

FENOLOGÍA REPRODUCTIVA Y CRECIMIENTO DE PLANTINES DE ÑAK'A T'ULA (*Baccharis tola*) CON FINES DE MULTIPLICACIÓN DIRIGIDA

Reproductive phenology and growth of ñak'a t'ula seedlings (*Baccharis tola*) for directed multiplication purposes

Rosa Ventura Choque¹; Alejandro Bonifacio Flores²

RESUMEN

Los objetivos de la investigación fueron estudiar la fenología reproductiva y evaluar el crecimiento de plantines de *Baccharis tola*, con fines de multiplicación dirigida. En la primera etapa del trabajo, se visitó poblaciones naturales y barreras vivas de los departamentos de Oruro, Potosí y La Paz, para conocer la proporción sexual y la colecta de semillas, la segunda etapa se desarrolló en el Centro Experimental de K'iphak'iphani (PROINPA), donde se evaluó la germinación, emergencia y crecimiento. El estudio se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones, se trabajó con sustratos (turba-suelo del lugar) con proporciones 1:1, 2:1, 3:1 y suelo del lugar (SL) y con niveles de fertilización de 80, 40 y 0 kgN ha⁻¹. Los resultados del trabajo muestran que *Baccharis tola* es una especie dioica, cuya proporción sexual es concordante con la relación 1:1, aunque se evidenció un predominio de plantas femeninas. La semilla no presenta dormancia, la formación de semilla dura 81 días. Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de germinación de semillas cosechadas en las diferentes localidades, atribuible a factores ambientales con 86.5% el más alto (Jatuquira) y 22% el más bajo (Lacalaca). Las plantas del T2 (turba-SL 2:1; 40 kgN ha⁻¹) obtuvieron 43.9% de materia seca y las plantas de T10 (SL; 0 kgN ha⁻¹) alcanzaron 38.8% de materia seca. El T9 (3:1; 80 kgN ha⁻¹), T6 (2:1; 80 kgN ha⁻¹) y T3 (1:1; 80 kgN ha⁻¹) registraron alturas de 10.0, 9.9 y 9.5 cm con efecto positivo frente al uso de sustratos y nivel de fertilización, el T12 (SL; 80 kgN ha⁻¹), T11 (SL; 40 kg-urea ha⁻¹) y T10 (SL; sin incorporación de urea) tuvieron alturas de 5.8, 5.1 y 4.1 cm, mostrando efecto positivo del fertilizante. En cuanto al índice de esbeltez el T3 y T10 registraron 3.8 y 1.8 cm mm⁻¹ encontrados en el rango permisible.

Palabras clave: ñak'a t'ula, fenología, sustratos, fertilizante nitrogenado, multiplicación dirigida, dioica, índice de esbeltez.

ABSTRACT

The objectives of the research were to study the reproductive phenology and to evaluate the growth of seedlings of *Baccharis tola*, for the purpose of directed multiplication. In the first stage of the work, we visited natural populations and living barriers of the departments of Oruro, Potosí and La Paz, to know the sexual proportion and the collection of seeds, the second stage was developed in the Experimental Center of K'iphak'iphani (PROINPA), where germination, emergence and growth were evaluated. The study was carried out under a randomized complete blocks design with divided plots with 4 repetitions, we worked with substrates (peat-soil of the place) with proportions 1:1, 2:1, 3:1 and soil of the place (SL) and with fertilization levels of 80, 40 and 0 kgN ha⁻¹. The results of the work show that *Baccharis tola* is a dioica species, whose sexual proportion is concordant with the 1:1 ratio, although a predominance of female plants was evidenced. The seed does not present dormancy, the formation of seed lasts 81 days. Significant differences were found in the germination percentage of seeds harvested in the different localities, attributable to environmental factors with 86.5% the highest (Jatuquira) and 22% the lowest (Lacalaca). The plants of T2 (peat-SL 2:1, 40 kgN ha⁻¹) obtained 43.9% of dry matter and the plants of T10 (SL, 0 kgN ha⁻¹) reached 38.8% of dry matter. The T9 (3:1, 80 kgN ha⁻¹), T6 (2:1, 80 kgN ha⁻¹) and T3 (1:1, 80 kgN ha⁻¹) recorded heights of 10.0, 9.9 and 9.5 cm with effect positive against the use of substrates and fertilization level, T12 (SL, 80 kgN ha⁻¹), T11 (SL, 40 kg-urea ha⁻¹) and T10 (SL, without incorporation of urea) had heights of 5.8, 5.1 and 4.1 cm, showing positive effect of the fertilizer. Regarding the slenderness index, T3 and T10 recorded 3.8 and 1.8 cm mm⁻¹ found in the permissible range.

Keywords: ñak'a t'ula, phenology, substrates, nitrogenous fertilizer, directed multiplication, dioica, slenderness index

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. rosaventurachoque@gmail.com

² Investigador en cultivos andinos, Proinpa; Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

INTRODUCCIÓN

En el Sur y Centro del Altiplano boliviano con el boom de la quinua, se ha incorporado grandes extensiones de tierra para cultivar quinua, lo cual ha significado la remoción de arbustos nativos o t'ulares y pajonales. Estas acciones han provocado la erosión del suelo hasta llegar a niveles de desertificación. Por lo que el repoblamiento dirigido de arbustos nativos, se ha convertido en una alternativa para frenar este problema.

