan para su crecimiento una serie de elementos químicos en mayor o menor cantidad. Si el suelo en el que se

realizan plantaciones no tiene suficiente concentración de estos compuestos, será necesaria una fertilización suplementaria para el buen desarrollo de las plantaciones.

El mismo autor menciona que una vez efectuado el abono inicial, es recomendable los componentes básicos de cualquier fertilizante son: el nitrógeno, fósforo, potasio.

- Nitrógeno (N): Es un elemento vital para las plantas comparables a las proteínas para el organismo humano. La falta de nitrógeno hace que las plantas presenten hojas débiles y de color verde – amarillento.
- Fósforo (P): Es buen responsable de la raíces, por lo que su carencia con llevará un mal enraizamiento y por lo tanto habrá problemas de crecimiento en la planta.
- Potasio (K): Regula la fotosíntesis y promueve el desarrollo de flores y frutos. La falta de este nutriente repercutiría en una baja productividad.

Los fertilizantes foliares son nutrientes solubles en agua que pueden ser aplicados directamente a la parte aérea de las plantas. Los nutrientes deben penetrar a la cutícula de la hoja y luego entrar a las células. Este método proporciona una más rápida utilización de los nutrientes y permite la corrección de las deficiencias observadas en menos tiempo, cuando existen problemas de fijación al suelo de los nutrientes, las aplicaciones foliares constituyen el medio más eficaz de colocación del fertilizante (Tisdale y Werner 1991).

Según Trinidad y Aguilar, citados por Murillo, R. *et al.* (2013), los nutrientes que son aplicados por aspersión sobre la superficie de las hojas. Esta técnica no substituye a la tradicional fertilización al suelo, más bien la complementa, pues permite abastecer a las plantas de nutrientes que no pueden obtener mediante la fertilización edáfica. Para ciertos nutrientes y cultivos, en ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, la aplicación foliar es más ventajosa y eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica.

De acuerdo con Bergh y Zamora (2002), mencionan que la fertilización foliar es otra forma de suplementar nutrientes a las plantas; su implementación es importante cuando se presentan limitantes para que los nutrientes del suelo entren a la raíz y se

trasloquen a los tejidos aéreos (hojas, frutos etc.) en la cantidad y momento oportuno.

Las situaciones más comunes para ello son:

- Condiciones de estrés que reduzca la actividad de la planta (sequía, inundación, heladas, etc.).
- Cuando en el suelo hay algún bloqueo químico o físico que reduce la disponibilidad de los elementos (PH, sales, competencia entre nutrientes).
- Cualquier condición que limite la actividad radicular (sequía, compactación del suelo, inundación, temperaturas extremas altas o bajas).

3.9.1. Absorción foliar de nutrientes a través de la hoja

Murillo, R. *et al.* (2013), indican la absorción foliar de nutrientes a través de la hoja como un compuesto de tres etapas:

- **Retención del producto en la hoja.** En esta etapa, el nutriente es aplicado por aspersión sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el fertilizante aplicado se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por la planta. Por otra parte, en condiciones de alta humedad relativa, temperatura media (20⁰C) y el uso de agentes tensoactivos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga por más tiempo en contacto por la superficie foliar.
- **Transporte del nutriente a las células.** En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales.
- **Movimiento del nutriente hasta los órganos.** En este paso los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino.

Bergh y Zamora (2002), indican que la absorción de nutrientes en la planta por vía foliar tienen dos formas de penetrar a las hojas: a través de los estomas y por la cutícula de la parte superior de la hoja, una vez dentro del tejido foliar, el elemento puede ser utilizado directamente por el tejido o bien, se mueve por los espacios intercelulares o por unos canales conocidos como ectodesmos, desde donde se movilizan para llegar cerca del floema y descargar ahí el nutriente para que sea traslocado a otros sitios de la planta.

3.9.2. Factores que afectan a la fertilización foliar

Chilon, E. (1997), menciona los factores principales que afectan la fertilización foliar tenemos los siguientes:

- La superficie mojada debe ser lo mayor posible: la fertilización se hace de forma pulverizada, como la tensión superficial del agua es distinta a la tensión superficial de la cutícula, por tal motivo al agua se le agregan sustancias que disminuyan su propia tensión superficial, para aumentar de esta manera el mojado de la misma. La superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos floemáticos están más cerca.
- Temperatura: A medida que aumenta, por ejemplo entre los 20 y 26 °C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28 °C, comienza a producirse un secado superior disminuyendo la penetración de la solución.
- Humedad relativa: Al aumentar la humedad relativa se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superior foliar, aumentando la probabilidad de su absorción.
- Edad de la hoja: Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción, que las hojas viejas.
- Características químicas de la solución aplicada: Por ejemplo se difunden a nivel foliar en un grado mayor, los fosfatos y citratos de potasio que los cloruros y nitratos de potasio.

- Luz: Al existir una óptima fotosíntesis, habrá energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

3.9.3. Tipos de fertilizantes foliar

3.9.3.1. Fertilizantes foliares químicos

Sánchez, C. (2003), señala que los abonos químicos contienen una concentración mucho más alta de nutrientes que el estiércol o las coberturas vegetales del suelo, pero no tienen las capacidades de mejoramiento de suelo, pocos agricultores tienen suficiente abono orgánico para cubrir más de una porción pequeña de sus terrenos, y por eso los abonos químicos frecuentemente son un ingrediente clave para el mejoramiento rápido de los rendimientos.

Mondino, P. (2011), menciona que los fertilizantes químicos son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas. Se agrupan según la sustancia que proporcionan, tenemos a las siguientes:

- El nitrógeno está relacionado con el crecimiento de ramas y hojas, ayuda a mantener su color verde y al formar parte de la clorofila, favorece a la germinación, la falta de nitrógeno en la planta sufre un amarillamiento en las hojas y dejan de crecer.
- El fósforo propicia la formación de flores y frutos, aporta la fuerza necesaria para mantenerse rígidas y poder sostener todas sus partes. También estimula el desarrollo de las raíces. Si falta fósforo, las hojas se oscurecen más de lo normal y la planta deja de florecer.

3.9.3.2. Abonos foliares orgánicos

Según FAO e IFA (2002), la materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando de esta manera su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo.

Plata, L. (2013), explica que los fertilizantes o abonos de origen orgánico (estiércol, turba, compost, etc.) son de acción lenta, porque antes los nutrientes como el nitrógeno, tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces, aunque la descomposición de la materia orgánica requieren la participación de micro organismos, quienes actúan mejor en suelos calientes, pH neutro o alcalino, con humedad y muy aireado.

Chilon, E. y Chilon, J. (2015), mencionan la potencialidad del AOLA como un abono orgánico líquido aeróbico que por sus características físicas, químicas y biológicas presenta un alto potencial para la producción agrícola, en forma de abono foliar, o riego - orgánico, también como una fuente de sanidad vegetal, y como reforzador orgánico en la biorecuperación de suelos contaminados.

3.10. Sustratos utilizados

3.10.1. Turba

La turba se define como la forma disgregada de la vegetación de un pantano descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, y que se va descomponiendo con el transcurso del tiempo (Ballesteros 1993).

Pacheco, J. *et al.* (2009), manifiestan que la turba es un material orgánico difícilmente renovable que proviene de la deposición natural de los residuos vegetales que caen sobre el suelo descomponiéndose durante cientos de años, provee características óptimas como medio de crecimiento para las plantas por lo que ha sido explotado en forma comercial en países de clima templado sus características particulares le han permitido ocupar un lugar importante como medio de crecimiento diferente del suelo.

Guerrero, F. y Polo, A. (1990), mencionan que la mejora de las propiedades depende de las características de los suelos y turbas, en los suelos arenosos son preferibles las turbas capaces de retener mucha agua y que a la vez tengan una elevada capacidad de intercambio catiónico, por lo que son convenientes las turbas de fibras

finas y medianamente descompuestas, sin embargo los suelos arcillosos prefieren turbas de fibras más gruesas por su influencia en la aireación.

Según Delgado, M. *et al.* (2016), las turbas se clasifican en rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido de materia orgánica, están menos descompuestas y son los primeros sustratos en ser utilizados en cultivos comerciales debido a su alta capacidad de retención de agua y buena inercia térmica, mientras que las turbas negras al estar más mineralizadas, tienen un menor contenido en materia orgánica y se utilizan poco en cultivos sin suelo por que sus propiedades físicas y químicas no son muy favorables. Las propiedades físicas y químicas de las turbas son muy variables en función del origen de los vegetales que las componen y del grado de descomposición en el que se encuentran.

Cuadro 1. Características físicas de las turbas.

Parámetro (unidad de medida)	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm ³)	0,076	0,296
Densidad real (gr/cm ³)	1,350	1,830
Espacio poroso total (volumen en %)	94,30	84,00
Capacidad de agua (gr. Agua / 100 gr. m.s.)	1.049,00	286,70
Material solido (volumen en %)	5,70	16,00
Aire (volumen en %)	29,00	7,60
Agua fácilmente asimilable (volumen en %)	33,50	24,00
Agua de reserva (volumen en %)	6,50	4,70
Agua difícilmente asimilable (volumen en %)	25,30	47,70

Fuente: Delgado, M. *et al.* (2016).

3.10.2. Suelo

Los suelos fértiles sostienen el crecimiento de las plantas al proporcionarles nutrientes, actuando como un tanque de retención de agua y sirviendo como sustrato en el que las plantas puedan echar raíces. Por lo tanto, se considera que el contenido de nutrientes de los tejidos de una planta está directamente relacionado con el contenido de nutrientes del suelo y su capacidad de intercambiar nutrientes y agua con las raíces de las plantas (FAO 2015).

FAO e IFA (2002), mencionan que el suelo da soporte a las plantas en forma de una capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrientes y el agua. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en su capacidad para proveer los diferentes nutrientes. Contrario a lo que frecuentemente se cree, el color del suelo revela muy poco respecto a la fertilidad del mismo.

Según Villegas, P. (2012), el suelo es la capa donde se realiza principalmente el proceso de descomposición, fundamental para la reobtención y reciclado de nutrientes que aseguren un gran proceso vital: la producción, que se manifiesta para nosotros sobre el suelo. Hoy se reconoce que el suelo cumple cinco funciones vitales para el planeta las cuales son:

- Sostener la actividad, diversidad y productividad biológica.
- Regular y particionar el agua y el flujo de elementos que están disueltos.
- Filtrar, drenar, inmovilizar y desintoxicar materiales orgánicos e inorgánicos, incluyendo desechos municipales y de la industria.
- Almacenar y posibilitar el ciclo de nutrientes y otros elementos.
- Brindar apoyo a estructuras socioeconómicas y protección de tesoros arqueológicos.

De la misma manera, considera que la formación del suelo es un proceso complejo conducido por fuerzas como el clima (especialmente la disponibilidad de agua y la temperatura).

3.10.3. Arena

Ballesteros, J. (2003), indica que para el cultivo de plantas conviene que se utilice una arena sílicea y cristalina, con partículas de 0,1 a 1 mm, y que esté exenta de sal y de cal. La más recomendable por su naturaleza es la procedente del lavado del caolín aunque también es utilizable la de origen fluvial.

Las arena es usada como un componente inorgánico de sustratos, particularmente aquellas utilizadas en viveros con el motivo de incrementar la densidad del sustrato para reducir el riesgo de volcado de macetas por el viento. Para la producción de plantas en maceta se utiliza una arena que contenga principalmente partículas de tamaño mediano y grueso, por lo menos un 70% con base en el peso, por otra parte las arenas naturales se componen de partículas que oscilan en diámetros que van desde 2 a 0.05 mm, el uso de arena debe restringirse a menos de un tercera parte del volumen total del sustrato, ya que puede resultar en un alto peso por volumen lo que no es recomendable (Cabrera 1999).

3.11. Trasplante

Goitia, L. (2000), indica que el trasplante se realiza preferentemente durante el periodo de receso vegetativo, aunque también en pleno crecimiento, el tamaño para repicar o trasplantar es de 5 a 10 cm. Varía en las diferentes especies.

Según Alzérreca, H. *et al.* (2002), el trasplante es una práctica de multiplicación vegetativa de las plantas que permiten incrementar la existencia de los pastos y arbustos nativos, los mismos señalan las siguientes ventajas:

- Se cubre de vegetación inmediatamente a los suelos desnudos.
- Facilita la propagación de pastos y arbustos nativos.
- Se acelera el repoblamiento de las praderas nativas.
- El prendimiento en el suelo es más rápido que el de las semillas.
- Se puede pastorear en el segundo año.
- Se puede disminuir considerablemente los suelos desnudos en el menor tiempo posible.

Paca, F. *et al.* (2003), mencionan que para el trasplante de arbustos nativos se debe utilizar el método de tres bolillo, la cual consiste en marcar y preparar los suelos de los hoyos simultáneamente días antes, se debe colocar en el centro del hoyo la plántula tapando con el sustrato preparado (mezcla).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

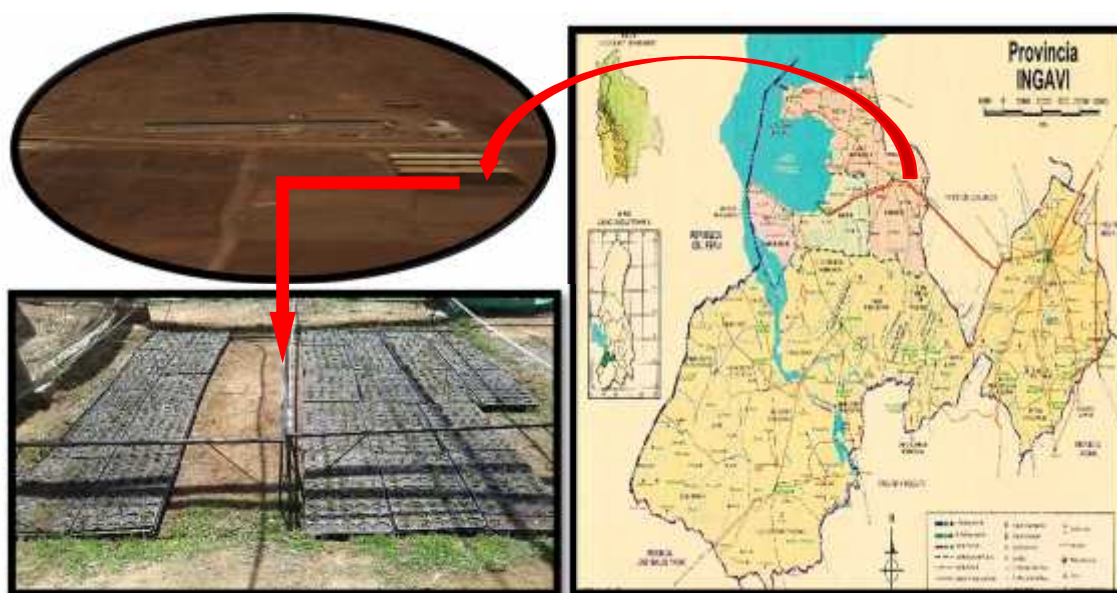
4.1. Localización

La presente investigación se realizó en dos etapas, la primera etapa en el Centro Experimental K'iphak'iphani del municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz, perteneciente a la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA), donde se efectuó el crecimiento de la ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) en bandejas y posteriormente en macetas. La segunda etapa se llevó a cabo en la comunidad de Chacala, municipio de Uyuni del departamento de Potosí, donde se realizó el trasplante.

