

TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ESPECIES NATIVAS DEL ALTIPLANO

Physical and chemical treatments in the germination of seeds of native species of the Altiplano

Ariel Condori Tarqui¹; Zenon Martinez Flores²

RESUMEN

Las semillas de especies nativas del altiplano: Adesmia spinosissima (ADES), Hordeum muticum (HOMU), Bromus catharticus (BROCA), Trifolium amabile (TRIAM) y Stipa regidiseta (STIRE), potencialmente latentes, y de germinación desconocida, producen una variabilidad de alimentos para el ganado de altura en altiplano, pero para su cultivo y manejo son necesarios realizar estudios sobre tratamientos de las semillas. Cuatro tratamientos físicos: calentamiento moderado (T1), agua hirviendo (T2), temperatura extrema baja (T3) y escarificación con lija (T4); y cuatro químicos: remojo en alcohol etílico (T5), agua oxigenada (T6), inmersión en vinagre (T7) y lavado con esponja y jabón (T8), se aplicaron con los objetivos de determinar su efecto en la germinación y otros valores asociados: emergencia (%); altura planta (cm); número de hojas y longitud raíz (cm) 60 días post siembra. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar, las medias fueron comparadas por Duncan. Y los grupos de medias de tratamientos vs. testigo por contrastes ortogonales. Además, se determinaron: germinación, contenido de humedad (%); cantidad de semillas; pureza (%) y valor cultural (%) en semillas no tratadas. Los promedios de germinación 78, 88 y 61 % obtenidos con el (T1), fueron superiores a los valores 53, 64 y 56 %, obtenidos sin aplicar tratamientos, correspondientes a ADES, BROCA y HOMU respectivamente. La mayor pureza 93 % corresponden a: HOMU y TRIAM, y a BROCA 92%, fueron mayores a 77 % de ADES. Todos los tratamientos, y los contrastes ortogonales tratamientos físicos vs químicos; afectaron ($p \leq 0.01$) solamente a ADES, BROCA y HOMU, pero a ninguna de las comparaciones del testigo vs los tratamientos ($p \geq 0.01$). Destacan los altos porcentajes de germinación en las especies cebadilla y cola de ratón, por lo que es posible su cultivo previo ajuste del valor cultural.

Palabras clave: Semillas nativas, germinación, dormancia, valor cultural.

ABSTRACT

The seeds of native species of the highlands: Adesmia spinosissima (ADES), Hordeum muticum (HOMU), Bromus catharticus (BROCA), Trifolium amabile (TRIAM) and Stipa regidiseta (STIRE), potentially latent, and of unknown germination, produce a variability of food for highland cattle in the highlands, but for its cultivation and management are necessary studies on seed treatments. Four physical treatments: moderate heating (T1), boiling water (T2), low extreme temperature (T3) and scarification with sandpaper (T4); and four chemical treatments: soaking in ethyl alcohol (T5), oxygenated water (T6), immersion in vinegar (T7) and washing with sponge and soap (T8), were applied in order to determine their effect on germination and other associated values: emergence (%); plant height (cm); number of leaves and root length (cm) 60 days after sowing. The data were analyzed in a completely randomized design, the means were compared by Duncan. And the groups of treatment vs. control means by orthogonal contrasts. In addition, the following were determined: germination, moisture content (%); seed quantity; purity (%) and cultural value (%) in untreated seeds. The germination averages 78, 88 and 61 % obtained with (T1), were higher than the values 53, 64 and 56 %, obtained without applying treatments, corresponding to ADES, BROCA and HOMU respectively. The highest purity 93 % correspond to: HOMU and TRIAM, and to BROCA 92 %, were higher than 77 % of ADES. All treatments, and orthogonal contrasts physical vs. chemical treatments; affected ($p \leq 0.01$) only ADES, BROCA and HOMU, but none of the control vs. treatments comparisons ($p \geq 0.01$). The high percentages of germination in the species cebadilla and cola de ratón stand out, so it is possible to cultivate them after adjusting the cultural value.