La ñak'a t'ula (*Baccharis tola*) es un arbusto nativo que crece en el Altiplano boliviano y en la zona andina en general, es una especie que se encuentra amenazada por la ampliación de la frontera agrícola de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), los efectos adversos de la variabilidad climática y el cambio climático, puesto que las tasas de repoblamiento natural son bajas en la actualidad.

Entre los recursos vegetales del altiplano se encuentran numerosas especies adaptadas a las condiciones adversas ofreciendo alternativas de aprovechamiento múltiple, pero no se cuenta con información sobre el manejo dirigido, por lo que es necesario desarrollar técnicas de multiplicación y de plantación de estas especies, tales como: métodos de recolección de semillas, tasa de fructificación, cantidad de semillas, germinación, emergencia, densidad de siembra, épocas de siembra y otros aspectos que tienen influencia sobre la producción de biomasa y obtención de semilla. Por lo que en el trabajo de investigación se ha propuesto los siguientes objetivos:

Estudiar la proporción sexual y fenología reproductiva de la ñak'a t'ula, recolectar semilla para multiplicación

dirigida y evaluar el crecimiento de plantines con distintos sustratos y niveles de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La recolección de semilla se realizó en campos naturales de las comunidades del Altiplano Central y Norte de Bolivia (Lloco, Lacalaca, Jatuquira, K'iphak'iphani, Choquenaira, Villa Remedios y Chacala). El estudio de la fenología reproductiva se realizó en campos naturales del Centro de Investigación K'iphak'iphani (Fundación PROINPA), la misma que se encuentra en la provincia Ingavi del municipio de Viacha del departamento de La Paz y que geográficamente se ubica a 16° 17' 30" de latitud sur y 68° 17' 68" de longitud oeste a una altitud de 3880 m s.n.m.

Metodología

Las variables registradas fueron proporción sexual, porcentaje de germinación y emergencia, altura de planta, número de ramas e índice de esbeltez determinada por la relación altura de planta y diámetro del tallo.

Para el estudio de la proporción sexual de *Baccharis tola* se ha contado plantas macho y hembra en floración, en transectos identificados en campos naturales y barreras vivas. Las frecuencias registradas fueron sometidas a la prueba estadística Chi cuadrado con un nivel de significancia del 5%. La Tabla 1 detalla las fechas, sitios muestreados y recolección de semillas de plantas de *Baccharis tola*.

Tabla 1. Sitios de toma de datos y recolección de semillas de *Baccharis tola*.

Fecha	Departamento	Municipio	Localidad	Altitud (m s.n.m.)
02/11/2016	La Paz	Viacha	K'iphak'iphani	3880
19/11/2016	Oruro	Andamarca	Lloco	3860
20/11/2016	Oruro	Corque	Lacalaca	3850
20/11/2016	La Paz	Patacamaya	Jatuquira	3890
09/12/2017	La Paz	Viacha	Choquenaira	3850
13/01/2017	Potosí	Uyuni	Chacala	3867
24/02/2017	La Paz	Viacha	Villa Remedios	3855

Una vez limpia la semilla, se ha procedido a estudiar la germinación en laboratorio empleando el Diseño Completamente al Azar, en placas Petri con cuatro repeticiones por localidad, el registro de semilla germinada se realizó cada doce horas.

Para el crecimiento de plantines se usó el Diseño de Bloques Completos a Azar con arreglo de parcelas Divididas, con cuatro repeticiones, para esto, se utilizaron bandejas alveoladas con sustratos a base de turba y suelo del lugar con las siguientes proporciones

3:1, 2:1, 1:1 y suelo del lugar (parcela grande), una vez llenadas las bandejas se transportó al invernadero y se sembró introduciendo 3 a 4 semillas por hoyo. Una vez emergidas las plantas se llevó las bandejas al vivero y luego a campo (aclimatación). Luego que las plantas alcanzaron una altura promedio de 2 cm, se realizó la primera aplicación fraccionada del fertilizante nitrogenado con niveles de 80, 40 y 0 kgN ha⁻¹ (parcela chica). Posteriormente las plantas fueron repicadas en bolsas-maceta, utilizando las mismas relaciones de sustratos y el mismo diseño experimental. Una vez establecidas las plantas en las macetas, se realizó la segunda aplicación del fertilizante nitrogenado. Las labores culturales que se realizaron fueron: desmalezado, riego, rellenado, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proporción sexual de plantas de ñak'a t'ula

La prueba Chi cuadrado (Tabla 2) para la proporción sexual de plantas femeninas y masculinas, con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), muestra que el valor del Chi tabulado es mayor al Chi calculado, el cual indica que no existe diferencias significativas entre las frecuencias observadas y las esperadas y que la proporción sexual es concordante con la relación 1:1.