4.1.1. Ubicación geográfica de Viacha

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de K'iphak'iphani dependiente de la Fundación PROINPA, que se encuentra situada a 41 km de la ciudad de La Paz y a 4 Km de la ciudad de Viacha, provincia Ingavi. Ubicada geográficamente entre las coordenadas de 68°17'58" longitud oeste; 16°40'30" de latitud sur y una altura de 3880 m.s.n.m.

Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Viacha.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.1. Clima

El municipio de Viacha se encuentra situado en una zona intertropical a 16°30' de latitud sur, su clima intertropical se encuentra fuertemente influenciado por la altura del orden de los 4000 m, 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 (verano) (PDM Municipio de Viacha, 2006-2010).

4.1.1.2. 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).

4.1.1.3. Vegetación

La zona presenta predominio de vegetación en especies nativas de tipo herbáceo y perene arbustivas, con predominio pertenecientes a la familia Poaceas (gramíneas). Entre especies cultivadas tenemos a las siguientes: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.), Papa (*Solanum tuberosum* L.), Cebada (*Hordeum vulgare*), Oca (*Oxalis tuberosa*). Principales especies silvestres: *Erodium cicutarium* (reloj - reloj), *Eragrostis curvula* (pasto llorón), *Bromus unioloides* (Cebadilla), *Distichlis unilis* (Chiji), *Stipa ichu* (paja brava), *Chenopodium sp.* (Quinoa silvestre o ajara), *Solanum sp.* (Papa silvestre), *Taraxacum officinalis* (Diente de león).

4.1.2. Ubicación geográfica de Chacala

La segunda etapa de la investigación se realizó en la comunidad de Chacala, que se encuentra en el municipio de Uyuni, provincia Antonio Quijarro del departamento de Potosí, ubicado al suroeste de Bolivia.

Chacala se encuentra a 230 km desde la ciudad de Potosí hasta Uyuni, entre los paralelos 20°19'12" Latitud Sud y de 66° 50'50" Latitud Oeste, con una altitud de 3670 m.s.n.m (PDM Municipio de Uyuni 2008 – 2012).

Figura 4. Ubicación geográfica del municipio de Uyuni donde se efectuó el trasplante de las plántulas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.1. 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 Municipio de Uyuni 2008 – 2012).

4.1.2.2. Suelo

Los suelos en el municipio presentan una textura arenoso a franco – arenoso, pobres en nutrientes, sometidos a 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 Municipio de Uyuni 2008 – 2012).

De la misma manera, considera que la erosión eólica afecta principalmente a las zonas áridas, con precipitaciones menores a 400 mm/año, manifestándose de manera muy activa en sitios particulares como en las tierras aluviales recientes del curso de los ríos.

4.1.2.3. Vegetación

El municipio de Uyuni presenta una vegetación nativa, compuestas por arbustos, gramíneas y otras especies como: La t'ula (*Parastrephia lepidophylla*), q'oa t'ula (*Satureja parvifolia*), chachacoma (*Senecio graveolens*), t'iter t'ula (*Parastrephia quadrangulare*), tara tara (*Faviana densa*), s'aka (*Vigueira pflaxis*), kañalli (*Tetraglochin cristatum*) y Añahuaya (*Adesmia spinosisima*).

Entre gramíneas tenemos a las siguientes: Porke (*Calamagrotis cúrvula*), pasto aristida (*Aristida inodis*), pasto pluma (*Nassella multiflora*), khuchu (*Poa candamoana*), wichu (*Stipa ichu*), chiji blanco (*Distichlis humilis*), chiji negro (*Muhlebergia fastigiata*), orko llapa (*Muhlebergia peruviana*), llapa (*Bouteloua simplex*) y cebadilla (*Bromus catharticus*) (PDM Municipio de Uyuni 2008 – 2012).

4.2. Materiales

4.2.1. Material vegetal

El material vegetal utilizado en el presente estudio fue semillas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) recolectada del altiplano. Provenientes de la Colección de Trabajo de la Fundación PROINPA.

4.2.2. Material Orgánico

El material orgánico que se utilizó fue la turba misma que se adquirió de los yacimientos de Chacaltaya y el suelo se tomó de los predios del centro de investigación PROINPA. Como parámetro se tiene el análisis de suelo y turba las cuales se muestran en el cuadro 2 y 3.

Cuadro 2. Análisis de suelo

Parámetro	Unidades	Resultado	Definición
Textura	Arena	%	54
	Arcilla	%	25
	Limo	%	21
	Clase textural	-	FYA
	Grava	%	18,3
Nitrógeno	%	0,14	Medio
Fósforo asimilable	Ppm	40,56	Alto
Potasio intercambiable	meq/100 g	1,01	Alto
CIC	meq/100 g	14,31	Medio
Materia orgánica	%	2,73	Medio
pH	-	7,12	Neutro
Conductividad eléctrica	dS/m	0,156	No Salino

FYA: Franco Arcilloso Arenoso

Fuente: IBTEN citado por Quispe, J. (2015).

Cuadro 3. Análisis de turba

Parámetro	Unidades	Turba
Nitrógeno	%	Alto 1.81
Fósforo	Ppm	Bajo 0.12
Potasio	meq/100 g	Bajo 0.05
Materia orgánica	%	Alto 20.67
Humedad	%	5.38
Materia seca	%	94.62
pH	-	5.50
CE	dS/m	Fuertemente ácido 0,543
		No salino

Fuente: IBTEN citado por Quispe, J. (2015).

4.2.3. Enmienda química

Como material inorgánico se utilizó tres tipos de fertilizantes foliares como ser: Rendimax, Fosfol (100% fósforo Bio – asimilable), Nitro – 30 srn (Con un 85% de nitrógeno de libera.

4.2.3.1. Fertilizantes utilizados y su composición química

Nitro - 30 srn

Nitro – 30 srn con líquido de liberación gradual es una tecnología fertilizante única que brinda a sus cultivos una provisión segura, confiable y constante de nitrógeno. El nitrógeno es ideal como fertilizante de follaje, o de riego por goteo. Nitro – 30 srn ha reducido la lixiviación y volatilización del nitrógeno de forma tal que la cantidad de nitrógeno aplicada puede reducirse, al tiempo que mejora el rendimiento del cultivo. La composición química, se puede observar en el cuadro 4.

Cuadro 4. Composición química del Nitro - 30 srn.

Nitrógeno total	30 %
Nitrógeno ureico	4,5 %
Nitrógeno de disposición gradual deriva de urea pobre en biuret, urea de metileno	25,5 %
Nitrógeno gradualmente disponible de urea de metileno	25,5 %
Índice se sal	0 – 4,6

Fuente: Etiqueta del producto (2015).

Fosfol

Es un fertilizante con alto contenido de fósforo, 100 % soluble en agua, totalmente asimilable y de rápida absorción a través de las hojas y raíces. Fosfol corrige las deficiencias de fósforo, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas en los cultivos.

Cuadro 5. Composición química del Fosfol.

Nitrógeno (N)	100 g/l
Fósforo (P ₂ O ₅)	380g/l
Inertes	500g/l

Fuente: Etiqueta del producto (2016).

Rendimax

Cuadro 6. Composición química del Rendimax.

Fitohormonas	Reguladores de crecimiento
Minerales	N, P, K, Mg, Cu, Co, Zn, Bo, Ca.
Carbohidratos	Glucosas, Manosas, Fructuosas
Vitaminas	Carotenos, A1, B1, C
Aminoácidos	Alanine, Glicina, Trionina, Valina
Micorrizas	

Fuente: Etiqueta del producto (2015).

4.2.4. Material de campo

Los materiales de campo que se utilizaron son los siguientes: pala, picota, carretilla, cernidor, tamiz, bandejas alveoladas de 50 hoyos, sustrato de jardinería (turba, arena y tierra del lugar), sistema de riego, malla semi - sombra al 50%, vivero forestal, vernier etc.

4.2.5. Material de laboratorio

Para evaluar el porcentaje de germinación se utilizó cápsulas petri, agua destilada, papel filtro, pinza, piceta y balanza de precisión.

4.2.6. Material de gabinete

Los materiales de gabinete fueron: computadora, impresora, cámara fotográfica, programas estadísticos y cuaderno de registro para campo y laboratorio, planillas, regla de 30 cm, bolígrafos, paquete estadístico INFOSTAD.

4.3. MÉTODO

4.3.1. Procedimiento Experimental

El trabajo de investigación se desarrolló en dos partes, la primera parte consistió en la evaluación del desarrollo de las plántulas desde la siembra hasta el trasplante, realizándose la siembra el 28 de septiembre del 2016 en la comunidad de K'iphak'iphani en el municipio de Viacha. La segunda parte consistió en el traslado de las plántulas al municipio de Uyuni departamento de Potosí para trasplantarlas en franjas de repoblamiento a campo abierto en la comunidad de Chacala en la fecha 9 de marzo del 2017.

4.3.1.1. Primera fase experimental

En la primera fase experimental se realizó la preparación del sustrato, la siembra y posteriormente la aplicación de los fertilizantes foliares para el crecimiento de las plántulas, donde se desarrollaron las siguientes actividades:

a) Preparación del sustrato

El sustrato es el principal componente para el desarrollo de las plántulas, para lo cual la preparación del sustrato consistió en la relación de 2:1:1 (turba, tierra del lugar y arena), seguidamente se realizó cuatro veces la mezcla para obtener un buen sustrato y posteriormente se hizo el llenado a las bandejas alveoladas de 50 hoyos y se compacto ligeramente. Finalmente se realizó el humedecimiento de los mismos para luego realizar la siembra.

b) Siembra

La siembra se realizó de forma directa, es decir, se abrió hoyos superficiales en las bandejas previamente humedecidas introduciendo de 5 a 6 semillas por hoyo seguidamente las semillas fueron cubiertas con un poco de sustrato con la ayuda de un tamiz para que se logre una capa delgada, inmediatamente se aplicó el riego con gotas muy finas por último se cubrió con nylon y una lona a las bandejas para que no pierdan la humedad.

Las bandejas fueron puestas para la germinación y emergencia en condiciones controladas (carpa solar) mientras que el crecimiento tuvo lugar en el vivero forestal (malla 50% de sombra).

La evaluación consistió en la reacción de plantines a la aplicación de fertilizantes foliares, los criterios que se emplearon fueron con síntomas de fitotoxicidad a la aplicación de fertilizantes.

La altura de planta se registró a intervalos de 10 a 15 días midiendo con una regla graduada.

c) Aplicación del fertilizante foliar

La aplicación se realizó después de la emergencia de las plántulas, se utilizó tres tipos de fertilizantes foliares con diferentes dosis las cuales son:

Cuadro 7. Composición y dosis de los fertilizantes.

Tratamiento	Nombre comercial	Composición	Dosis aplicada
T1	Testigo	No fue sometido a	ningún tratamiento
T2	Rendimax	Micronutrientes	3,75 ml / ½ l agua
T3	Fosfol	Macronutrientes	2,5 ml / ½ l agua
T4	Nitro – 30 srn	Macronutrientes	4 ml / ½ l agua

La aplicación de los insumos propuestos, se realizó diez veces durante la evaluación hasta la formación de ramas primarias de las plántulas en estudio.

Mediante el uso de una probeta graduada y la ayuda de una jeringa se ha dosificado los insumos, luego se preparó la mezcla en un atomizador para dispersar la dosis en las plántulas. La primera aplicación se realizó a los 77 días después de la emergencia en la fecha 21 de diciembre del 2016 y posteriormente se aplicó cada 10 y 28 días hasta la última aplicación en la fecha 16 de mayo del 2017.

d) Labores culturales

Las labores más relevantes que se realizaron durante la etapa de estudio fueron riego, desmalezado y raleo.

Riego

Para el constante crecimiento y desarrollo de las plántulas se procedió al respectivo suministro de agua durante diferentes estaciones, especialmente en primavera, verano y parte de otoño. Al inicio el riego se realizó todos los días se efectuó dos veces al día procurando el riego con gotas muy finas para evitar daños a las plántulas sobre todo en la primera etapa de crecimiento, posteriormente se realizó día por medio cuando las plantas ya estaban establecidas.

Desmalezado

Con el fin de evitar la competencia por nutrientes entre las plántulas de ñak'a t'ula y las malas hierbas se procedió al desmalezado en cada una de las bandejas la cual se realizó manualmente muy poco frecuente ya que no se observó muchas malezas dentro de la bandeja. Sin embargo, se pudo observar malezas alrededor de las bandejas. Esta labor se realizó en varias oportunidades según la presencia de malezas.

Raleo

El raleo se realizó con la finalidad de evitar la competencia de nutrientes entre plántulas y dar el espacio necesario para el constante desarrollo. La cual se efectuó en cada una de las bandejas ya que por hoyo emergieron de tres a seis plántulas de las cuales se eliminaron las más pequeñas de forma manual para regular la densidad de las ñak'a t'ulas.