Keywords: Native seeds, germination, dormancy, cultural value.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. andy.act57@gmail.com

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. martinezzenon@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza las especies nativas han desarrollado mecanismos de adaptación y perpetuación, lo que les ha permitido sobrevivir por generaciones. Sin embargo, esta particularidad denominada latencia, especialmente de especies forrajeras nativas, altamente palatables y nutritivas para el ganado, es contraproducente cuando son cultivadas, debido a que simplemente no germinan o lo hacen parcialmente (Riva, 2011). Desde el punto de vista evolutivo, la germinación y la latencia son características adaptativas que aseguran la sobrevivencia de las especies vegetales nativas en los diferentes ecosistemas del altiplano; muy importantes para su subsistencia, pues especies con larga latencia y baja germinación, tienden a desaparecer (Florez y Malpartida, 1992; FAO, 2009) Los problemas que sufren las praderas nativas en la germinación, es uno de los factores importantes para su subsistencia. Las causas de esta latencia de la semilla se debe a diferentes factores, para este estudio se pretende romper la dormancia a causa de las capas duras. Además de conocer características físicas de las semillas, los porcentajes de germinación y otros valores asociados con la implantación de los pastos nativos post germinación; la búsqueda de técnicas físicas o químicas, efectivas y baratas, que permitan asegurar una germinación alta, rápida y uniforme, es requerida para reponer y resembrar pasturas naturales. Por tales razones el objetivo de la investigación fue realizar tratamientos físicos y químicos en la germinación de semillas de especies nativas del Altiplano boliviano.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación fue desarrollada en la Estación Experimental Patacamaya, se halla situada en la provincia Aroma del departamento de La Paz, a 17° 15' de latitud sur y 67° 56' de longitud oeste, altitud de 3 800 y 4 200 m s.n.m. (PDM Patacamaya 2012). La temperatura media se sitúa en torno a los 9.4 °C, misma que oscila entre los 12.1 °C en diciembre y los 5.7 °C en junio, con lo cual la amplitud térmica anual es de 6.4 °C. Respecto a la media de las máximas registradas, la más elevada alcanza los 20.3 °C en noviembre, mientras que el valor mínimo de la media de mínimas llega a ser de -6.1 °C en junio. La precipitación media anual es de 392.2 mm;

registrándose mayores volúmenes desde diciembre a febrero, por encima de los 60 mm; durante mayo a agosto se presentan precipitaciones por debajo de 10 mm.

Metodología

Se utilizó semilla añahuaya (*Adesmia spinosissima* - ADES), cola de ratón (*Hordeum muticum* - HOMU), cebadilla (*Bromus catharticus* - BROCA), Layu layu (*Trifolium amabile* - TRIAM), pasto blando (*Stipa regidiseta* - STIRE), obtenidas en Toledo, departamento de Oruro.

Para la investigación a nivel de campo, se realizó la preparación del sustrato de la siguiente manera: 50 % de tierra del lugar, 25 % de arena fina para obtener suficiente porosidad, y 25 % de abono orgánico para las condiciones necesarias para la germinación de las semillas, los cuales se mezclaron hasta obtener un sustrato homogéneo.

Las variables de estudio que fueron determinadas en laboratorio, en semillas no tratadas fueron las siguientes: porcentaje de germinación, porcentaje de pureza física, número de semillas en un kilogramo de peso, humedad de la semilla y valor cultural.

Para la determinación de la germinación se seleccionaron cien semillas sin tratamiento libre de impurezas por especie nativa, con tres repeticiones, fueron colocadas en recipientes de plásticos o cajas Petri, con algodón humedecido, el número de semillas germinado sobre el total sembrado, fue evaluado durante 30 días, y expresado en porcentaje.

En la determinación de la pureza, se tomó una muestra al azar de semilla bruta o sucia, por especie nativa con tres repeticiones, fueron pesadas en una balanza de precisión de 4 000 g, luego de separar las semillas sanas, enteras, sin daños físicos, de color y de tamaño homogéneo fueron pesadas en la balanza; la pureza expresado en porcentaje, fue igual la relación entre el peso promedio de semillas puras y el peso promedio de semilla bruta, de las tres repeticiones.