Tabla 2. Prueba Chi cuadrado y proporción sexual de plantas de *Baccharis tola* de siete localidades.

Localidad	Macho	Hembra	X ² calculado	X ² tabulado	Ha	Ho	Proporción ♂:♀
Lloco	165	197	2.8	3.84		X	1:1.2
K'iphak'iphani	133	137	0.0	3.84		X	1:1
Choquenaira	89	86	0.0	3.84		X	1:1
Chacala	12	18	1.2	3.84		X	1:1.5
Lacalaca	28	18	2.17	3.84		X	1.6:1
Jatuquira	69	69	0.0	3.84		X	1:1
Villa Remedios	35	44	1.03	3.84		X	1:1.3

Fenología reproductiva de capítulos femeninos

De acuerdo a los datos registrados del seguimiento de la fenología reproductiva de capítulos femeninos, en la Tabla 3 y Figura 1, se puede apreciar que la producción de semillas de *Baccharis tola* dura 81.64 días en promedio desde botón floral a madurez de la semilla.

En poblaciones naturales de *Baccharis tola* de la localidad de Lloco del departamento de Oruro, se registró una proporción sexual promedio de 1:1.2 (macho: hembra), que es diferente al registrado por Bonifacio et al. (2013) quienes reportan una proporción sexual de 1.16:1 en plantas de la misma especie, indicando un predominio de plantas masculinas. Mientras que en la localidad de Lacalaca del mismo departamento se registró una proporción de 1.6:1 el cual indica que hay un predominio de plantas masculinas. Al respecto, Willson (1983) citado por Eguiarte et al. (1992) indica que la mayor parte de las especies dioicas (alrededor del 70%) presentan un exceso de plantas machos en sus poblaciones.

Para Etterson y Mazer (2016), el calentamiento global está ocasionando cambios en la proporción (macho: hembra) en plantas dioicas, asimismo los autores mencionan que hay incremento de la población de plantas femeninas en zonas de mayor altitud y viceversa en zonas de baja altitud. Montesinos (2007) respalda lo mencionado, indicando que el cambio climático actual puede alterar de manera significativa el equilibrio fisiológico y reproductivo de especies de alta montaña.

Tabla 3. Fenología reproductiva de capítulos femeninos de *Baccharis tola* de botón floral a madurez de la semilla.

Flores Femeninas (estadios)	Promedio (días)	Desviación estándar	Máximo (días)	Mínimo (días)
Botón floral-prefloración	8.92	2.48	13	7
Prefloración-floración	12.80	2.00	16	10
Floración-madurez de la semilla	59.92	3.49	66	58
Botón floral-madurez de la semilla	81.64	4.46	89	77

Alzérreca et al. (2002) mencionan que la reproducción de las especies arbustivas, comprende desde la formación del botón floral, el cual se da a fines de agosto e inicios de septiembre (esta ocurre en plena época seca) hasta la madurez de las semillas o diseminación de las mismas, que se da entre los meses de noviembre y diciembre.



Figura 1. Etapas del capítulo femenino desde botón floral a madurez de la semilla de *Baccharis tola*.

Fenología floral de capítulos masculinos

La Tabla 4 y Figura 2, muestran los estadios de los capítulos masculinos desde el botón floral hasta la senescencia, la misma dura en promedio 38 días. Del estado de botón floral a la floración se registró un promedio de 9.6 días, se observa un promedio 28.2 días para el estado de floración a senescencia y con una desviación estándar de 4.32 el cual indica que existió variación en el número de días, teniendo un máximo de 32 días y un mínimo de 21 días entre las plantas muestreadas.

Tabla 4. Fenología floral de capítulos masculinos de *Baccharis tola* desde botón floral hasta la senescencia de las flores.

Flores Masculinas (Estadios)	Promedio (días)	Desviación estándar	Máximo (días)	Mínimo (días)
Botón floral a floración	9.6	2.06	12	8
Floración a senescencia	28.2	4.32	32	21
Botón floral a senescencia	38.0	5.12	41	29

Morales (2015) menciona que la t'ula comienza a florecer a partir de los primeros días de septiembre ya que las temperaturas suben en ese mes, no se cuenta con información acerca de la fenología floral de

capítulos masculinos. En base a los datos obtenidos la fenología floral de capítulos masculinos dura aproximadamente 38 días.



Figura 2. Estadios del capítulo masculino desde botón floral a senescencia de *Baccharis tola*.

Número de capítulos por rama

En la Tabla 5, se observa un promedio de 40.76 capítulos por rama, máxima de 72, mínima de 16 flores por rama y una desviación estándar de 11.83 el cual indica una variación en el número de capítulos por rama de las plantas identificadas.

Tabla 5. Número de capítulos por rama de *Baccharis tola*.

Promedio	Desviación estándar	Máxima	Mínima
40.76	11.83	72	16

Número de semillas por capítulo

La Tabla 6 muestra un promedio de 32.7 semillas por capítulo, con un máximo de 54 y mínimo de 16, como también, una desviación estándar de 8.27, el cual indica variación del número de semillas por capítulo.