4.3.1.2. Segunda fase experimental

En la segunda fase experimental consistió en el llenado de tierra en macetas y el posterior traslado de las plántulas a campo abierto y por último el trasplante.

a) Llenado de tierra en macetas

Para el llenado de macetas se utilizó bolsas plásticas con dimensiones de 0.8 m de ancho y 0.16 m de largo en las cuales se llenó con sustrato, empleando una pala jardinera hasta una altura de 0.10 m equivalente a un volumen de 0.05 m^3 , seguidamente se extrajo las plántulas de las bandejas para ser colocadas en las macetas.

b) Traslado de las plántulas

El traslado de las plántulas en macetas se realizó empleando un estante metálico adecuadamente acomodado en la batea de una camioneta y se cubrió con varias lonas para proteger las plántulas del viento y el sol durante el viaje. El transbordo se realizó por vía terrestre en la fecha 8 de marzo del 2017. Se trasladó un total de 200

plántulas de ñak'a t'ula en un viaje que tuvo un recorrido de 550 Km de distancia en un periodo de 10 horas.

Al finalizar el viaje en la comunidad de Chacala, nos dirigimos a la parcela lugar donde se descargaron las macetas para luego realizar el trasplante de ñak'a t'ula en las franjas de repoblamiento con la participación de productores.

c) Trasplante

El trasplante en campo se llevó a cabo en la comunidad de Chacala, en una parcela en descanso en la cual se procedió a trazar las franjas para barreras vivas. Para el establecimiento de las barreras se preparó el suelo realizando la apertura de los hoyos empleando palas y azadones, disponiéndose los puntos de plantación en sistema tres bolillo distanciado en 1,5 m entre plantas y 1,0 m entre hileras.

Para fines de evaluación, se ha plantado la barrera, destinándose 200 plántulas establecidas en tres hileras.

Posterior al trasplante se realizó, la toma de datos de prendimiento mediante el conteo de plantas vivas y muertas en relación al total establecido. El cual se evaluó en otoño el 7 de abril del 2017

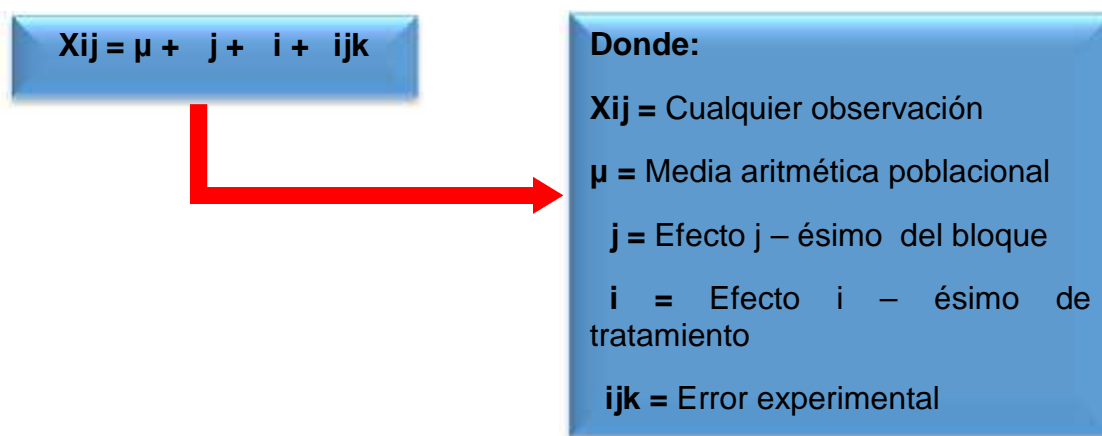
La sobrevivencia se evaluó en invierno en la fecha 16 de agosto del 2017, contando las plantas establecidas o prendidas como referencia y las muertas en los periodos secos y fríos. Se recabo la información de los datos meteorológicos de la estación de Uyuni.

4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación del crecimiento de plantines de ñak'a t'ula con fertilizante foliar, se empleó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repetición. Para el análisis se utilizará el siguiente modelo lineal aditivo.

4.4.1. Modelo Lineal Aditivo

Según Arteaga, Y. (2004), el modelo estadístico es el siguiente:



Los tratamientos a ser estudiados fueron:

T1 = Testigo

T2 = Rendimax

T3 = Fosfol

T4 = Nitro – 30 srn

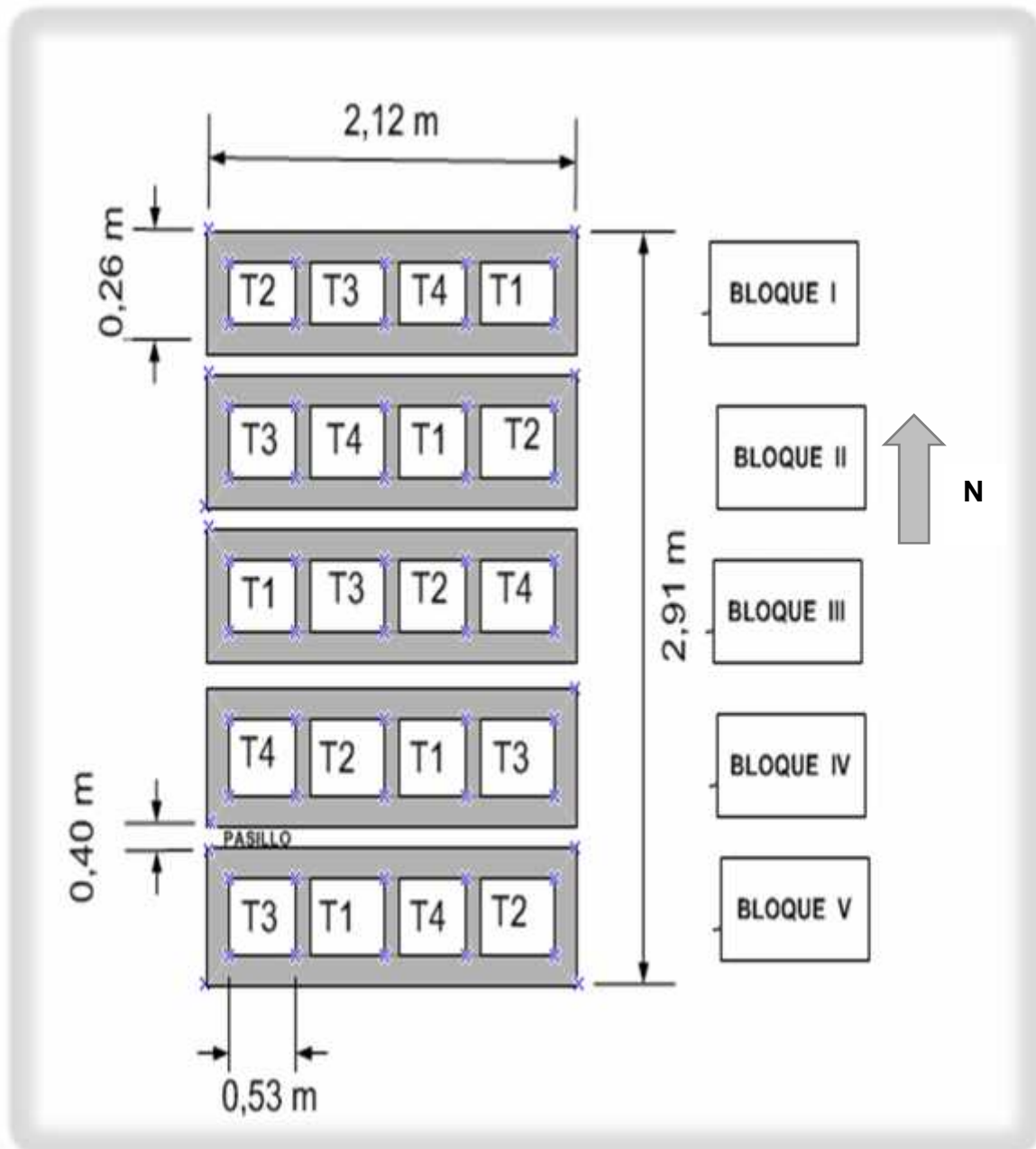
4.4.2. Características del campo experimental

- Largo del campo experimental : 2,91 m
- Ancho del campo experimental: 2,12 m
- Superficie total experimental: 6,16 m²
- Superficie de cada bloque: 0,55 m²
- Superficie por unidad experimental: 0,139 m²
- Número de bloques: 5

- Número de bandejas: 20
- Número de tratamientos: 20
- Distancia entre bloques: 0,40 m

4.4.3. Croquis del experimento

Figura 5. Croquis Experimental.



4.5. VARIABLES DE RESPUESTA

4.5.1. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se determinó en laboratorio, para esto se contó 50 semillas por repetición las cuales se distribuyeron uniformemente en la cápsula Petri, tomando en cuenta el cuidado de que las semillas estén en contacto con el papel filtro humedecido. La evaluación fue por horas es decir cada 24 horas mediante el conteo de semillas germinadas hasta concluir la germinación en un tiempo de 13 días.

4.5.2. Porcentaje de emergencia

Para la evaluación del porcentaje de emergencia se registró a través de la observación directa de plántulas emergidas con los cotiledones visibles en cada una de las bandejas. Se contaron el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plántulas emergidas alcanzaron el 50% en cada unidad experimental. Esto sucedió a los 4 días después de la siembra.

4.5.3. Altura de planta (cm)

Previo a realizar las lecturas correspondientes, se identificaron al azar plantas “muestra” por unidad experimental, las mismas que fueron marcadas con marbetes. En las plantas identificadas se realizaron la toma de datos en un intervalo de 10 a 15 días desde el 21 de diciembre del 2016 hasta el 26 de junio del 2017. La altura de las plantas se obtuvo, con una regla metálica desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma, registrándose este dato en centímetros.

4.5.4. Número de ramas

El número de ramas se registró una vez que las plántulas empezaron a ramificar hasta su trasplante, contando el número de ramas desde la base de la planta en las 5 muestras por cada unidad experimental.

4.5.5. Número de hojas

El número de hojas se realizó mediante el conteo directo en las 5 muestras por unidad experimental al finalizar la evaluación.

4.5.6. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se registró con la ayuda de un vernier procediéndose a medir en la parte media del tercio inferior de cada una de las plantas.

4.5.7. Porcentaje de materia seca

Inicialmente se identificó aleatoriamente las muestras a ser sacrificadas para posteriormente extraerlas de las macetas, puesto que las plantas fueron extraídas incluyendo las raíces.

Con ayuda de una balanza se obtuvo el peso fresco de la planta, posteriormente se llevó las muestras a un ambiente seco y donde puedan estar expuestas al sol por un lapso de 15 días, registrando así el peso seco de la planta, para luego determinar el porcentaje de materia seca.

4.5.8. Índice de esbeltez

Para esta variable se realizó la medición de la altura de la planta en cm con relación al diámetro del tallo en mm que refleja la capacidad de la planta para tolerar daños físicos.

4.5.9. Peso fresco de las plántulas

El peso fresco de las plántulas de ñak'a t'ula, se evaluó empleando una balanza digital, donde se pesó cada plántula extraída de las macetas muestreadas aleatoriamente.

4.5.10. Peso seco de las plántulas

El peso seco de las plántulas, se determinó empleando una balanza digital, donde se pesó cada plántula seca muestreada aleatoriamente.

4.5.11. Diámetro del cuello de la planta (vigor)

Para evaluar el vigor de la plántula, se consideró el diámetro de cuello de la plántula la cual se midió empleando un vernier digital y registrado en mm.

4.5.12. Tolerancia al estrés en transporte

Se evaluó el estrés mediante la observación directa y se contó las macetas o plántulas que fueron afectadas durante el viaje.

4.5.13. Porcentaje de prendimiento en campo

Esta variable se evaluó en franjas de repoblamiento mediante el conteo de plantas vivas o muertas en relación al total establecido.

4.5.14. Porcentaje de sobrevivencia

La evaluación del porcentaje de sobrevivencia se evaluó después del trasplante de plántulas ñak'a t'ula en otoño (abril) e invierno (agosto) contando los plantines establecidas o prendidas como también las muestras en los periodos fríos y secos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

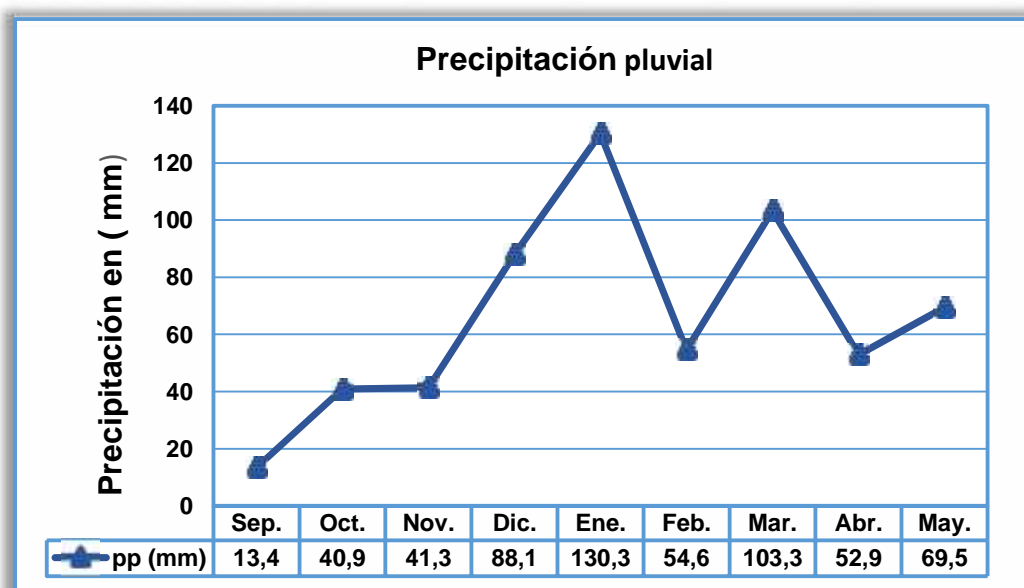
5.1. Datos meteorológicos registrados durante el estudio en el municipio de Viacha.

