



Evaluación del crecimiento de Ñak'a T'ula (*Baccharis tola* Phill) con fertilización foliar en el vivero de K'iphak'iphani y sobrevivencia de plantines en franjas de repoblamiento en Chacala, municipio de Uyuni, Potosí

Evaluation of the growth of Ñak'a T'ula (*Baccharis tola* Phill) with foliar fertilization in nursery of K'iphak'iphani and survival of seedlings in repopulation strips in Chacala, municipality of Uyuni, Potosi

Jhovana Nancy Choque Quispe y Alejandro Bonifacio Flores

RESUMEN:

La Ñak'a T'ula (*Baccharis tola* Phill) es un arbusto nativo del altiplano Boliviano, utilizada 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, se busca mejorar el crecimiento de esta especie empleando fertilizantes foliares. La investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de la Ñak'a T'ula con fertilización foliar en vivero de K'iphak'iphani y sobrevivencia de plantines en la comunidad de Chacala. El trabajo se realizó en dos etapas, la primera etapa en el centro experimental de K'iphak'iphani perteneciente a la fundación Proinpa en la localidad de Viacha del departamento de La Paz, Bolivia. Para la investigación se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar. Las dosificaciones para cada tratamiento fueron T1 = 0 Testigo, T2 = Rendimax (3,75 ml / ½ l agua), T3 = Fosfol (2,5 ml / ½ l agua), T4 = Nitro – 30 srn (4 ml / ½ l agua) en cuanto a los resultados obtenidos han sido 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 realizó en la comunidad de Chacala, donde se trasplantaron 200 plántulas en tres hileras en franjas de repoblamiento, en cuanto a los resultados obtenidos el porcentaje de prendimiento fue 97,92% por otro lado el porcentaje de sobrevivencia debido a las condiciones climáticas presentadas en esas épocas una gran mayoría de las plántulas no sobrevivieron.

PALABRAS CLAVE:

Crecimiento, Fertilización Foliar, Repoblamiento, sobrevivencia.

ABSTRACT:

The Ñak'a T'ula (*Baccharis tola* Phill) is a shrub native to the Bolivian altiplano, used for repopulation purposes in quinoa producing areas where 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, it is sought to improve the growth of this species by using foliar fertilizers. The objective of the research was to evaluate the growth of Ñak'a T'ula with foliar fertilization in K'iphak'iphani nursery and seedling survival in the community of Chacala. The work was carried out in two stages, the first stage in the experimental center of K'iphak'iphani belonging to the Proinpa Foundation in the town of Viacha in the department of La Paz, Bolivia. For the investigation, the randomized complete blocks experimental design was used. The dosages for each treatment were T1 = 0 Control, T2 = Rendimax (3.75 ml / ½ l water), T3 = Fosfol (2.5 ml / ½ l water), T4 = Nitro - 30 srn (4 ml / ½ l water) in terms of the results obtained have been favorable with significant differences in plant height reached 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, where 200 seedlings were transplanted in three rows in repopulation bands, in terms of the results obtained the percentage of capture was 97.92%, on the other hand, the percentage of survival due to the conditions climatipresented in those times a great majority of the seedlings did not survive.

KEYWORDS:

Growth, Foliar Fertilization, Repopulation, Survival.

AUTORES:

Jhovana Nancy Choque Quispe: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés
cjhovana1@gmail.com

Alejandro Bonifacio Flores: Docente Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
bonifloresflores@gmail.com

Recibido: 25/05/19. Aprobado 20/06/19.



DOI: <https://doi.org/10.53287/amnn6864qp35t>

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)

MATERIALES

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.

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.

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.

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

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.

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

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.

MÉTODOS

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.

Primera fase experimental

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:

Tabla 1. 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.

Segunda fase experimental

Se desarrollaron las siguientes actividades:

- 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 m³, seguidamente se extrajo las plántulas de las bandejas para ser colocadas en las macetas.
- 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.

- 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 de tres bolillo distanciados 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.

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 repeticiones. Para

el análisis se utilizará el siguiente modelo lineal aditivo.