Tabla 6. Número de semillas por capítulo de *Baccharis tola*.

Promedio	Desviación estándar	Máxima	Mínima
32.7	8.27	54	16

Porcentaje de germinación

El análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de *Baccharis tola* procedentes de cinco localidades (Tabla 7), presenta diferencias altamente significativas, es decir, son diferentes en viabilidad.

Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de *Baccharis tola* procedentes de cinco localidades.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Localidades	4	0.00107	0.00027	27.356	3.18
Error Experimental	13	0.00012	9.79E-06		**
Total	17	0.00119			

C.V. = coeficiente de variación = 13.15%; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; Ft = probabilidad; ** = altamente significativo.

La Figura 3 refleja que las semillas cosechadas en las localidades de Jatuquira y Loco registraron altos porcentajes de germinación de 86.5 y 82.5% respectivamente, por lo que conforma el grupo A, seguido este por K'iphak'iphani y Chacala con valores similares de 67 y 66% quienes conforman el grupo B, y por último con 22% de germinación se encuentra las semillas cosechadas en la localidad de Lacalaca

siendo este el valor más bajo, por lo que pertenece al grupo C.

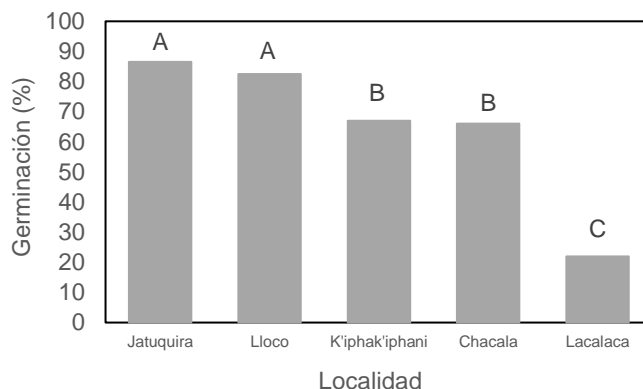


Figura 3. Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para el porcentaje germinación de semillas de *Baccharis tola* cosechada en cinco localidades.

La Figura 4 muestra la curva de germinación periódica, observándose que la semilla proveniente de Lacalaca presenta bajos porcentajes de germinación en todos los periodos de evaluación.

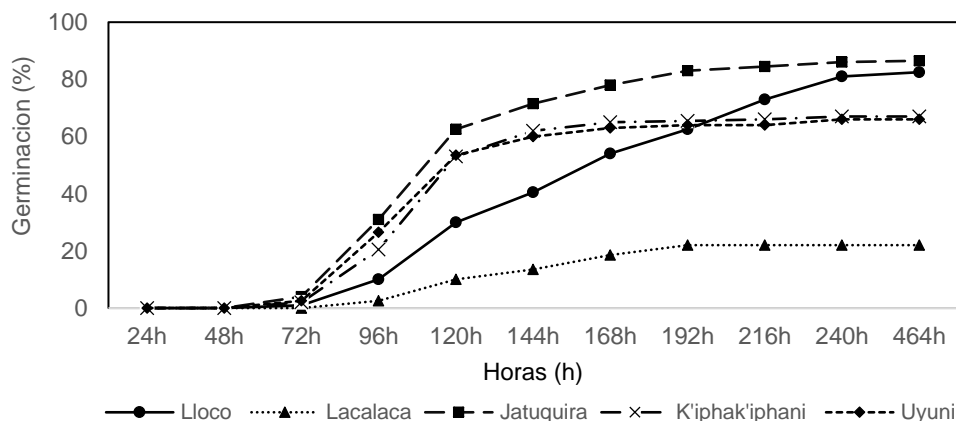


Figura 4. Curva de germinación cada 24 horas de semillas de *Baccharis tola* procedente de cinco localidades.

Los resultados del porcentaje de germinación muestran los efectos desfavorables de las variaciones climáticas sobre la calidad de las semillas de *Baccharis tola* en algunas zonas de recolección. El bajo porcentaje de germinación en las semillas de la localidad de Lacalaca se atribuyen a la presencia de heladas las cuales interrumpieron el proceso del llenado de la semilla. Al respecto Valencia y Montana (2005) indican que los factores como la precipitación y la temperatura definen el éxito de la producción de semillas.

Metha et al. (1993) respaldan lo mencionado, indicando que la ocurrencia de cualquier factor que provoque un estrés, a la planta en estado reproductivo, puede ser determinante en el llenado y la capacidad de germinación de la semilla.

Porcentaje de emergencia

El análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (Tabla 8), muestra diferencias estadísticas, el cual indica que si existió efecto de los sustratos sobre este factor.

Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia de *Baccharis tola*.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Tratamientos	3	0.006	0.002	0.2	3.49
Error	12	0.113	0.009		
Experimental					
Total	15	0.119			

C.V. = 2.8%

La prueba DMS de Fisher ($\alpha = 0.05$), muestra al el porcentaje de emergencia de 80.0% (grupo A) que corresponde al T3, turba-suelo de lugar (3:1), mientras que los tratamientos T4, suelo de lugar (SL) y T2, turba-suelo de lugar (2:1) conforman el grupo AB con 71.5 y 70.5% de emergencia respectivamente y en el grupo B se encuentra el T1, turba-suelo de lugar (1:1) con 64.0% de emergencia (Figura 5). Esto se debe a que la turba es un material orgánico, que contribuye a que el sustrato tenga buena textura y estructura, y por ende una buena retención de humedad y buena disponibilidad de nutrientes nitrogenados, así también se debe a la calidad de las semillas.

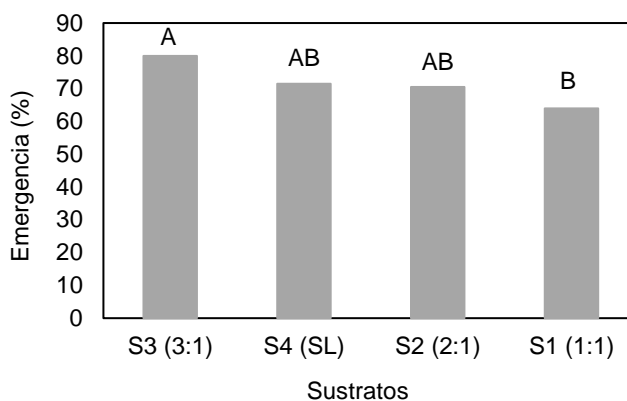


Figura 5. Prueba DMS para el efecto del sustrato sobre el porcentaje de emergencia de *Baccharis tola*.

Tasa de crecimiento

En la Tabla 9 se expone el análisis de varianza para la altura de planta en bandejas alveoladas y bolsas-maceta de plástico, el cual muestra diferencias altamente significativas al emplear diferentes sustratos y niveles de fertilización nitrogenada.

Tabla 9. Análisis de varianza para altura de planta de *Baccharis tola* en bandejas alveoladas y bolsas-maceta.

FV	GL	Bandejas		Bolsas-maceta		Ft 5%
		CM	Fc	CM	Fc	
Bloques	3	0.75	2.49	0.64	1.86	3.86 ns
Sustratos (A)	3	7.05	23.32	29.75	85.53	3.86 **
Error experimental (a)	9	0.30		0.34		
Fertilizante (B)	2	3.15	16.06	39.35	73.60	3.40 **
Interacción (AxB)	6	0.19	0.96	1.18	2.22	2.51 ns
Error experimental (b)	24	0.19		0.53		
Total	47					

C.V.bandejas (A) = 13.1%; C.V.bandejas (B) = 10.6%; C.V.maceta (A) = 7.9%; C.V.maceta (B) = 14.7%; ns = no significativo.

En la Figura 6, se refleja la conformación de dos grupos, para plantas en bandejas y plantas en bolsas-maceta. El grupo A dio origen a mayor crecimiento de plantas en sustratos compuestos por turba y suelo de lugar con proporción 2:1, 1:1 y 3:1 que registraron alturas de 4.67, 4.59 y 4.37 cm respectivamente en bandejas y 8.4, 7.9 y 8.0 cm en bolsas-maceta. El grupo B dio origen a tasas de crecimiento menores en relación al grupo A, a este grupo pertenecen las plantas en sustrato suelo de lugar las que registraron alturas de 3.03 cm en bandejas y 5.8 cm en bolsas-maceta. Estas diferencias se deben a que la turba es un material orgánico que mejora la estructura del sustrato y proporciona nutrientes que favorecieron el crecimiento y buen desarrollo de las plantas, asimismo se atribuye al aporte de nitrógeno por la lluvia registrada en los meses de enero, febrero y marzo.

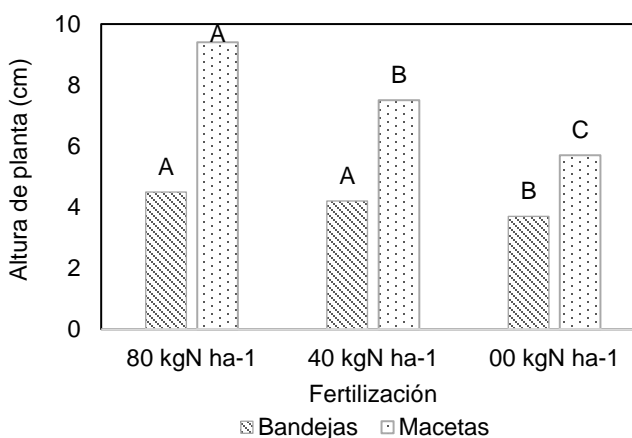


Figura 6. Prueba de Tukey para el factor sustrato a plantas de *Baccharis tola* en bandejas y macetas.

El efecto de los niveles de fertilización nitrogenada para plantas en bandejas, según la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$), muestra la formación de dos grupos, reportando alturas de planta mayor al suministrar 80 y 40 kgN ha⁻¹, quienes conforman el grupo A y el grupo B la conforman aquellas plantas que no recibieron suministro.