En base a la información obtenida de SENAMHI, se presenta el registro de las temperaturas y precipitaciones pluviales registradas mensualmente durante la primera parte de la investigación en el municipio de Viacha.

5.1.1. Precipitación

En la figura 6, presenta el registró de las precipitaciones durante el primer periodo de evaluación, las mismas se describen desde el mes Septiembre del 2016 hasta finales del mes de Mayo del 2017.

Figura 6. Precipitación pluvial registrada durante la evaluación en el municipio de Viacha (2016 – 2017).



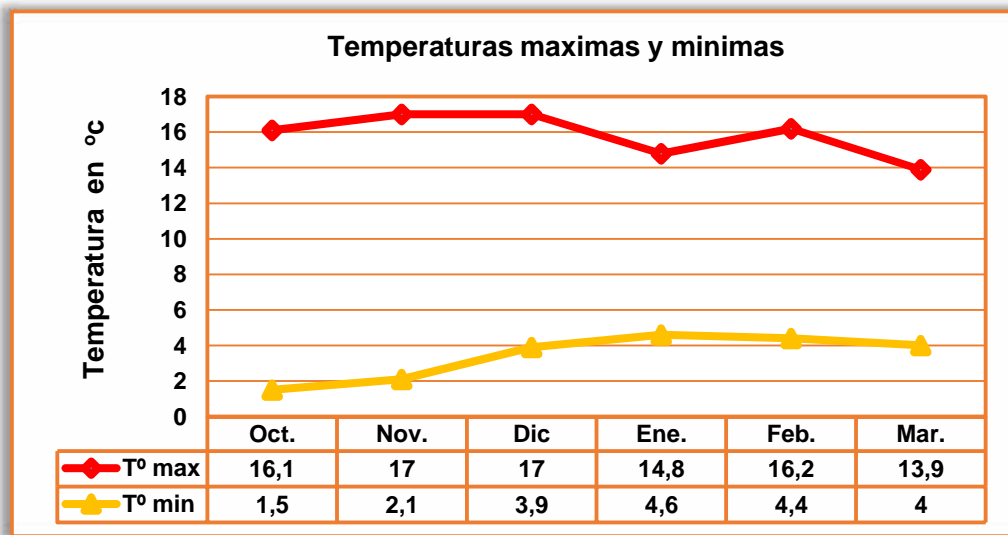
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2018).

En la figura 7, Se presenta el registro de las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación, las mismas se describen desde el mes de octubre del 2016 hasta inicios del mes de marzo del 2017. Se registró las mayores precipitaciones en los meses de enero y marzo con 130,03 y 103,3 (mm) favoreciendo al crecimiento

de las plántulas de ñak'a t'ula, con una precipitación anual de 528 (mm), estas precipitaciones influenciaron para una mayor humedad en el ambiente con un mejor desarrollo de las plántulas.

5.1.2. Temperatura

Figura 7. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante la evaluación en el municipio de Viacha (2016 – 2017).



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2018).

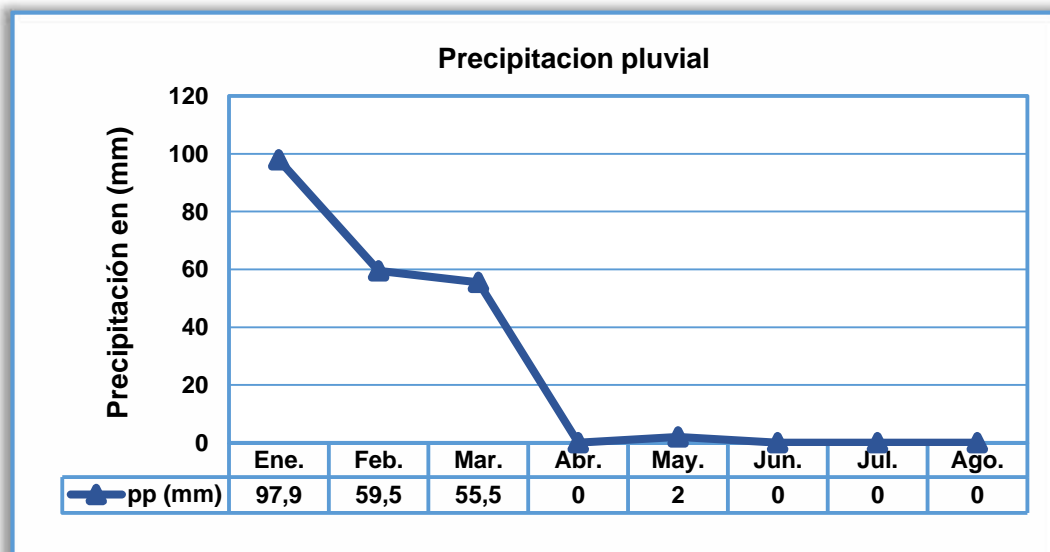
En la figura 7, se puede observar la variación de las temperaturas máximas y las mínimas registradas durante el tiempo de evaluación del crecimiento de las plántulas, las mismas que fueron registradas a partir del mes de octubre hasta inicios de marzo, se puede observar la mayor temperatura máxima en los meses de noviembre y diciembre que fue de 17 °C para ambos meses y la mínima se registró en el mes de octubre con 1,5 °C con presencia de heladas.

5.2. Datos meteorológicos para el municipio de Uyuni

En base a la información obtenida por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, se presenta las temperaturas y precipitación pluvial registradas mensualmente durante la segunda parte de la evaluación realizada en el municipio de Uyuni en la comunidad de Chacala.

5.2.1. Precipitación

Figura 8. Precipitación pluvial registrada durante la evaluación en el municipio de Uyuni (2017).

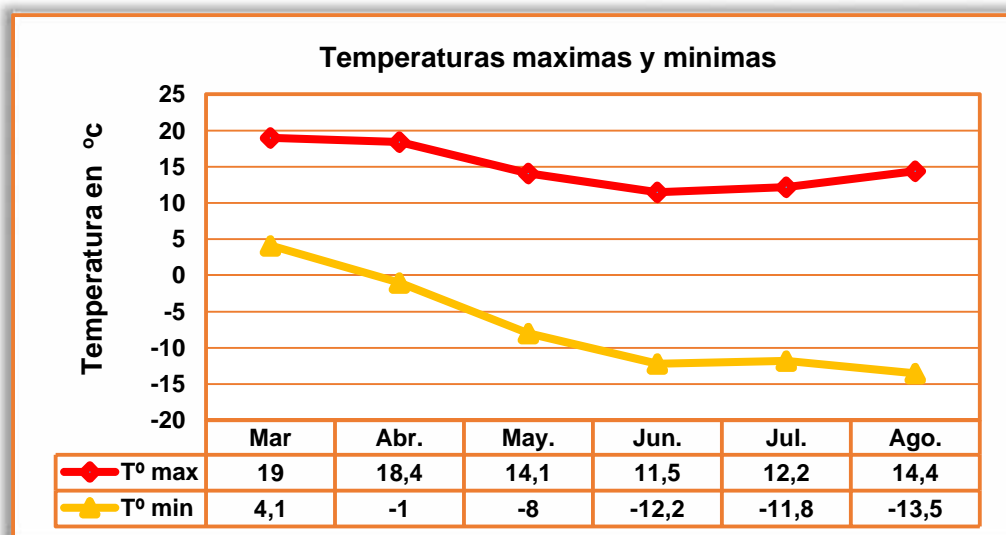


Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2018).

En la figura 8, se presenta el registro de las precipitaciones pluviales durante el periodo de evaluación, las mismas se describen desde el mes de marzo hasta agosto del 2017, en marzo se registró la mayor precipitación con 55,5 (mm) estas precipitaciones favorecieron el trasplante y prendimiento en campo de las plántulas, se puede observar que las precipitaciones fueron descendiendo a partir del mes de abril hasta agosto, motivo por el cual afecto a la sobrevivencia de las ñak'a t'ula a causa de las heladas y por la falta de precipitación una gran mayoría de las plántulas murieron.

5.2.2. Temperatura

Figura 9. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante la evaluación en el municipio de Uyuni (2017).



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI (2018).

En la figura 9, se observa la variación de las temperaturas máximas y mínimas registradas durante el tiempo de evaluación del trasplante y prendimiento de las plántulas, las mismas fueron registradas a partir del mes de marzo hasta agosto, se puede observar que en marzo se presentó la mayor temperatura máxima de 19 °C a partir de abril las temperaturas fueron descendiendo hasta agosto con temperatura mínima de – 13,5 °C presentando heladas, la cual no favoreció a la sobrevivencia de las plántulas.

5.3. Variables de respuesta

El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, se desarrollaron con las siguientes variables de respuesta: porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, altura de planta en (cm), número de ramas, número de hojas, diámetro de tallo en (mm), porcentaje de materia seca, índice de esbeltez, peso fresco de las plántulas en (g), peso seco de las plántulas en (g), diámetro de cuello de las plántulas (vigor) en (mm), tolerancia al estrés en transporte, porcentaje de prendimiento en campo, porcentaje de sobrevivencia.

5.3.1 Porcentaje de germinación

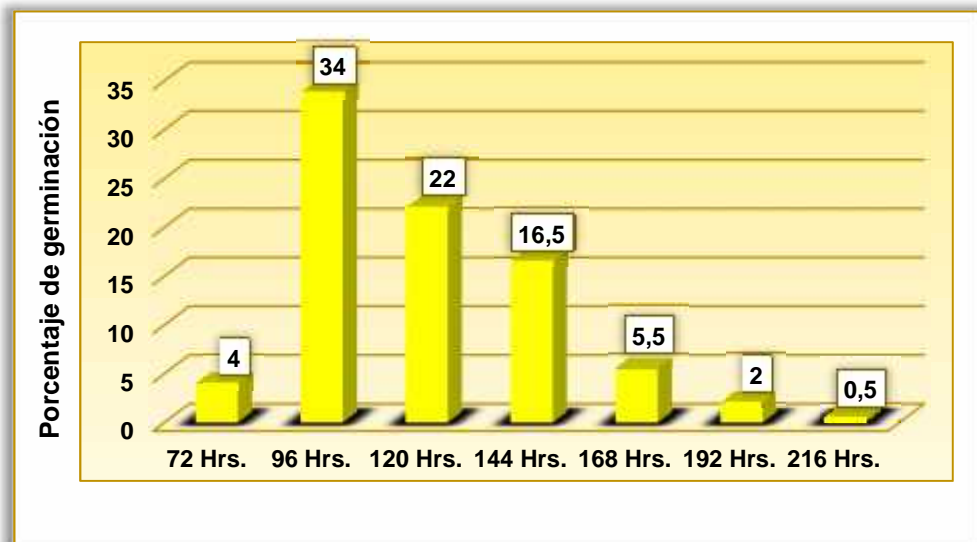
En el (cuadro 8) se presenta el porcentaje de germinación de semillas de ñak'a t'ula donde se puede observar un incremento en el porcentaje de germinación a medida que transcurre el tiempo. Asimismo, se estima los promedios de porcentajes de semillas germinadas por horas, la germinación sucedió a las 72 horas con un promedio de 4 %, posteriormente se produjo un incremento considerable a las 96, 120 y 144 horas con 38, 60 y 76,5 % respectivamente, mientras que a las 168,192 y 216 horas concluyendo la germinación con 82, 84 % y finalmente el promedio total alcanzado fue de 84, 5 % con una desviación estándar de 3,78. La prueba de germinación nos demuestra que la semilla no presenta dormancia por su alto porcentaje de germinación.

Cuadro 8. Porcentaje de germinación de semillas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola Phill*).

REPETICIONES	%	%	%	%	%	%	%
	Germ.	Germ.	Germ.	Germ.	Germ.	Germ.	Germ.
	72Hrs.	96Hrs.	120Hrs.	144Hrs.	168Hrs.	192Hrs.	216Hrs.
I	4	44	60	72	78	80	82
II	6	42	64	80	82	82	82
III	6	44	68	80	88	90	90
IV	0	22	48	74	80	84	84
PROMEDIO TOTAL							84.5
SD							3.78

En la figura 10, se muestra los porcentajes promedio de germinación diaria, misma que comenzó a las 72 horas con un 4%, posteriormente se produjo un aumento considerable a las 96 y 120 horas hasta el 34 y 22 %, concluyendo finalmente la germinación a las 216 horas.

Figura 6. Porcentaje de germinación para los días evaluados desde el inicio hasta la finalización de la germinación.



Ramos, P. *et al.* (2013), mencionan que en un estudio realizado con la prueba de germinación las semillas de una t'ula, titi t'ula y sup'u t'ula germinan logrando alcanzar el 95%. Las semillas de lampaya no germinaron con la prueba estándar de germinación, ya que presentaron dormancia que puede ser atribuida a la inmadurez del embrión o a la dureza de la testa.

Según Paca, F. *et al.* (2003), explican la prueba de germinación con semillas purificadas de la especie *parastrephia lepidophylla* del cual se tomaron al azar 400 semillas para el ensayo, con una muestra de 100 semillas por repetición (4 repeticiones); la fecha de recolección fue en octubre y la siembra en noviembre del 2001, se registraron porcentajes a los 9 y 10 días, alcanzado porcentajes de 3,6 y 9 % y a los 14 días con un promedio total del 22 %.

5.3.2. Porcentaje de días a la emergencia

El porcentaje de días a la emergencia de semillas de ñak'a t'ula se muestra en el (cuadro 9), se observa un incremento en el porcentaje de emergencia a medida que transcurre los días, misma que comenzó al 4^{to} día con un promedio de 3,6 % posteriormente se produjo un aumento a los 12 días transcurridos con un promedio total de 56,6 % y con una desviación estándar de 3,15.