Para determinar el número de semillas en un kilogramo y peso de 1 000 semillas, se consideró semillas puras, sanas y enteras, fueron contadas, luego fueron pesadas en una balanza. El peso promedio de cuatro repeticiones fue expresado en gramos.

El valor cultural expresado en porcentaje fue calculado mediante $VC = \text{promedio germinación (\%)} \times \text{promedio pureza (\%)} / 100$, de cada especie nativa en estudio, en cada una de las repeticiones.

Tratamientos germinativos físicos

- Calentamiento moderado (T1): 100 semillas de cada especie nativa en estudio, fueron expuestas a una de temperatura de 50 °C, por 1 hora.
- Agua hirviendo (T2): 100 semillas de cada especie nativa fueron hervidas durante un minuto, luego de retirarlas, a otra agua hasta que enfríe para luego sembrarlas.
- Temperaturas extremas (T3): 100 semillas de cada especie nativas fueron sometidas a congelamiento durante 24 horas para luego sembrarlas.
- Escarificación con lija (T4): En un recipiente cubierto interiormente con lija, 100 semillas de cada especie nativa, fueron frotadas, con muchísimo cuidado las leguminosas aproximadamente durante 1 hora, y menor tiempo las gramíneas, evitando hacer daño el embrión

Tratamientos germinativos químicos

- Alcohol etílico (T5): Despues de 24 horas de sumergidas en alcohol etílico, 100 semillas de cada especie nativa, fueron lavadas con agua corriente e inmediatamente sembradas
- Agua oxigenada (T6): Despues de sumergidas en agua oxigenada durante 15 minutos, 100 semillas de cada especie nativa; fueron enjuagadas en agua corriente.
- Inmersión en vinagre (T7): Al 5 % de acidez durante 15 minutos 100 semillas fueron sumergidas en vinagre, luego de enjuagadas con agua corriente, con la finalidad de neutralizar el vinagre.
- Lavado con esponja y jabón (T8): En recipientes con agua y jabón, despues de sumergir 100 semillas de cada especie nativa durante 10 minutos, luego se frotaron con una esponja como si estuvieran lavando; posteriormente, fueron enjuagadas con agua corriente.

Finalizado los tratamientos se procedió a la siembra de 10 semillas de las cinco especies nativas, en las bolsas de polietileno conteniendo los sustratos preparados, con siete repeticiones. Multiplicado por los ocho tratamientos más un testigo, fueron un total de 315 unidades experimentales. Para evaluar el efecto de los tratamientos físicos y químicos se midieron las siguientes variables:

Variables evaluadas

- Germinación
- Emergencia de las plántulas: se observaron desde el día cuatro post siembra, luego cada siete días hasta primer mes, a los 14 días emergieron las primeras plantas.
- Altura de la plántula: por unidad experimental, en tres plántulas por especie se midieron la altura con una regla graduada en centímetros, cada dos semanas durante un mes, desde la base del tallo hasta el ápice.
- Número de hojas: por unidad experimental el conteo del número de hojas, después de homogeneizar tres plantas con el mismo dia de emergencia, a partir de la segunda semana cada dos semanas, hasta el primer mes.
- Longitud de la raíz: solamente en semillas germinadas, con una regla graduada en centímetros. fue medida la longitud, desde el cuello hasta el final de la raíz en una planta por unidad experimental, a los 30 días.

Los datos originales de las variables expresados en porcentaje fueron transformados con la formula $(\sqrt{x} + 1)$, y posteriormente fueron analizados en un Diseño Completo al Azar, entre tratamientos, pero no entre especies. La comparación de medias fue realizada por el test Duncan, a un nivel de significancia de 0.05.

También se analizaron las comparaciones entre los tratamientos físicos y los tratamientos químicos, así como también el testigo para esta comparación se plantearon los siguientes contrastes ortogonales, a) (testigo T0) vs tratamientos (físicos y químicos), b) tratamientos físicos vs tratamientos químicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas

Según la Tabla 1, las semillas no tratadas de STIRE no germinaron al cabo de dos meses en comparación a los demás pastos nativos. El promedio de germinación 64 % de BROCA fue superior a 56 % de HOMU y 53 % de ADES, corresponde el menor valor de germinación a TRIAM con solo 23 %. Estos valores fueron inferiores a 75 % de ADES, 88 % de BROCA de BROCA, 76 % de HOMU, a 4 % de STIRE, excepto a 19 % de TRIAM, obtenido en laboratorio del INIAF (2017). Las especies con mayor pureza 93 %, fueron; de HOMU y TRIAM similares a 92 % de BROCA; superiores a 78 % de ADES.