Para el efecto del fertilizante sobre las plantas en bolsas-maceta, da origen a alturas mayores a plantas que recibieron el suministro de 80 kgN ha⁻¹, seguido por las plantas a las que se suministró 40 kgN ha⁻¹ quienes reportan alturas con valor intermedio y las plantas que no recibieron suministro de fertilizante registran una alturas de planta menor a los anteriores.

En términos generales la Tabla 10, reporta que las plantas en los sustratos S2, turba-suelo del lugar (2:1) y S3, turba-suelo del lugar (3:1) presentaron un crecimiento aéreo mensual similar de 1.03 y 1.0 cm. La tasa de crecimiento de las plantas en el sustrato S1, turba-suelo del lugar (1:1) es de 0.92 cm mes⁻¹, mientras que para el sustrato S4 o suelo del lugar, la tasa de crecimiento es inferior en relación al resto con 0.71 cm mes⁻¹. Las plantas que recibieron suministro de fertilizante de 80 kgN ha⁻¹ alcanzaron una tasa de crecimiento de 1.23 cm mes⁻¹, seguido por plantas a las que se suministró 40 kgN ha⁻¹ las que alcanzaron un crecimiento de 0.9 cm mes⁻¹, las plantas que no recibieron suministro, tuvieron una baja tasa de crecimiento mensual de 0.6 cm mes⁻¹.

Tabla 10. Crecimiento mensual de *Baccharis tola*.

Meses	Evaluación	Alturas promedio por tratamientos (cm)											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Diciembre	1	2.6	2.2	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1	1.7	1.1	1.7
Enero	2	3.2	3.2	3.5	3.1	3.3	3.4	2.8	3.0	3.2	2.4	2.4	2.5
Febrero	3	4.1	4.5	5.2	4.3	4.7	5.0	3.7	4.6	4.8	2.7	2.9	3.0
Marzo	4	4.4	5.4	6.3	4.6	6.3	6.5	4.2	5.7	6.7	3.1	3.4	3.2
Abril	5	5.1	6.2	7.7	5.1	6.7	7.8	4.7	6.6	8.1	3.7	4.2	4.6
Mayo	6	6.3	8.0	9.5	6.5	8.9	9.9	5.9	8.0	10.0	4.1	5.1	5.8
Incremento de altura por sustrato (cm)		0.92			1.03			1.00			0.71		
		1:1 (Turba:SL)			2:1 (Turba:SL)			3:1 (Turba:SL)			Suelo del lugar (SL)		
Incremento de altura por nivel de urea (cm)		0.60			0.90			1.23					
		00 kgN ha ⁻¹			40 kgN ha ⁻¹			80 kgN ha ⁻¹					

Número de ramas

El análisis de varianza para el número de ramas de plántulas de *Baccharis tola* muestra diferencias entre los tratamientos por efecto de los sustratos y la fertilización nitrogenada (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para número de ramas en plántulas de *Baccharis tola*.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Bloque	3	35.7	11.9	3.4	3.86 ns
Sustrato(A)	3	136.5	45.5	13.3	3.86 **
Error experimental (a)	9	30.7	3.4		
Fertilizante(B)	2	197.3	98.6	11.6	3.4 **
Interac (AxB)	6	14.6	2.4	0.2	2.51 ns
Error experimental (b)	24	202.4	8.4		
Total	47	617.4			

C.V.(A) = 14.0%; C.V.(B) = 11.8%.

La prueba Tukey ($\alpha = 0.05$), para el efecto de los sustratos sobre la variable número de ramas (Figura 7), muestra la formación de dos grupos, el grupo A que está conformado por los sustratos S3, S1 y S2 (2:1,

3:1 y 1:1) en la que se reporta mayores números de rama de 14.5, 14.3 y 13.5 respectivamente, en el grupo B se encuentra el sustrato S4, suelo del lugar con 10 ramas en promedio.

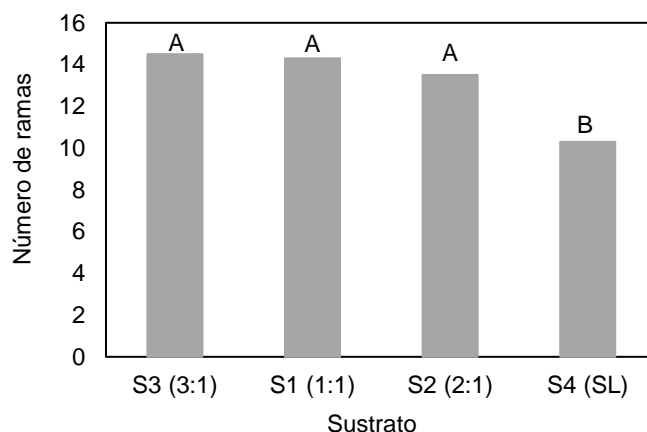


Figura 7. Prueba Tukey para el efecto de los sustratos sobre el número de ramas en plantines de *Baccharis tola*.