Cuadro 9. Porcentaje de emergencia de semillas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

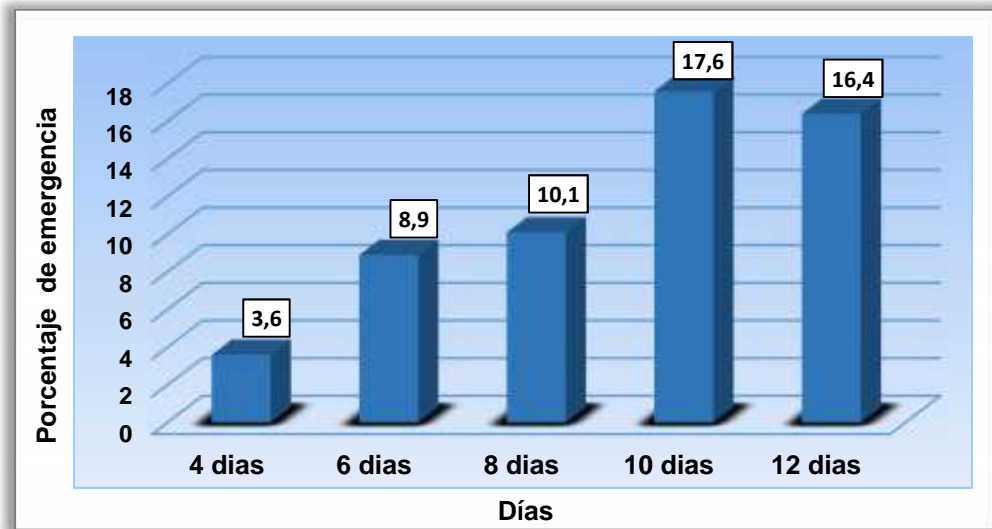
Repeticiones	4 días	5 días	6 días	7 días	8 días	9 días	10 días	11 días	12 días
I	7	8	16	22	29,5	44,5	49	52,5	59,5
II	2,5	3	9	9,5	16	26,5	34,5	42	53
III	2	4,5	10,5	15	22	32,5	43,5	54,5	60
IV	3	4,5	14,5	17,5	21,5	28,5	39	42,5	56,5
V	3,5	5,5	12,5	19,5	24	29,5	35	48	54
PROMEDIO TOTAL									56,6
SD									3,15

Ramos, P. *et al.* (2013), mencionan en un estudio realizado con la prueba de multiplicación masiva en semillas de t'ulas entre ellas se tiene a la ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill), en la cual se optó por tres alternativas la siembra en almaciguera, siembra directa en maceta y siembra directa en campo, se pudo observar que las semillas emergen en un periodo de 7 a 10 días en siembra en almacigo y siembra directa en maceta, en campo la emergencia ocurre entre 15 a 20 días se sugiere utilizar estos métodos que son apropiados para la multiplicación de plántulas.

En la figura 11, se muestra los porcentajes promedios de emergencia diaria, misma que comenzó al 4to día con un 3,6 %, posteriormente se produjo un aumento al 6to y 8vo día con 8,9 y 10,1 % respectivamente, mientras que el promedio más alto se

obtuvo al 10mo día con 17,6% de emergencia y finalmente al 12mo día transcurrido alcanzo un valor de 16,4 %.

Figura 7. Porcentaje de emergencia para los días evaluados desde el inicio hasta el 50% de la emergencia.



5.3.3. Altura de planta (cm)

El análisis de varianza para la altura de planta presentado en el (cuadro 10) se observa que entre bloques no existieron diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en la altura de planta. En cuanto a los tratamientos si existen diferencias altamente significativas, esto nos demuestra que la aplicación de los fertilizantes foliares tienen efecto sobre el crecimiento de las plántulas.

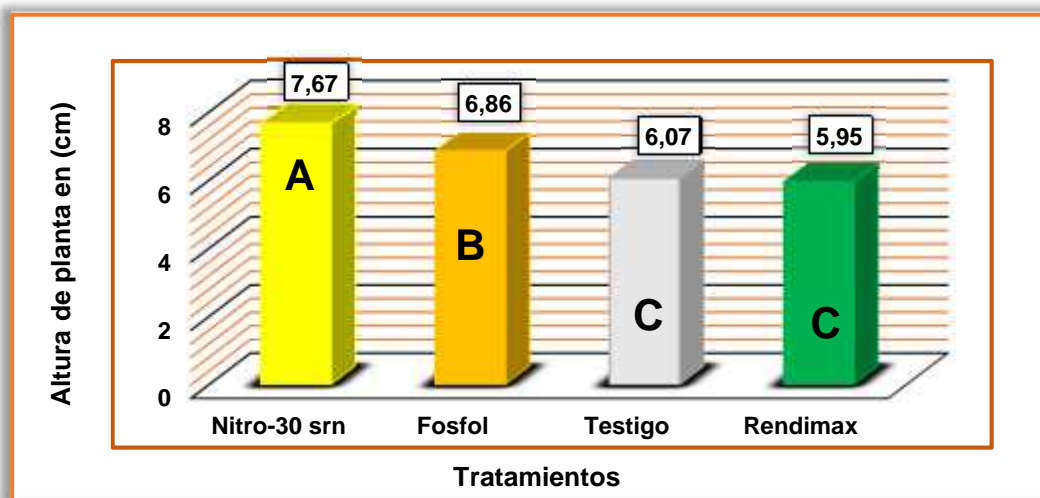
Se presentó un coeficiente de variación de 5,53 %, y esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es rango permitido en campo.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura de planta de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	P- valor
Bloques	0,43	4	0,11	0,79	0,5530 <i>ns</i>
Fert. Foliar	9,59	3	3,20	23,76	0,0001 **
Error	1,61	12	0,13		
Total	11,63	19			

En la figura 12, se puede apreciar los resultados obtenidos mediante la prueba de Duncan al 5 %, donde se observa el promedio de medias entre tratamientos formando tres grupos, el promedio estadísticamente más alto fue del tratamiento con el Nitro – 30 srn debido a su alto contenido de nitrógeno alcanzó una altura de 7,67 cm esto nos indica que hubo un mayor efecto en el crecimiento de las plántulas de ñak'a t'ula perteneciente al grupo A, seguidamente en el grupo B se encuentra el fertilizante foliar Fosfol con alto contenido de fósforo que alcanzó un promedio de 6,86 cm, posteriormente tenemos al testigo y Rendimax con promedios de 6,07 y 5.95 cm de longitud ambos promedios similares ocupando el último grupo C.

Figura 8. Promedio de medias entre tratamientos para la altura de planta de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) con el efecto de fertilizante foliar.

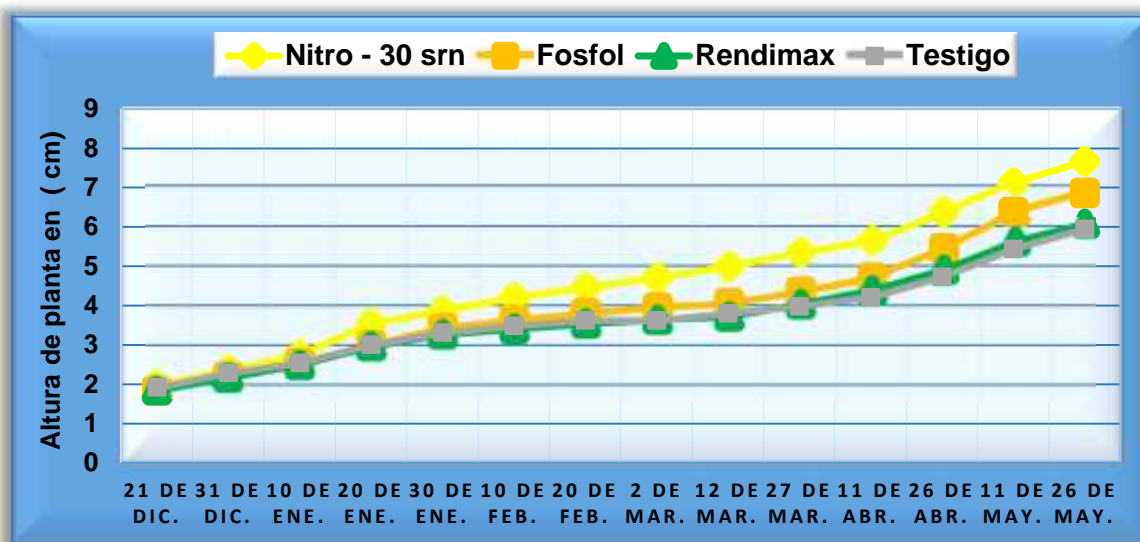


5.3.4. Curva de crecimiento

La curva de crecimiento se presenta en la (figura 13) en ella se puede observar una respuesta favorable al uso de fertilizantes foliares.

En la figura 13, se aprecia el efecto incremental del fertilizante foliar sobre el crecimiento en altura de las plántulas de ñak'a t'ula, evidenciándose diferencias significativas con mayores alturas para los tratamientos Nitro – 30 srn y Fosfol, sin embargo el fertilizante foliar Rendimax presenta un menor crecimiento, por otro lado el testigo ha registrado un valor bajo en longitud puesto que no tuvo ningún abonamiento foliar.

Figura 9. Curva de crecimiento en altura de planta a lo largo de la evaluación.



El crecimiento en los primeros dos meses es similar con un crecimiento moderado, también se puede observar que a partir de los meses de febrero y marzo las diferencias entre fertilizantes foliares son muy claras para el T4 y T3 con un aumento de altura en las plantas esto puede atribuirse a la época de lluvias. En cambio el T2 y T1 no presenta diferencias significativas entre sí, formando un grupo relativamente homogéneo inferior a los demás tratamientos.

5.3.5. Número de ramas

El análisis de varianza para el número de ramas presentado en el (Cuadro 11) se observa que entre bloques no existieron diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en esta variable. Con respecto a los tratamientos existen diferencias altamente significativas, lo cual nos demuestra que los fertilizantes foliares influyen en el desarrollo de las ramas de la ñak'a t'ula obteniendo mejores respuestas en relación al testigo logrando un mejor resultado con el fertilizante foliar Nitro – 30 srn.

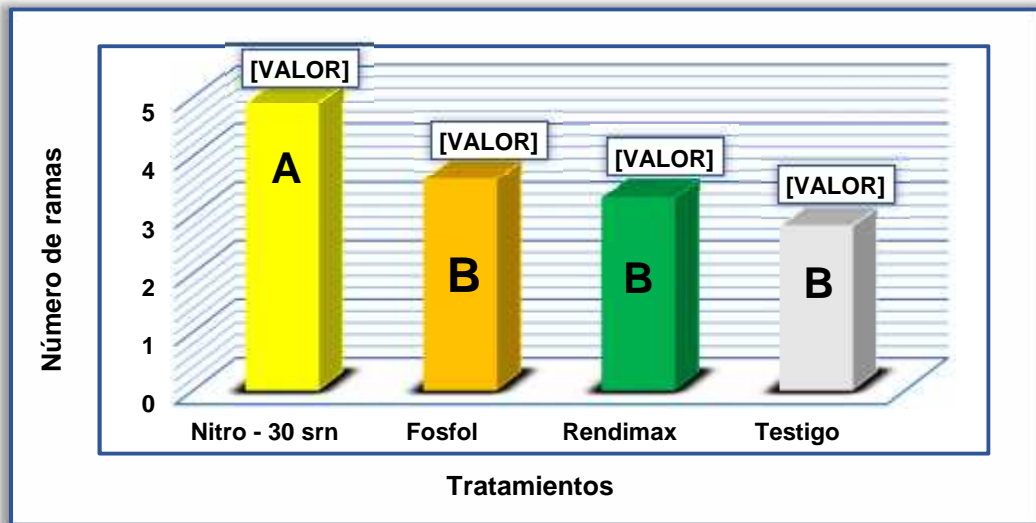
Así mismo el coeficiente de variación es de 16,70 % lo que señala que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30% que es rango permitido en campo.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de ramas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P- VALOR</i>
Bloque	1,96	4	0,49	1,32	0,3179 NS
Fert. Foliar	12,37	3	4,12	11,11	0,0009 **
Error	4,46	12	0,37		
Total	18,79	19			

En la figura 14, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, donde se observa que los fertilizantes foliares conformaron dos grupos, el tratamiento con Nitro – 30 srn por su alto contenido de nitrógeno presenta una respuesta favorable observándose un mayor desarrollo de ramas en comparación a los demás tratamientos, alcanzando un promedio de 4,92 número de ramas ubicado en el grupo A, en el siguiente grupo B tenemos al Fosfol siendo un fertilizante con alto contenido de fósforo alcanzó un promedio de 3,6 ramas seguido por el Rendimax debido a su composición de micronutrientes alcanzó un promedio de 3,28 ramas y por último se tiene al testigo con el valor más bajo de 2,8 ramas.

Figura 10. Promedio de medias entre tratamientos para el número de ramas con la prueba Duncan al 5 %.



5.3.6. Relación altura de planta Vs número de ramas

En la figura 15, muestra los promedios de altura de planta y el número de ramas, se relaciona estas variables dando como resultado una regresión positiva simple en la prueba de correlación como parámetros estadísticos.

Figura 11. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.



Observando los resultados de la figura 15, el coeficiente de regresión lineal $y = 0,85$ % lo cual significa que cada centímetro de incremento en altura de plántulas de ñak'a t'ula, se espera un incremento promedio de 0,85 % en el número de ramas de las mismas plántulas. De la misma forma se visualiza que el coeficiente de correlación $r^2 = 0,92$ nos permite afirmar que existe una correlación positiva esto nos indica que las variables depende fuertemente una de la otra a mayor crecimiento de altura mayor número de ramas.

5.3.6. Número de hojas

El análisis de varianza para el número de hojas se muestra en el (cuadro 12), se observa que entre bloques no existieron diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en esta variable, con respecto a los tratamientos existen diferencias altamente significativas, lo cual nos demuestra que los fertilizantes foliares influyen en el desarrollo de las hojas de la ñak'a t'ula.

Así mismo el coeficiente de variación es de 18,70 % lo que señala que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es rango permitido en campo.