Los contenidos de humedad, también obtenidos en laboratorio del INIAF (2017) para cuatro especies nativas de este estudio; fueron entre 5 a 7 %, excepto en las semillas de TRIAM que llegaron a 2 %. TRIAM fue la especie que obtuvo el menor peso promedio de 1 000 semillas 1 447 g y el mayor peso promedio 5 729 g de 1 000 semillas le correspondió a la especie nativa ADES. Contrariamente en un kilogramo de la especie ADES, se contabilizó la menor cantidad de semillas de 174 535; y en un kilogramo de la especie TRIAM la mayor cantidad de semillas 690 965 (Tabla 1). Según la FAO (2009) el porcentaje de pureza varía acuerdo al tamaño de las semillas, las de mayor tamaño presentaron menor cantidad de impurezas en comparación a las semillas más pequeñas, lo que se cumple en el presente estudio.

Atis et al. (2011), reporta el peso de mil semillas de trifolium; 1 712 g, similar a los resultados obtenidos en el presente estudio. Difiere de los resultados de las semillas del género de *Bromus* hallados por Doussoulin (2006), analizadas en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, determinándose número de semillas por kilogramo de 222.222.

Tabla 1. Características de semillas de especies nativas.

Especies	Medias (%)			Peso promedio (g) 1000 semillas	Cantidad semillas por kg.
	Germinación	Pureza	Humedad		
ADES	53.3	77.5	5.7	70.2	5 729
BROCA	64.0	91.8	6.9	83.2	4 283
HOMU	56.0	92.7	5.2	59.9	2 274
TRIAM	23.3	92.5	2.4	45.6	1 447
STIRE	0.0	86.1	6.0	4.0	2 884
	174 535			690 965	

Fuente: Condori A. (2019): ADES=Adesmia espinosísima, BROCA=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolium amabile, STIRE=Stipa rigidiseta.

Germinación

En semillas tratadas (Tabla 2) destaca la especie de *Bromus catharticus* (BROCA), con el promedio mayor de 66 % de germinación, en relación a las demás especies, un desvió estándar de 14.91 y un coeficiente de variación del 28 %, también se observa en esta especie un máximo de germinación del 92 % y un mínimo de 8; luego le siguen las especies: *Adesmia spinosissima* (ADES) con un 53 %, el *Hordeum muticum* (HOMU) con 50 % y *Trifolium amabile* (TRIAM) con un 23 % de germinación. También se

observa que la especie *Stipa rigidiseta* (STIRE) tuvo el menor efecto de los tratamientos con solo un 1.36 % de germinación, un desvió estándar de 0.32 y un coeficiente de variación del 23 %, con un máximo de germinación del 2 % y un mínimo de 1 %.

Tabla 2. Estadísticos de la variable germinación de las cinco especies nativas.

Estadísticos	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	27	27	27	27	27
X	53.9	66.37	49.63	23.33	1.36
SD	14.91	22.09	16.59	3.58	0.32
CV	28.03	33.28	33.43	15.36	23.61
Mínimos	18	8	8	12	1
Máximos	80	92	70	29	2

Fuente: Condori A. (2019): N=número de muestras, X=media general, SD=desvió estándar, CV=coeficiente de variación, ADES=Adesmia espinosísima, BROCA=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolium amabile, STIRE=Stipa rigidiseta.

En la Tabla 3 se observan diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), entre tratamientos para: la germinación de ADES, BROCA y HOMU, pero no para TRIAM y STIRE. Tampoco hubo diferencias ($p \geq 0.01$) para los contrastes ortogonales testigo vs tratamientos físicos y químicos. Resultados que son respaldados por los coeficientes de variación bajos y aceptables 7 a 21 % del ANDEVA del experimento.