Modelo Lineal Aditivo

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

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ij} = Cualquier observación

μ = Media aritmética poblacional

β_j = Efecto j – ésimo del bloque

α_i = Efecto i – ésimo de tratamiento

ϵ_{ijk} = Error experimental

Los tratamientos a ser estudiados fueron:

T1 = Testigo

T2 = Rendimax

T3 = Fosfol

T4 = Nitro – 30 sm

RESULTADOS Y DISCUCIONES

Porcentaje de germinación

En la figura 1, 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.

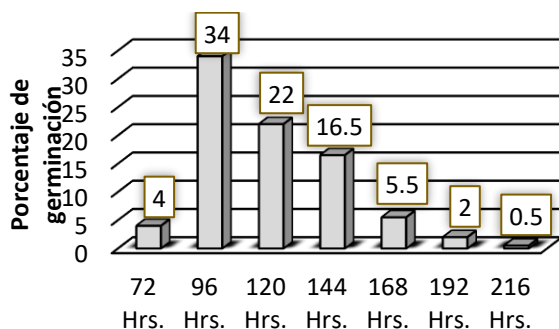


Figura 1. Porcentaje de germinación para los días evaluados durante la germinación.

Ramos, P. *et al.* (2013), mencionan que en un estudio realizado con la prueba de germinación las semillas de Uma 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 %.

Porcentaje de días a la emergencia

En la figura 2, 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 %.

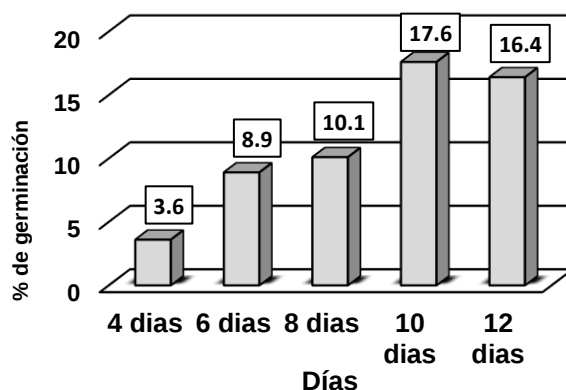


Figura 2. Porcentaje de emergencia para los días evaluados hasta el 50% de la emergencia.

Altura de planta (cm)

En la figura 3, 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.

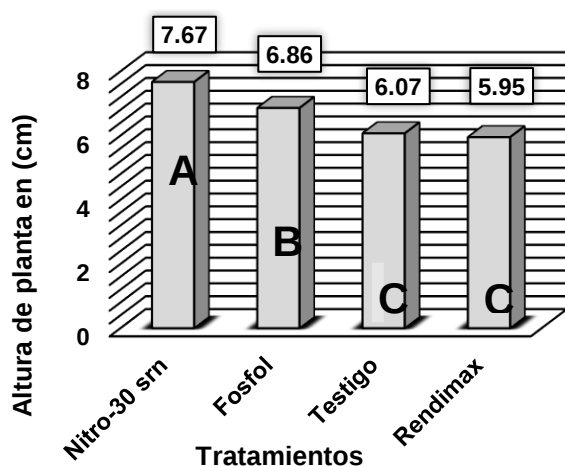


Figura 3. Promedio de medias entre tratamientos para la altura de planta de Ñak'a T'ula (*Baccharis tola* Phill) con el efecto de fertilizante foliar.

Curva de crecimiento

La curva de crecimiento se presenta en la (figura 4) en ella se puede observar una respuesta favorable al uso de fertilizantes foliares.

En la figura 4, 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.

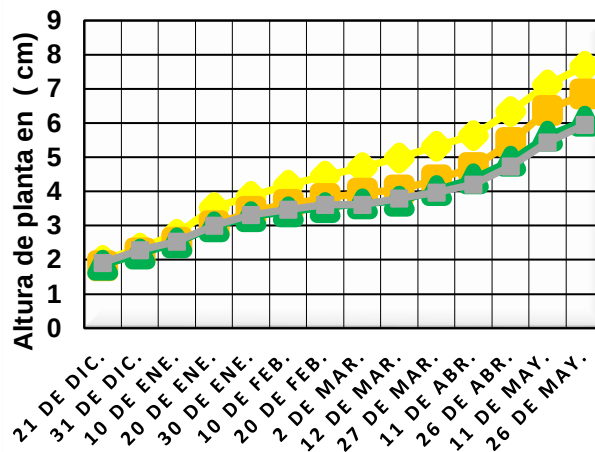


Figura 4. Curva de crecimiento en altura de planta a lo largo de la evaluación.