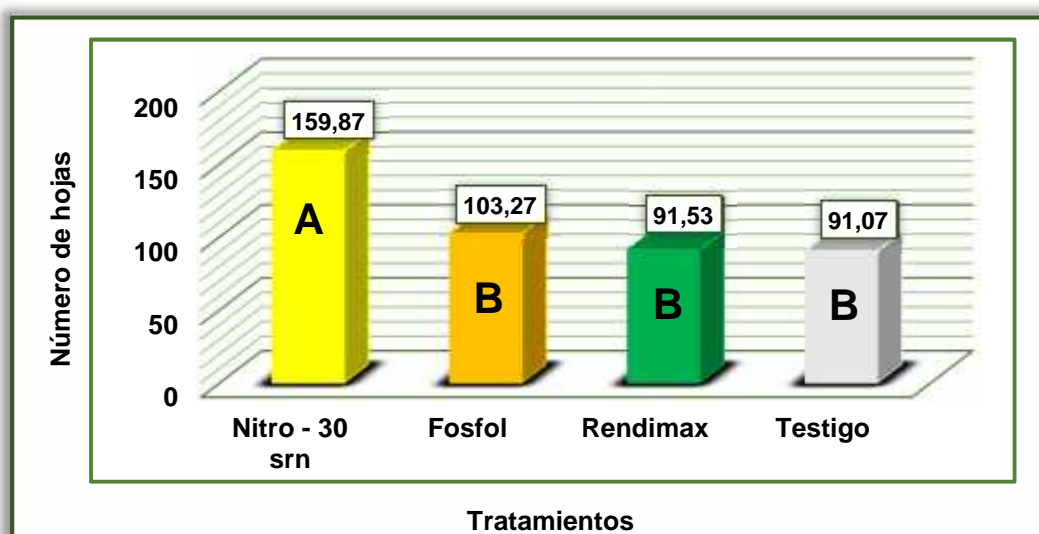
Cuadro 12. Análisis de varianza para el número de hojas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P- VALOR
Bloque	3898,24	4	974,56	2,38	0,1101 NS
Fert. Foliar	16116,47	3	5372,16	13,11	0,0004 **
Error	4918,20	12	409,85		
Total	24932,91	19			

En la figura 16, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, donde se observa que los tratamientos si presentan diferencias altamente significativas indicando que el suministro de fertilización foliar influyó sobre el desarrollo de las hojas de ñak'a t'ula conformando dos grupos, el tratamiento con Nitro 30 – srn por su alto contenido de nitrógeno presento una respuesta favorable

observándose un mayor desarrollo de hojas en comparación a los demás tratamientos llegando a alcanzar un promedio de 159,87 hojas perteneciente al grupo A, seguidamente tenemos al grupo B conformado por el Fosfol siendo un fertilizante con alto contenido de fósforo obtuvo un promedio de 103,27 hojas, Rendimax con un promedio de 91,53 hojas y el testigo llegó a obtener un promedio de 91,07 hojas, estos dos últimos tratamientos alcanzaron promedios similares.

Figura 12. Promedio de medias entre tratamientos para el número de hojas con la prueba Duncan al 5 %.



5.3.7. Diámetro de tallo

El análisis de varianza para el diámetro de tallo se muestra en el (Cuadro13), se observa que entre bloques no existieron diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en esta variable, con respecto a los tratamientos existen diferencias altamente significativas, lo cual nos demuestra que los fertilizantes foliares influyen en el desarrollo del diámetro de tallo de la ñak'a t'ula.

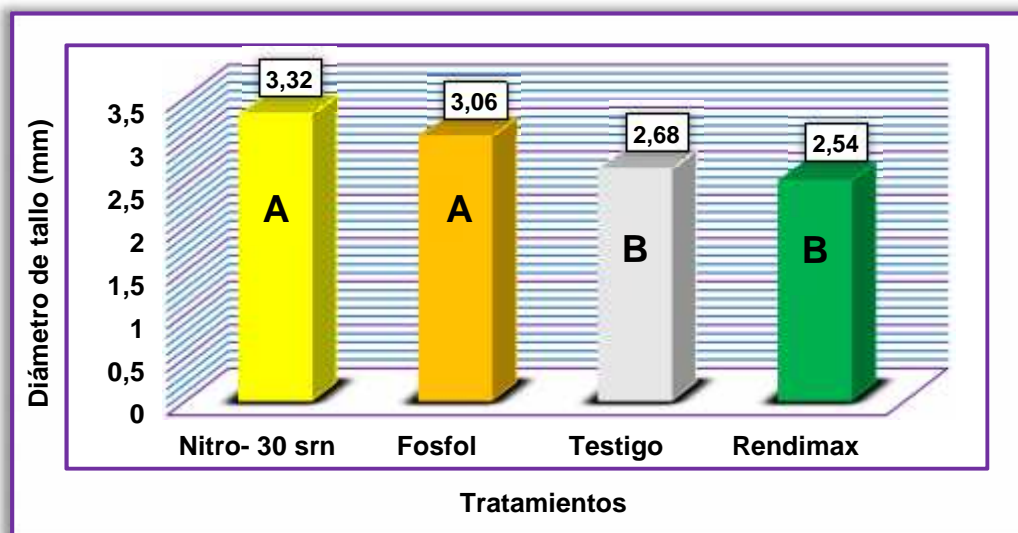
El coeficiente de variación presenta un valor de 8,77 % lo que indica que los datos están dentro del rango aceptable.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro de tallo de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	P- VALOR
Bloque	0,10	4	0,03	0,39	0,8123 NS
Fert. Foliar	1,88	3	0,63	9,68	0,0016 **
Error	0,78	12	0,06		
Total	2,75	19			

En la figura 17, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, donde se observa que los tratamientos si presentan diferencias altamente significativas llegando a conformar dos grupos, el tratamiento con Nitro 30 - srn por su alto contenido de nitrógeno presento un mayor desarrollo de diámetro de tallo en comparación a los demás tratamientos llegando a alcanzar un promedio de 3,32 mm de diámetro de tallo, seguidamente tenemos al tratamiento con el Fosfol siendo un fertilizante con alto contenido de fósforo obtuvo un promedio de 3,06 mm de diámetro ambos fertilizantes pertenecen al grupo A, en el siguiente grupo B se tiene a Rendimax y al testigo con promedios de 2,68 y 2,54 mm de diámetro de tallo.

Figura 13. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de tallo con la prueba de Duncan al 5 %.



5.3.8. Porcentaje de materia seca

El análisis de varianza para porcentaje de materia seca (cuadro 14), nos muestra que si existen diferencias altamente significativas entre bloques, por lo tanto la pendiente influyó en esta variable, en cuanto a los tratamientos no son estadísticamente significativos.

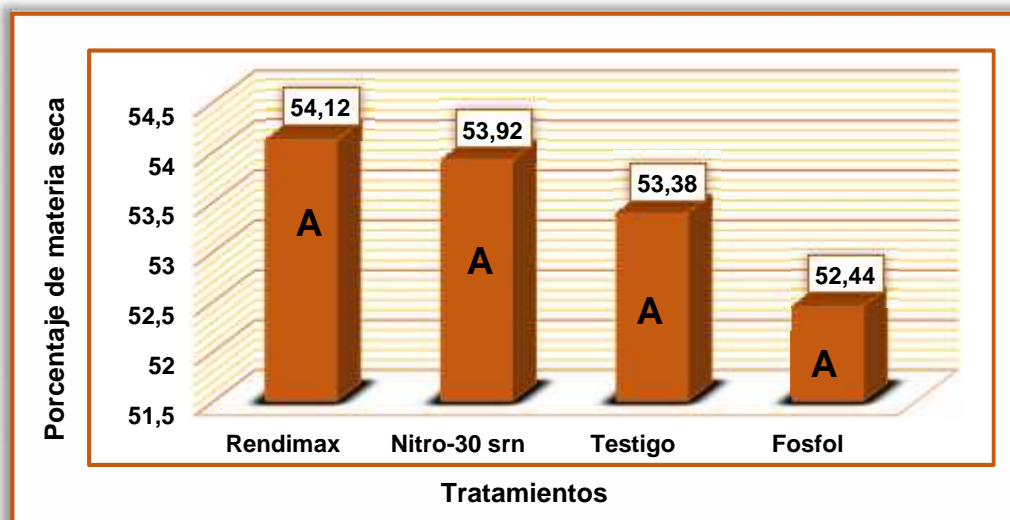
El coeficiente de variación es de 6,11% esto nos indica que son datos confiables por encontrarse por debajo del 30% que es rango permitido en campo.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca.

<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P - VALOR</i>
<i>Bloque</i>	1386,58	4	346,65	32,44	0,0001 **
<i>Fert. foliar</i>	8,48	3	2,83	0,26	0,8496 ns
<i>Error</i>	128,25	12	10,69		
<i>Total</i>	1523,31	19			

En la figura 18, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5%, se puede observar que los tratamientos no presentan diferencias significativas en el porcentaje de materia seca.

Figura 14. Promedio de medias entre tratamientos para el porcentaje de materia seca con la prueba Duncan al 5%.



5.3.9. Índice de esbeltez

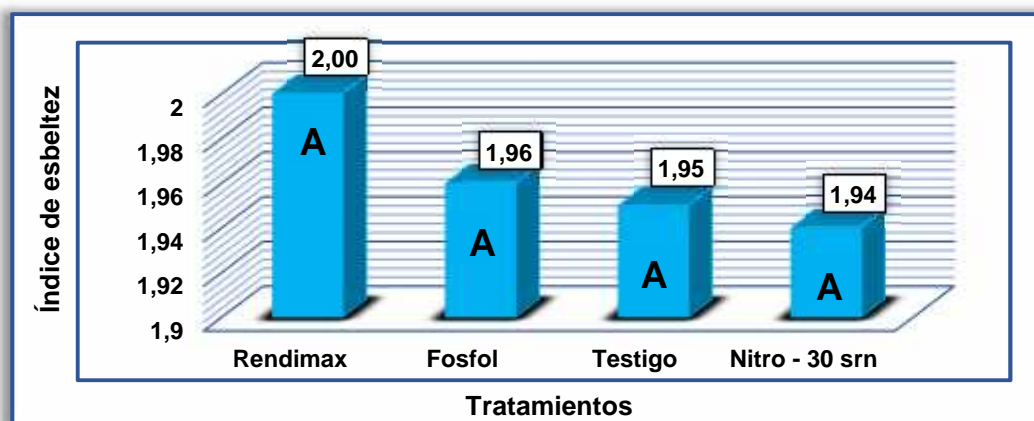
El análisis de varianza (cuadro 15), para el índice de esbeltez, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en esta variable, con respecto a los tratamientos no existe diferencias significativas lo que nos indica que la aplicación de los fertilizantes foliares no influyó en el índice de esbeltez. El coeficiente de variación para esta variable es del 15,89 % dándole la confiabilidad a los datos obtenidos, puesto que está en el rango aceptable para el trabajo en campo.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el índice de esbeltez de plántulas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill).

<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P – VALOR</i>
Bloque	0,35	4	0,09	1,03	0,4319 <i>n.s.</i>
Fert. Foliar	0,01	3	0,03	0,04	0,9894 <i>n.s.</i>
Error	1,03	12	0,09		
Total	1,39	19			

En la figura 19, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, se puede observar que los tratamientos no presentan diferencias significativas en el índice de esbeltez.

Figura 15. Promedio de medias entre tratamientos para el índice de esbeltez con la prueba de Duncan al 5 %.



Mateo, J. (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.

5.3.8. Peso fresco de las plántulas

El análisis de varianza para el peso fresco de plántulas se muestra en el (cuadro 16), se observa que entre bloques si existieron diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente si tuvo una influencia en esta variable, con respecto a los tratamientos si existe diferencias altamente significativas, lo cual nos demuestra que los fertilizantes foliares influyen en el peso verde de las plántulas.

En coeficiente de variación presente un valor de 15,72 % lo que indica que los datos están dentro de los rangos aceptables.

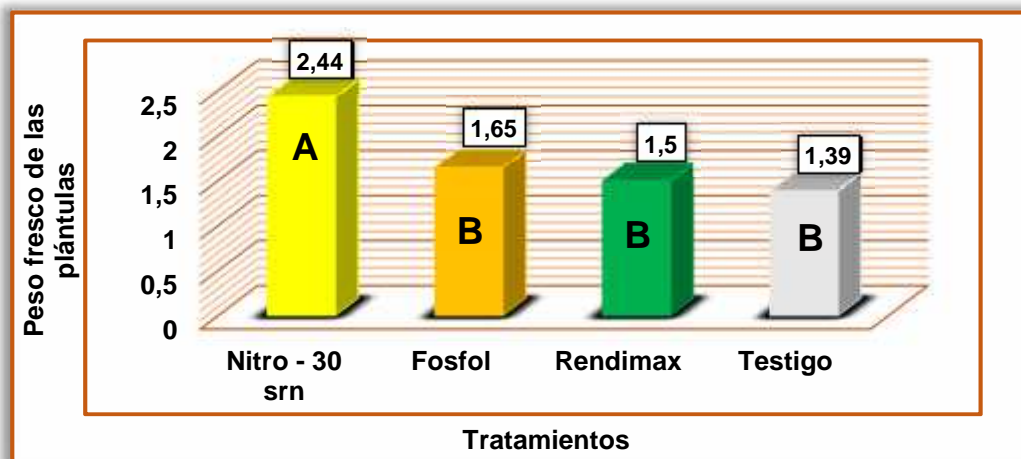
Cuadro 16. Análisis de varianza para el peso fresco de plántulas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola Phill*).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	P - VALOR
Bloque	2,76	4	0,69	9,17	0,0012 *
Fert. Foliar	3,40	3	1,13	15,05	0,0002 **
Error	0,90	12	0,08		
Total	7,07	19			

En la figura 20, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, donde se observa que los fertilizantes foliares si presentan diferencias altamente significativas indicando que el suministro de abonos foliares influyó en el peso fresco de las plántulas de ñak'a t'ula, el tratamiento con Nitro – 30 srn por su alto contenido de nitrógeno presentó una respuesta favorable observándose un mayor peso fresco de las plántulas en comparación a los demás tratamientos llegando a alcanzar un promedio de 2,44 g debido a las características

que presentan las plántulas con mayor cantidad de follaje se ubica en el grupo A, seguidamente tenemos al grupo B conformado por el Fosfol siendo un fertilizante con alto contenido de fósforo obtuvo un promedio de 1,65 g, Rendimax y testigo con 1,5 y 1,3 g de peso verde de las plántulas.