Tabla 3. ANDEVA y contrastes ortogonales de la germinación de especies nativas.

Factores	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	3	3	3	3	3
Tratamientos	**	**	**	ns	ns
Testigo vs. tratamientos físicos y químicos	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.23	7.40	10.57	13.07	21.07

Fuente: Condori A. (2019): N=numero d observaciones, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo ($p \geq 0.01$), *significativo ($p \geq 0.05$), **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ADES=Adesmia espinosísima; BROCA=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolium amabile, STIRE= Stipa rigidiseta.

Pero en caso de los tratamientos físicos vs tratamientos químicos. En la especie ADES fue solo significativo ($p \leq 0.05$), pero las diferencias en las especies BROCA y HOMU fueron altamente significativos ($p \leq 0.01$); donde los tratamientos químicos fueron superiores a los físicos para esta variable (Figura 1).

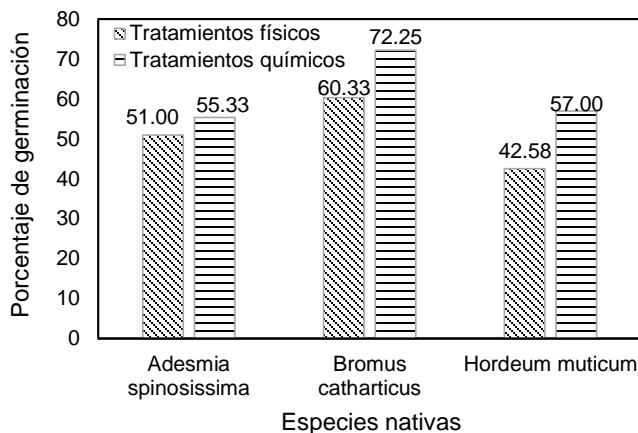


Figura 1. Contrastes ortogonales para los tratamientos físicos vs tratamientos químicos variable porcentaje de germinación, en tres especies nativas.

Duncan al 5% de probabilidad (Tabla 4); señala diferencias entre tratamientos físicos, siendo superior T1, para ADES, BROCA y HOMU, con 78, 88 y 61 % de germinación promedio; diferente a los tratamientos químicos, donde, sobresalen los tratamientos T7 con 84 % y el T6 con 77 % en la especie BROCA.

En la especie ADES, el tratamiento físico T1 (calentamiento moderado) se ubica en un nivel superior con un 78 % de germinación, superando al resto de los demás tratamientos ya sean físicos y químicos, seguido del tratamiento físico T3 y los tratamientos químicos T5 y T6 que estadísticamente resultaron ser similares e iguales a los tratamientos químicos T7, T8 y al testigo, En la especie ADES, el tratamiento más bajo con respecto al porcentaje de germinación fue el T2 (agua hirviendo), que solo alcanzo un 20 % de germinación.

Milano (2018), en variedades de Adesmia que recibieron tratamientos; resultaron en germinaciones bajas en comparación al control, excepto para escarificación mecánica y manual con lija, con solo el 17 % de germinación en ambos. Sánchez y Rámirez (2006); Doll et al. (2013), reportaron un valor alto de 91.5 % de germinacion en especies forrajeras, obtenidas con agua a temperatura moderada.

Según Cepeda (2006) de 27 especies nativas solo cuatro germinaron en bolsas a campo abierto, al cabo del primer año, de los cuales dos especies de adesmia presentaron bajos porcentajes de germinación sin tratamientos pregerminativos Adesmia echinus (leñoso 15.4 %) y Adesmia subtterranea (leñoso 1.8 %), la especie con mayor porcentaje de germinación correspondió a Hordeum santacruceense (35.1 %).

En la especie BROCA destacaron el tratamiento físico T1 y el tratamiento químico T7 que estadísticamente son iguales y se ubican en el rango "a" superando al resto de los tratamientos con un porcentaje de germinación del 87.67 y 83.67 % respectivamente, el tratamiento que menor germinación obtuvo fue el tratamiento físico T2 con solo un porcentaje de germinación del 11.33 %.