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.

Número de ramas

En la figura 5, 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.

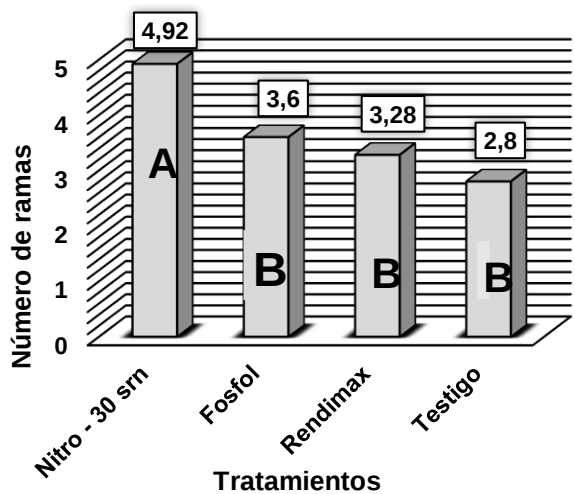


Figura 5. Promedio de medias entre tratamientos para el número de ramas con la prueba Duncan al 5 %.

Relación altura de planta vs número de ramas

En la figura 6, 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.

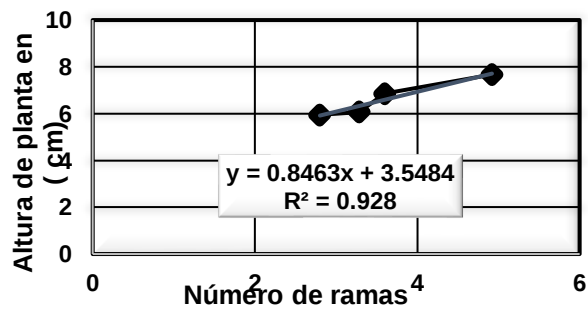


Figura 6. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.

Observando los resultados de la figura 6, 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.

Número de hojas

En la figura 7, 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 llego a obtener un promedio de 91,07 hojas, estos dos últimos tratamientos alcanzaron promedios similares.

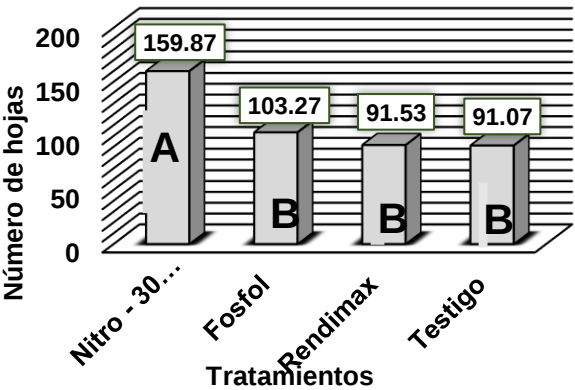


Figura 7. Promedio de medias entre tratamientos, para el número de hojas, prueba Duncan al 5 %.

Diámetro de tallo

En la figura 8, 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 - sm 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.

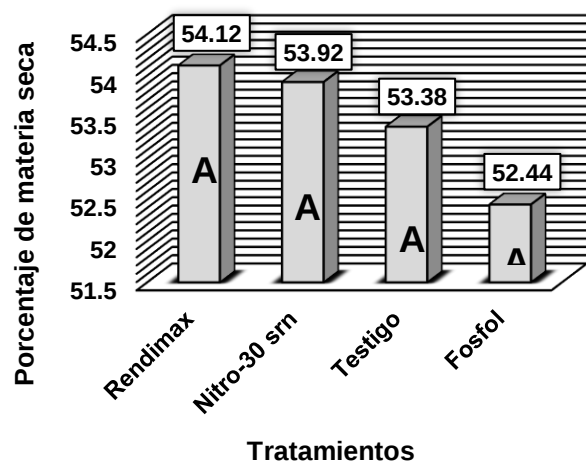


Figura 8. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de tallo, prueba Duncan al 5 %.