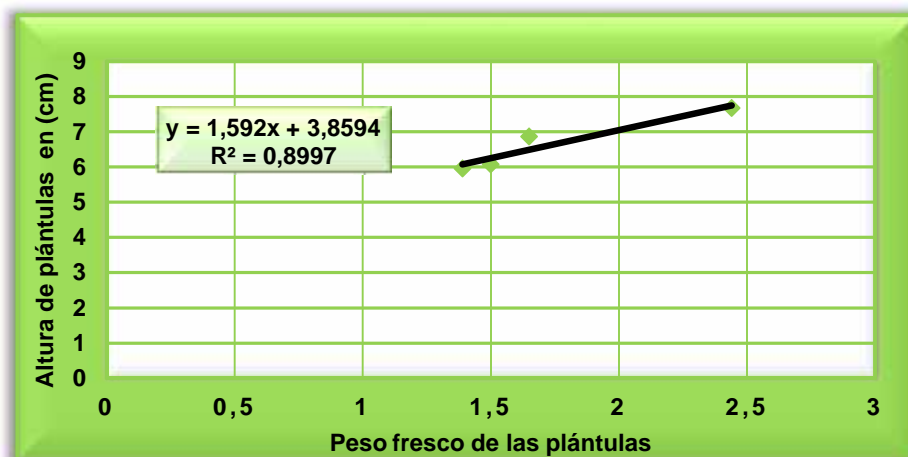
Figura 16. Promedio de medias entre tratamientos para el peso fresco de las plántulas con la prueba de Duncan al 5 %.



5.3.8.1. Relación peso fresco de las plántulas VS altura de planta

El análisis estadístico de regresión lineal y coeficiente de correlación se muestra en la figura 21, donde se observa la relación de dos variables dando como resultado una regresión positiva simple en la prueba de correlación como parámetros estadísticos.

Figura 17. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.



En los resultados de la figura 21, el coeficiente de regresión lineal $y = 1,59 \%$ lo cual significa que cada centímetro de incremento en altura de plántulas de ñak'a t'ula, se espera un incremento promedio de 1,59 % en el peso fresco de las mismas plántulas. De la misma forma se visualiza que el coeficiente de correlación $r^2 = 0,89$ nos permite afirmar que existe una correlación positiva esto nos indica que las variables depende fuertemente una de la otra a mayor crecimiento de altura mayor peso fresco de las plántulas.

5.3.9. Peso seco de las plántulas

El análisis de varianza (cuadro 17), para el peso seco de las plántulas, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, lo que indica que el factor pendiente no tuvo una influencia en esta variable, con respecto a los tratamientos si existen diferencias altamente significativas lo que nos indica que la aplicación de los fertilizantes foliares si influyó en el peso seco de las plántulas.

El coeficiente de variación para esta variable es del 11,04 % dándole la confiabilidad a los datos obtenidos, puesto que está en el rango aceptable para el trabajo en campo.

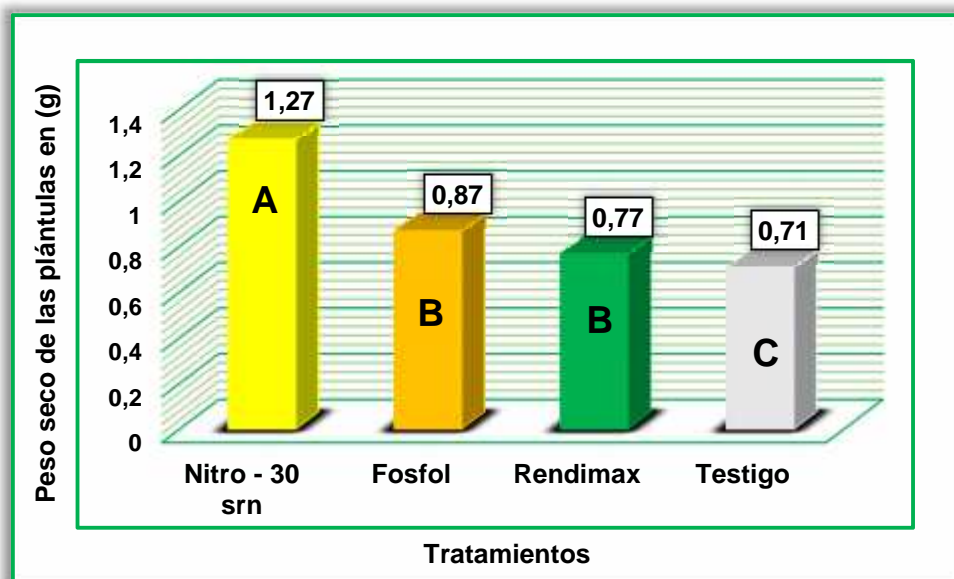
Cuadro 17. Análisis de varianza para el peso seco de las plántulas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola Phill*).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.	P – VALOR
Bloque	0,12	4	0,03	2,91	0,0678 N.S.
Fert. Foliar	0,94	3	0,31	31,22	0,0001**
Error	0,12	12	0,01		
Total	1,18	19			

En la figura 22, se muestra el promedio de medias entre tratamientos con la prueba de Duncan al 5 %, se puede observar que los fertilizantes foliares si presentan diferencias altamente significativas indicando que el suministro de abonos foliares influyó en el peso seco de las plántulas de ñak'a t'ula, el tratamiento con Nitro - 30 srn debido a su alto contenido de nitrógeno presento una respuesta favorable

logrando un mayor efecto en el peso seco debido a las características de las plántulas que presentaron mayor cantidad de follaje en comparación a los demás tratamientos alcanzando un promedio de 1,27 g ubicándolo en el primer grupo A, seguidamente para el Fosfol y Rendimax se registraron promedios de 0,87 y 0,77g al ubicarse en el segundo grupo B, en cambio el menor peso fue reportado por el testigo con un promedio de 0,71 g de peso seco de las plántulas ubicado en el grupo C.

Figura 18. Promedio de medias entre tratamientos para el peso seco de las plántulas de ñak'a t'ula (*Baccharis tola Phill*) con la prueba de Duncan al 5 %.



5.3.10. Diámetro del cuello de la planta (vigor)

El análisis de varianza para el diámetro del cuello de la planta (vigor) presentado en el (cuadro 18) donde se observa que entre bloques si existe diferencias significativas lo que indica que el factor pendiente si tuvo una influencia en el diámetro de cuello de las plántulas. Con respecto a los tratamientos si existen diferencias altamente significativas lo cual nos demuestra que si hubo una respuesta favorable con la aplicación de los fertilizantes foliares en las plántulas de ñak'a t'ula.

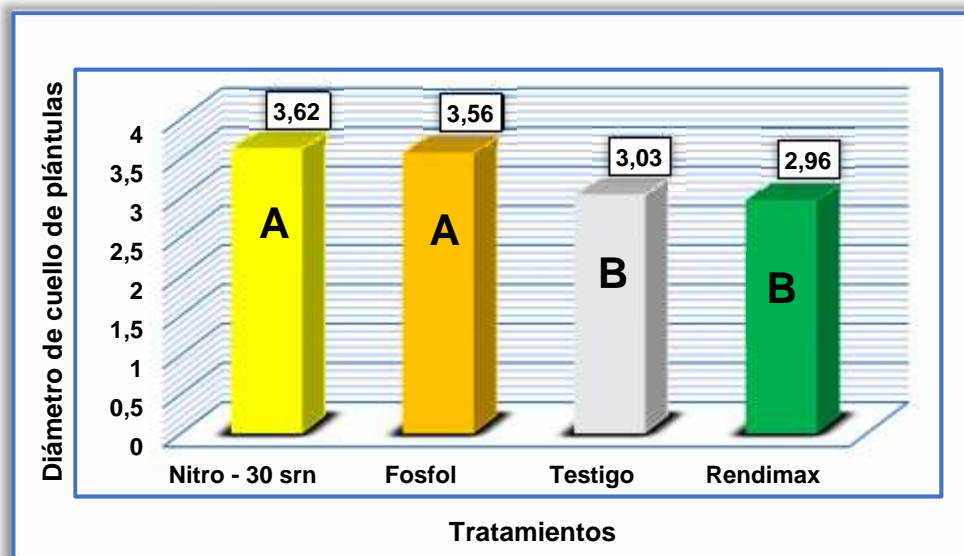
Así mismo el coeficiente de variación es de 5,42 % lo que señala que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30% que es rango permitido en campo.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el diámetro de cuello de la planta (vigor).

<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P – VALOR</i>
Bloque	0,41	4	0,10	3,23	0,0513 *
Fert. Foliar	1,82	3	0,61	19,05	0,0001 **
Error	0,38	12	0,03		
Total	2,61	19			

En la figura 23, se muestra el promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de cuello en plántulas de ñak'a t'ula, donde se observa que los fertilizantes foliares conformaron dos grupos, el tratamiento con Nitro – 30 srn por su alto contenido de nitrógeno presentó una respuesta favorable alcanzando un promedio de 3,62 mm de diámetro seguido por el Fosfol siendo un fertilizante con alto contenido de fósforo alcanzó un promedio de 3,56 mm de diámetro ambos fertilizantes foliares lograron los mayores efectos pertenecientes al grupo A, por otra parte tenemos al testigo con un 3,03 mm de diámetro y por último se tiene al Rendimax con un promedio 2,96 mm ambos tratamientos registran los menores diámetros de cuello de plántulas con promedios similares se ubican en el grupo B.

Figura 19. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de cuello de plántulas con la prueba de Duncan al 5%.



5.3.10. Tolerancia al estrés en transporte

Previo al viaje se realizó la selección de plántulas de 4 a 6 cm de altura que puedan ser resistentes y logren adaptarse a las condiciones climáticas del campo para ello 200 plántulas fueron seleccionadas las cuales se repicaron en macetas para ampliar el espacio de crecimiento de las raíces. Una de las desventajas del transporte en macetas es que las plantas ocupan más espacio y pesan más, en cuanto al cuidado que se dio durante el traslado fue colocarlas en cajas, cubiertas con una lona para protegerlas del viento y el sol, en este caso se pudo observar que las plántulas de ñak'a t'ula no estuvieron expuestas a ningún tipo de estrés en transporte como puede ser la pérdida de humedad, temperaturas extremas y daños físicos, el total de las plantas establecidas no fueron afectas hasta el momento de ser trasplantadas.

Figura 20. Tolerancia al estrés en transporte.



5.3.11. Porcentaje de prendimiento en campo

En el cuadro 19, se muestra el porcentaje de prendimiento en franjas de repoblamiento con 200 plántulas, esta variable se evaluó pasado los 30 días después del trasplante, se observó que del total de las plántulas establecidas 196 prendieron y 4 murieron, al obtener un alto valor de plantas vivas, esto nos

demuestra que las plántulas pueden ser trasplantadas sin ninguna dificultad en campo. De la misma manera se puede apreciar el porcentaje de prendimiento con un promedio total de 97,92 % y una desviación estándar de 0,72 lo cual nos indica que las plántulas pueden ser trasplantadas sin ninguna dificultad a campo abierto y que esta especie es resistente a las condiciones climáticas del altiplano boliviano

Cuadro 19. Porcentaje de prendimiento en campo.

Número de hileras	Número de plántulas trasplantadas	(%) de prendimiento
1	80	97.5
2	80	98,75
3	40	97.5
Promedio total	200	97,92 %
SD		0,72

5.3.12. Porcentaje de sobrevivencia

EL porcentaje de sobrevivencia de las plántulas de ñak'a t'ula se evaluó pasado los 160 días después del trasplante a mediados de agosto al finalizar la época de invierno donde las condiciones climáticas no eran tan favorables para las plántulas, se puede observar que una gran mayoría de los plantines no sobrevivieron.

Los probables factores pueden ser la sequía, debido a esto el suelo tiene muy poca humedad y sin cobertura vegetal no tiene la capacidad de retención de agua motivo por el cual las raíces de las plántulas no lograron alcanzar la humedad que se encontraba a 40 cm de profundidad del suelo. Las bajas temperaturas traducidas en heladas afectaron a las plántulas. Por otro lado se puede mencionar el daño causado por herbívoros domésticos (ovejas y llama) y silvestres (topo, liebre, vicuña), puesto que la alta presión de estos animales provocaron la caída de los postes del alambrado por lo que ingresaron y consumieron a las plantas tiernas.

6. CONCLUSIONES.

Después de la obtención de resultados y realizado los análisis estadísticos necesarios para el presente estudio, nos corresponde dar la siguientes conclusiones.

- El fertilizante foliar Nitro – 30 srn es la que mayor efecto ha tenido en la altura de planta, número de ramas, número de hojas, diámetro de tallo, peso fresco de las plántulas, peso seco de las plántulas, diámetro de cuello de la planta (vigor). Los tratamientos aplicados con el fertilizante foliar Fosfol registraron promedios intermedios, tanto el Rendimax como el testigo obtuvieron promedios bajos.
- La aplicación de fertilizantes foliares influyó en el crecimiento de las plántulas de ñak'a t'ula, mostrando superioridad en altura con el tratamiento Nitro – 30 srn con un 7,67 cm de longitud, frente al testigo el cual alcanzó 6,07 cm de altura, evaluados en la fase de crecimiento.
- Para la variable número de ramas se obtuvo un efecto positivo con el fertilizante foliar Nitro – 30 srn donde se observó un mayor desarrollo de ramas alcanzando un promedio de 4,92 número de ramas en comparación del testigo con 2,8 ramas en promedio.
- Con respecto a la variable número de hojas el tratamiento que mayor efecto mostro fue con el Nitro – 30 srn presentó una respuesta favorable en el desarrollo de hojas alcanzando un promedio de 159,87 número de hojas mientras que el testigo registró 91,07 hojas.
- Entre los tratamientos con fertilizante foliar, el mayor diámetro de tallo se obtuvo con los fertilizantes Nitro – 30 srn y Fosfol con 3,32 y 3,06 mm de diámetro de tallo frente al testigo que alcanzó 2,54 mm de diámetro de tallo en promedio.
- La aplicación de fertilización foliar para la variable peso fresco de los plantines, el tratamiento Nitro – 30 srn presento una respuesta positiva obteniendo un mayor promedio de 2,44 g debido al alto contenido de follaje y el testigo obtuvo un valor bajo con 1,3 g de peso fresco.