En la Figura 8, según la prueba Tukey ($\alpha = 0.05$), se observa la formación de dos grupos, en el grupo A se encuentran las plantas que recibieron suministro de fertilizante de 80 y 40 kgN ha⁻¹ que registraron 15.8 y 12.8 ramas respectivamente, las plantas que no recibieron suministro de fertilizante tuvieron 10.8 ramas en promedio estas registran los valores inferiores, pertenecen al grupo B.

Estos resultados se deben a la altura de la planta, anteriormente se observó que las plantas que recibieron suministro de fertilizante reportaron altas tasas de crecimiento, indicando un efecto positivo del fertilizante sobre la parte aérea de la planta y mayor desarrollo de ramas.

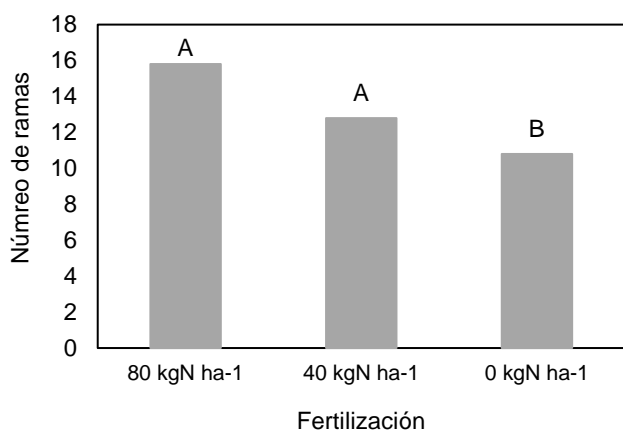


Figura 8. Prueba Tukey para el efecto de los niveles de fertilización sobre el número de ramas de *Baccharis tola*.

En base a los resultados obtenidos, bajo la aplicación de 80 kgN ha⁻¹ se llega a obtener mayor cantidad de número de ramas en relación a las plantas que no recibieron suministro de fertilizante, lo que significa que hay un mayor efecto en el número de ramas por planta al aplicar el fertilizante. Se observa un efecto positivo de los sustratos a base turba y suelo del lugar.

Índice de esbeltez

En la Tabla 12 se muestra el análisis de varianza para el índice de esbeltez, el cual se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 12. Análisis de varianza para el índice de esbeltez de *Baccharis tola*.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Bloque	3	0.445	0.148	0.785	3.86 ns
Sustrato (A)	3	7.295	2.431	12.866	3.86 **
Error experimental (a)	9	1.701	0.189		
Fertilizante (B)	2	1.897	0.948	7.220	3.40 **
Interacción (AxB)	6	1.622	0.270	2.057	2.51 ns
Error experimental (b)	24	3.154	0.131		
Total	47	16.116			

C.V.(A) = 15.6%; C.V.(B) = 13.0%.

La prueba Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra la formación de dos grupos, en el primer grupo se encuentran los sustratos S2, S3 y S1, turba y suelo del lugar con proporciones 2:1, 3:1 y 1:1 respectivamente que reportan valores similares, en el segundo grupo se encuentra el sustrato S4 (suelo del lugar) con bajos valores de índice de esbeltez (Figura 9). Estos resultados se atribuyen a la proporción de turba usada en cada sustrato, se evidencia que las plantas en sustrato suelo del lugar presentan los valores más bajos de índice de esbeltez.

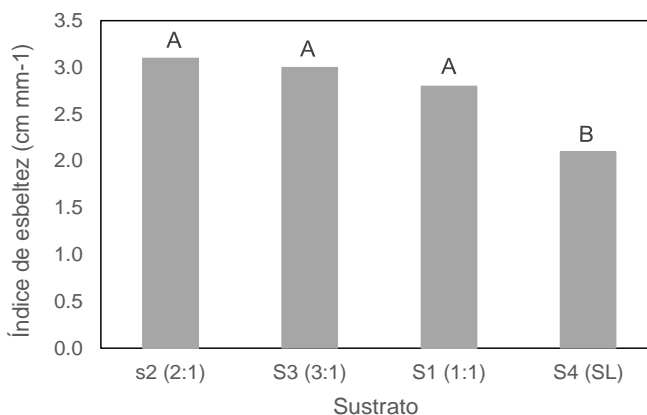


Figura 9. Prueba Tukey para el efecto de los sustratos sobre el índice de esbeltez de plantas de *Baccharis tola*.

La prueba Tukey ($\alpha = 0.05$) refleja la formación de dos grupos, el primero está conformado por el nivel de fertilización 80 kgN ha⁻¹ con un valor de 3 cm mm⁻¹ de índice de esbeltez, entre el primero y segundo grupo se encuentra el nivel 40 kgN ha⁻¹ con un valor intermedio de 2.7 cm mm⁻¹ y en el segundo grupo se halla el nivel 0 kgN ha⁻¹ con 2.5 cm mm⁻¹ (Figura 10).