Porcentaje de materia seca

En la figura 9, 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.

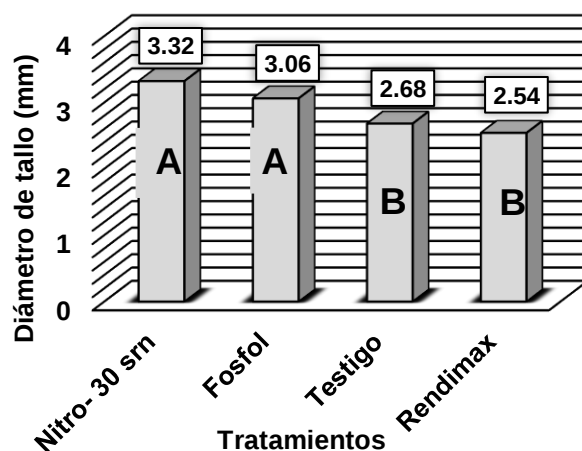


Figura 9. Promedio de medias entre tratamientos para el porcentaje de materia seca con la prueba Duncan al 5%.

Índice de esbeltez

En la figura 10, 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.

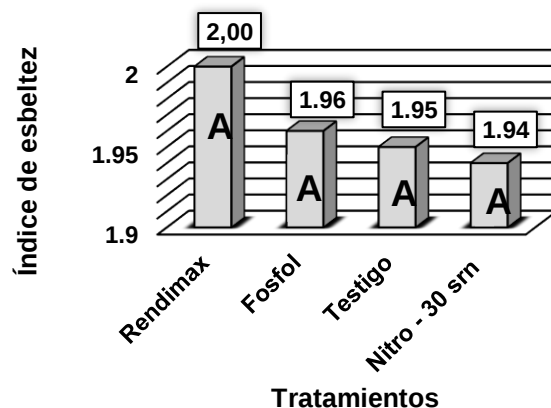


Figura 10. Promedio de medias entre tratamientos para el índice de esbeltez con la prueba de Duncan al 5 %.

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.

Peso fresco de las plántulas

En la figura 11, 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.

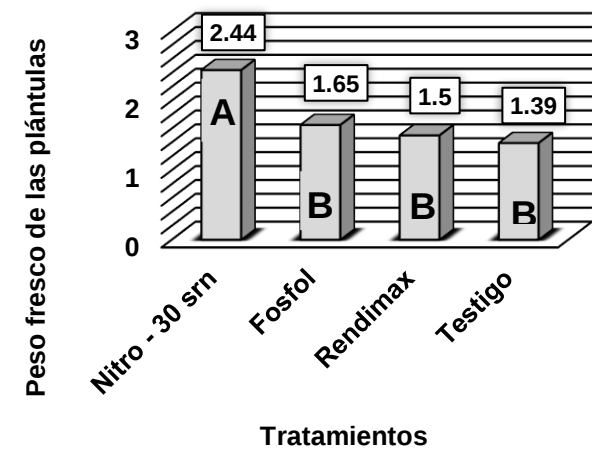


Figura 11. Promedio de medias entre tratamientos para el peso fresco de las plántulas con la prueba de Duncan al 5 %.

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 12, donde se observa la relación de dos variables dando como resultado una regresión positiva simple en la prueba de correlación como parámetros estadísticos.

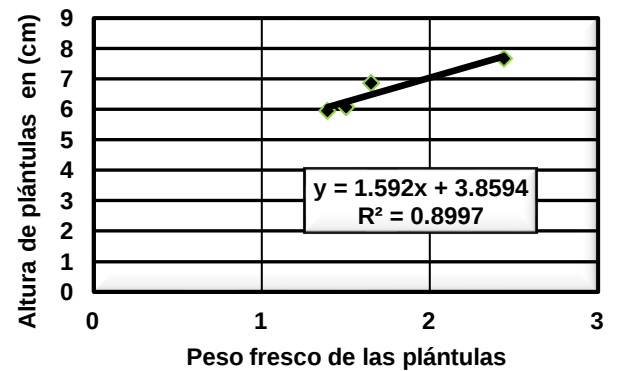


Figura 12. Regresión lineal y coeficiente de correlación entre altura de planta y número de ramas.