- Para el peso seco de los plantines la evaluación tuvo una respuesta favorable con la aplicación de fertilizantes foliares presentaron diferencias altamente significativas indicando que el suministro del tratamiento con Nitro – 30 srn logró un mayor efecto en el peso seco con 1,27 g y el testigo obtuvo un promedio de 0,71 g de peso seco.
- Para la variable vigor de planta mediante el diámetro de cuello, con la aplicación de fertilizantes foliares se muestran diferencias altamente significativas, los tratamientos con Nitro – 30 srn y Fosfol con 3.62 y 3.56 mm ambos promedios similares logrando un mayor efecto mientras que Rendimax y el testigo con 3.03 y 2,96 mm registraron los menores diámetros.
- Con respecto al prendimiento en franjas de repoblamiento con ñak'a t'ula en suelo definitivo, presentó porcentajes altos ya que todos los plantines prendidos alcanzaron un promedio total de 97,91 %, lo que nos demuestra la fácil expansión de la especie mediante el uso de macetas.
- Respecto a la sobrevivencia en campo las plántulas no sobrevivieron debido a las condiciones climáticas que se presentaron en esa época y los daños causados por el ganado y roedores que habitan en el lugar

7. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos a lo largo de la investigación sobre el crecimiento de ñak'a t'ula (*Baccharis tola* Phill) con fertilizantes foliares se recomienda:

- Se recomienda evaluar el crecimiento de las t'ulas con la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos, ya que influyó positivamente en la especie ñak'a t'ula, con un incremento en altura, follaje, número de ramas, diámetro de tallo, peso fresco de las plántulas.
- A futuros ensayos se recomienda aplicar abonos orgánicos, para mejorar la capacidad nutritiva del suelo y de esta forma poder acelerar el crecimiento de las plántulas de t'ula y otras especies nativas que son muy importantes para mejorar los suelos erosionados.
- Realizar más estudios con la aplicación de fertilizantes foliares, en diferentes condiciones de ambiente como en el caso de vivero o invernadero y observar el comportamiento de las plántulas cuando estas sehan trasplantadas a suelo definitivo.
- Por su fácil manejo y bajo costo de propagación se debe incentivar a la producción de plantines de t'ulas en zonas productoras de quinua para realizar reforestaciones programadas en campo, ya que esta especie beneficia a todo el altiplano sur.
- Se recomienda dar los cuidados necesarios después del trasplante de las plántulas durante el inicio de su establecimiento principalmente para evitar daños por el ganado y roedores.
- Como una alternativa se recomienda plantas de mayor desarrollo y adaptación tomando en cuenta como sugerencia en el caso de plantines forestales de dos años de sobrevivencia.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alzérreca, H.; Calle, P.; Laura, J. 2002. 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. 55 p.
- Arteaga, Y. 2004. Diseños experimentales. La Paz, Bolivia. 21 p.
- Ballesteros, J. 2003. Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales: Ministerio de agricultura pesca y alimentación. 11/92 Madrid, España. p 23 – 37.
- Bonifacio, A.; Aroni, G.; Villca, M.; Alcon, M.; Ramos, P.; Chambi, Liz. 2014. Revista de Agricultura: Los arbustos y las perspectivas de su contribución a la sostenibilidad de la producción de quinua. Agricultura Bolivia (54) p.73. Consultado el 29 de jun. 2017. Disponible en: www.agr.umss.edu.bo, www.sefosam.com/rv/index.html
- Bonifacio, A.; Aroni, G.; Villca, M.; Alcón, M. 2017. Conservación y sostenibilidad de agroecosistemas del altiplano sur, vinculados a la producción de quinua orgánica, con niveles de degradación ambiental críticos: Uso de barreras vivas en la producción de quinua. Cochabamba, Bolivia, Fundación Proinpa. Disponible en: www.proinpa.org
- Bordoli, J.; Barbazán, M. 2010. Aplicación de fertilizantes: Fertilización foliar. Uruguay. Universidad de la República – Facultad de Agronomía. Disponible en: www.fagro.edu.uy
- Bergh, R.G., Zamora, M. 2002. Fertilización Foliar y Aplicación de Fungicidas en Trigo (Campaña 2001/2002). Buenos Aires, Argentina, Informe 23 Técnico Red de Ensayos para PECOM - SOQUIMICH - SYNGENTA. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio INTA - MAG y AL).

- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta: Propiedades, uso y manejo. Chapingo. 5 (1): 5 – 11. (Horticultura).
- Chilon, E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas: Conceptos básicos de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. La Paz – Bolivia. C.I.D.A.T. UMSA – Facultad De Agronomía. p. 26 – 27.
- Chilon, E.; Chilon, J. 2015. Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA). La Paz, Bolivia. CienciAgro (1): 35 – 42
- Delgado, M.; Miralles, R.; Masaguer, A.; Sánchez, J. 2016. Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. Madrid, España. Int. Contam. Ambie. 32 (4): 455 – 462.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Perú) 2015. Año internacional de los suelos: Los suelos son la base para la vegetación. Lima, Perú.
- Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s07.pdf>
- FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, Italia); IFA (Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, Italia) 2002. Los fertilizantes y su uso: Aplicación foliar. 4 ed. rev. Roma, Italia. p. 51
- Disponible en: www.fertilizer.org
- FAPAS (Fondo para la protección de los animales salvajes) 2009. Manual de reforestación y conservación de la biodiversidad: Fertilización. Llanes, Asturias. FAPAS. 47 p. Disponible en: www.fapas.es
- Guerrero, F.; Polo, A. 1990. Usos, aplicaciones y evaluaciones de turbas: utilización de las turba. Icona, Madrid. Ecología 1 (4): 3 – 13.
- Goitia, L. 2000. Manual de Dasonomía y silvicultura: Viveros forestales. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés – facultad de agronomía. p. 103.

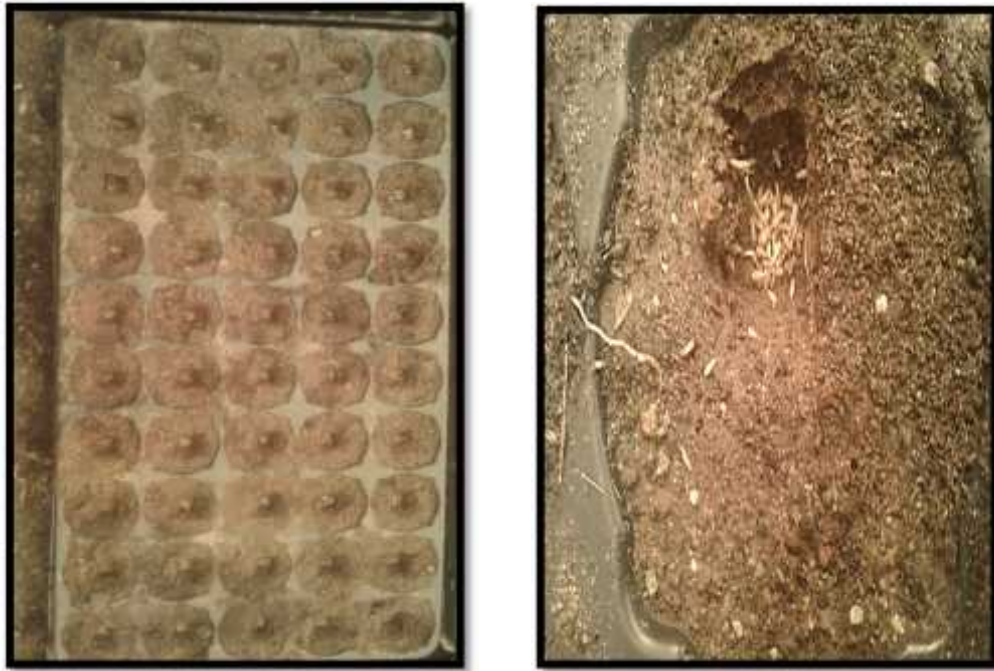
- Gavi, F. 2012. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación. Subsecretaria de desarrollo rural dirección general de apoyos para el desarrollo rural: Uso de fertilizantes. Texcoco, México. 11 p.
- Linares, 2008. Revista Chilena de flora y vegetación. Chile. Ed. rev. Disponible en: www.chlorischile.cl/linares.htm
- 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.
- Murillo, R.; Piedra, G.; León, R. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja: fertilización foliar. Uniciencia 27 (1): 232 – 244.
- Mercado, M.; Arrázola, S.; Gutiérrez, F.; Ramírez, K.; Gonzales, J.; Atahuachi, M.; Vargas, N.; Burgos, J.; Ovando, K.; Campos, H.; Achá, N. 2013. Guía ilustrada de especies forrajeras nativas de la zona Andina en Bolivia: Proyecto conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la FCYT, CIF, CISTEL, BASFOR, CBG, CIUF-CUD. Cochabamba, Bolivia. 49 p.
- Mondino, P. 2011. Fertilizantes orgánicos, ácidos húmicos, fertilizantes minerales, Fertilizantes de lenta liberación, fertilizantes líquidos y aminoácidos. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/jardin/abonos-organicosminerales-liquidos.htm>.
- Orsag, V. 2009. Degradación de suelos en el altiplano Boliviano: Causas y medidas de mitigación. Análisis – IBEPA 1(3): 27 – 30.
- Orsag, V. 2010. El recurso suelo principios para su manejo y conservación: Prácticas mecánicas o físicas. La Paz, Bolivia, UMSA – Facultad de Agronomía. p. 109 – 111.
- Orsag, V. 2011. Evaluación de la fertilidad de los suelos en zonas Inter-salar. Investigación ambiental. La Paz, Bolivia. 174 p.

- Pacheco, J.; Pierre, F.; Quiroz, A. 2000. Caracterización de componentes de sustratos, locales para la producción de plántulas de hortalizas. Lara, Venezuela. Bioagro 21 (2): 117 – 124.
- 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. 28 p.
- Plata, L. 2013. Efecto del Mulch y la Fertilización Foliar en la Productividad de Pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Bajo Carpa Solar, en el Centro experimental de Cota Cota. Tesis de grado. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de agronomía. 110 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.
- Quelca, M. 1998. Evaluación de la erosión de suelos por la extracción de la thola (*Parastrephia quadrangularis*) en la localidad de Calacoto, provincia Pacaje, departamento de La Paz, tesis de grado. La Paz, Bolivia, UMSA - Facultad de Agronomía.
- Quispe, J. 2015. Crecimiento de sup'u t'ula (*Parastrephia lepidophylla* Cabrera) con abonamiento orgánico en el centro experimental K'iphak'iphani, Viacha. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Ramos, P.; Alcón, M.; Chambi, L.; Bonifacio, A. 2013. Congreso científico de la quinua: Recolección de semilla y multiplicación de la t'ula con fines de repoblamiento en sistemas de producción de quinua. La Paz, Bolivia. p. 237 – 244.

- Reynel, C. 1988, Plantas para leña en el Sur – Occidente de Puno: Proyecto Árbolandino – Puno, Perú. 164 p.
- Sánchez, C. 2003, Abonos orgánicos y Lombricultura: El abonamiento. Lima, Perú. Ripalme. 135 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Bolivia) 2018. Pronóstico del clima, precipitación y temperaturas. La Paz, Bolivia.
- Tisdale, S.; Werner, L. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México D.F. Limusa. 121 p.
- Villegas, P. 2012. Los Recursos Naturales en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. CEDIB. 320 p.

ANEXOS

Anexo 1. Siembra en bandejas almacigueras.



Anexo 2. Traslado de bandejas a un ambiente atemperado.



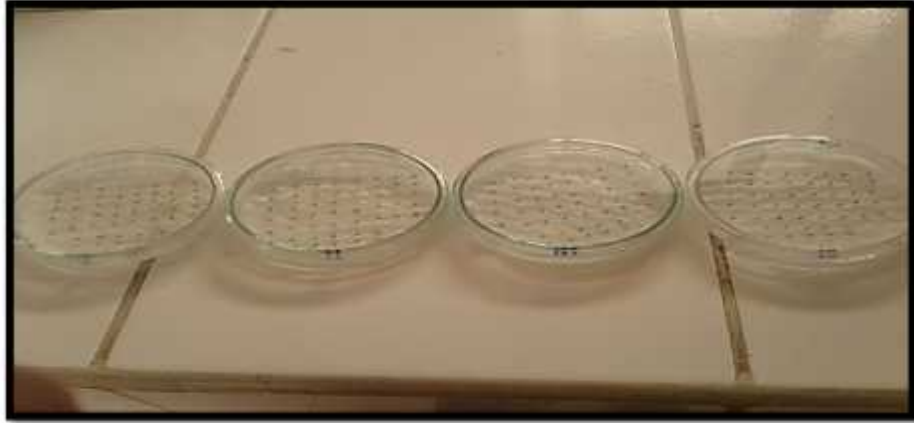
Anexo 3. Emergencia de las plántulas.



Anexo 4. Traslado de bandejas al vivero.



Anexo 5. Siembra de semillas de ñak'a t'ula en capsulas petri con cuatro repeticiones.



Anexo 6. Capsulas petri en la cámara germinadora.



Anexo 7. Semillas germinadas.



Anexo 8. Fase de crecimiento.



Anexo 9. Fase de ramificación.



Anexo 10. Fertilizantes foliares.



Anexo 11. Aplicación de los fertilizantes foliares a las plántulas.



Anexo 12. Medición de diámetro de tallo en plántulas de ñak'a t'ula.



Anexo 13. Peso de plántulas en la balanza electrónica.



Anexo 14. Trazado de franjas.



Anexo 15. Preparación de hoyos.



Anexo 16. Hilera de plántulas.



Anexo 17. Trasplante.



Anexo 18. Prendimiento de plántulas de ñak'a t'ula.



Anexo 19. Supervivencia de plántulas de ñak'a t'ula.