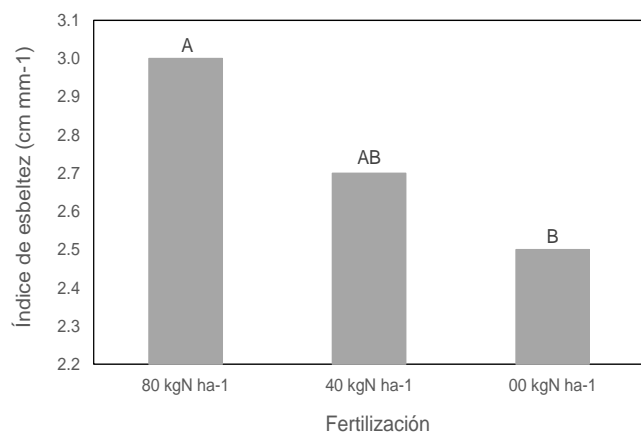


Figura 10. Prueba Tukey para el efecto de los niveles de fertilización (urea) sobre el índice de esbeltez en plantas de *Baccharis tola*.

Vargas (1996) citado por Cano y Cenita (2004), mencionan que el índice de esbeltez o robustez es un indicador de la resistencia de la planta a la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos y su valor debe ser menor a seis.

Un valor inferior indica una mejor calidad de la planta, arbolitos más robustos, bajos y gruesos son más aptos para sitios con limitación de humedad; valores superiores a seis sugieren una desproporción en el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados.

De acuerdo a los resultados, el valor del índice de esbeltez se incrementa al aplicar fertilizante nitrogenado, por lo que se recomienda no realizar aplicaciones con niveles superiores a los usados en este trabajo de investigación, por lo contrario se obtendrá plantas con pocas probabilidades de sobrevivir en suelos del altiplano donde en ocasiones la zona es azotado por prolongadas sequías.

CONCLUSIONES

La proporción sexual de ñak'a t'ula concuerda con la relación esperada de 1:1. La prueba de germinación de semillas de ñak'a t'ula de las cinco localidades, mostraron diferencias muy resaltantes en cuanto a la viabilidad, siendo las semillas de la localidad de Lacalaca que reportan bajo porcentaje de germinación al no alcanzar el llenado de la semilla debido a las heladas.

En la etapa reproductiva, la ñak'a t'ula transcurre por las fases de botón floral (8.92 días), floración (12.8 días) y madurez de semilla (59.42 días) transcurriendo toda la etapa en 81 días.

Con respecto a los factores de altura de planta y número de ramas se registraron diferencias significativas obteniendo mayores promedios en sustratos a base de turba y suelo de lugar y así también se evidenció la influencia positiva de los niveles de fertilización nitrogenada (urea).

La curva de crecimiento muestra que el T8 (3:1 con 80 kgN ha⁻¹) registró 10.0 cm de altura de planta, siendo este el más alto en relación a T10 (SL sin aplicación de fertilizante nitrogenado) que alcanzó 4.1 cm, al cabo de siete meses, esos resultados muestran la influencia que tuvo el fertilizante nitrogenado sobre la altura de planta. En el índice de esbeltez se reflejan diferencias, ya que los tratamientos que recibieron mayor nivel de fertilización nitrogenada, alcanzaron valores más altos en relación a los otros tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Alzérreca, H., Calle, P., Cuti, J., Laura, J. 2002. Manual de manejo y uso sostenible de la tola y los tolares. La Paz, Bolivia. 55 p.

Bonifacio, A., Ramos, P., Alcon, M., Chambi, L. 2013. (Memoria). Recolección de semilla y multiplicación de t'ula con fines de repoblamiento en sistemas de producción de quinua. Congreso científico de la quinua (14 y 15 de junio de 2013, La Paz, Bolivia). La Paz, Bolivia. Editor Mario Vargas. 682 p.

Cano, A., Cenita V. 2004. Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) Folleto Técnico Núm. 12. Coahuila, México. 24 p.

Eguiarte, L., Nuñez-Farfán, J., Domínguez, C., Cordero, C. 1992. Biología evolutiva en la reproducción de plantas. Instituto de ecología. UNAM, México. 86 p.

Etterson, J., Mazer, S. 2016. How climate change affects plants' sex lives: Shifts in plant sex ratios help plant species to expand upslope in a warmer climate. *Science* 353(6294): 32-33.

Mehta, J., Kuhad, S., Sheoran, S., Nandwal, S. 1993. Studies on seed development and germination in chickpea cultivars. *Seed Research* 21:89-91.

Montesinos, D. 2007. *Juniperus thurifera*: una especie dioica, vecera y relíctica. *Ecosistemas (Especies)* 3:1-14.

Morales, RV. 2015. Efectividad de los indicadores naturales climáticos y la erosión de los conocimientos en tres comunidades del Municipio de Umala Provincia Aroma del departamento de La Paz. Tesis de

licenciatura. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 87 p.

Valencia, S., Montana, C. 2005. Temporal variability in the maternal environment and its effect on seed size and seed quality in *Flourensia cernua* DC. (Asteraceae). *Journal of arid environments* 63:686-695.

Artículo recibido en: 25 de abril 2018

Aceptado en: 8 de junio 2018