En los resultados de la figura 12, 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.

Peso seco de las plántulas

En la figura 13, 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.

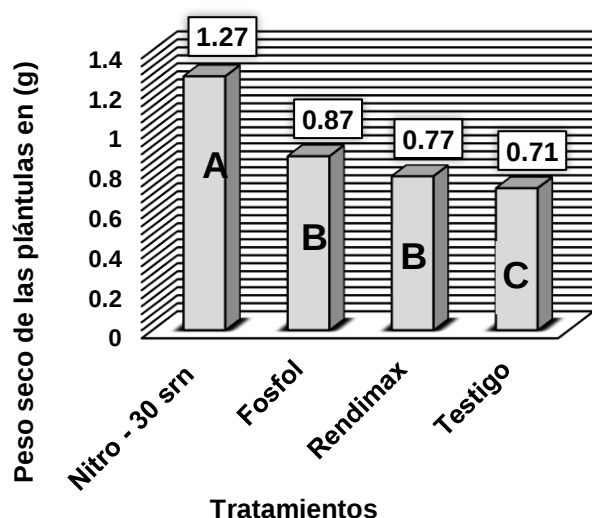


Figura 13. Promedio de medias entre tratamientos para el peso seco de las plántulas de Ñak'a T'ula (*Baccharis tola Phill*) con la prueba de Duncan al 5 %.

Diámetro del cuello de la planta (vigor)

En la figura 14, 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.

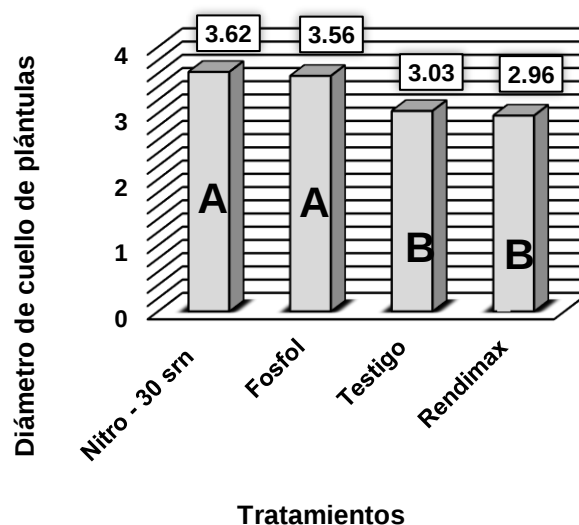


Figura 14. Promedio de medias entre tratamientos para el diámetro de cuello de plántulas con la prueba de Duncan al 5%.

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 perdida de humedad, temperaturas extremas y daños físicos, el total de las plantas establecidas no fueron afectas hasta el momento de ser trasplantadas.



Figura 15. Tolerancia al estrés en transporte.

Porcentaje de prendimiento en campo

En la tabla 2, 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.

Tabla 2. 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	200	97,92
SD		0,72

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.

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 suministró 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 tratamiento 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

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alzérrec, H.; Calle, P. y 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. y 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. Recuperado de: www.sefosam.com/rv/index.html
- Bonifacio, A.; Aroni, G.; Villca, M. y 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.
- Bordoli, J. y Barbazán, M. (2010). Aplicación de fertilizantes: Fertilización foliar. Uruguay. Universidad de la República – Facultad de Agronomía.

- 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. pp. 26 – 27.
- Chilon, E. y 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. y 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. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s07.pdf>
- FAO e 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.
- FAPAS (Fondo para la protección de los animales salvajes) (2009). Manual de reforestación y conservación de la biodiversidad: Fertilización. Llanes, Asturias. FAPAS. 47 p.
- Guerrero, F. y 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. Recuperado de: www.chlorischile.cl/linares.htm
- Mateo, J. Bonifacio, R. Pérez, S. Mohedano, L. y Capulín, J. (2011). Producción de (*Cedrela odorata 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. y 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. y 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. Recuperado de: <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. (2011). Evaluación de la fertilidad de los suelos en zonas Inter-salar. Investigación ambiental. La Paz, Bolivia. 174 p.
- Pacheco, J.; Pierre, F. y 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. y 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. y 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.