En la especie nativa HOMU, destaca el tratamiento físico T1 y los tratamientos químicos T6 y T7, estadísticamente iguales al tratamiento físico T3 y tratamiento químico T8; pero superiores al resto de los demás en 55 %. En esta especie la respuesta de germinación al tratamiento físico T2 fue menor al 9 %.

Estos resultados guardan relación con el resultado de Godínez y Flores (2000), que señalan que la inmersión en agua hirviendo y la imbibición de las semillas de las especies de leguminosas y gramíneas; no incrementaron la proporción de semillas germinadas obteniendo valores menores al 6.7 %. Alizaga y Herrera (2001), indican que los tratamientos de inmersión en agua a 40 °C ocuparon una posición intermedia (80% de germinación), que la inmersión a 70 °C no estimuló la germinación, respuestas similares al presente estudio, relacionados con el tratamiento físico T2.

Tabla 4. Duncan para promedios de germinación (%) de especies nativas significativamente diferentes.

Tratamientos	Promedios (%)		
	ADES	BROCA	HOMU
T1	78.00 a	87.67 a	61.00 a
T2	20.00 d	11.33 e	8.67 d
T3	57.33 b	78.33 b	55.33 ab
T4	48.67 c	64.00 d	45.33 c
T5	57.33 b	60.00 d	48.00 bc
T6	59.00 b	76.67 bc	65.00 a
T7	51.00 bc	83.67 ab	58.33 a
T8	54.00 bc	68.67 cd	56.67 ab
T0	55.33 bc	67.00 d	48.33 bc

Fuente: Condori A. (2019): ADES= Adesmia espinosísima, BROCA= Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum. Letras guales no existen diferencias

Emergencia

La especie BROCA obtuvo el mayor promedio general de emergencia 56.03 %, con relación a las demás especies nativas, con un desvió estándar de 29.60 %. También se observó un máximo de emergencia de 100.00 % y un mínimo del 0.00%; seguido de la especie HOMU con un promedio general de emergencia de planta del 19.84 %, las especies ADES y TRIAM obtuvieron un promedio cercano al 7 % de emergencia.

La especie STIRE, tuvo la menor respuesta al efecto de los tratamientos con un promedio general de 0.63% de emergencia, con un desvió estándar de 3.04, según los estadísticos generales realizados en esta especie se puede tener un máximo de germinación del 20.00 % y un mínimo del 0.00% (Tabla 5).

Tabla 5. Estadísticos de la variable emergencia de planta de cinco especies nativas.

Estadísticos	ADES	BROMU	HOMU	TRIAM	STIRE
N	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00
X	7.46	56.03	19.84	7.14	0.63
SD	9.67	29.60	21.21	8.12	3.04
CV	24.25	36.86	26.70	21.68	11.41
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	30.00	100.00	80.00	30.00	20.00

Fuente: Condori A. (2019): N=número de muestras, X=media general, SD=desvió estándar, CV=coeficiente de variación, ADES=Adesmia espinosísima, BROMU=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM= Trifolium amabile, STIRE= Stipa rigidiseta.

Los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$), en la emergencia de las plántulas de: ADES, BROCA Y HOMU pero no ($p \geq 0.01$) para el testigo vs tratamientos físicos y químicos. Resalta que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la emergencia post germinación de TRIAM y STIRE (Tabla 6).

Tabla 6. ANDEVA y contrastes de emergencia (%) de semillas de especies nativas.

Factores	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	7	7	7	7	7
Tratamientos	**	**	**	ns	ns
Testigo vs tratamientos físicos y químicos	ns	ns	ns	ns	ns
Tratamientos físicos vs tratamientos químicos	ns	**	**	ns	ns
CV (%)	21.77	18.95	21.92	20.81	10.89

Fuente: Condori A. (2019): N = número de repeticiones, CV=coeficiente de variación, **=altamente significativo ($p \leq 0.01$), ns=no significativo ($p \geq 0.01$), ADES= Adesmia espinosísima, BROMU= Bromus catharticus, HOMU= Hordeum muticum, TRIAM= Trifolium amabile, STIRE= Stipa rigidiseta.

Los promedios obtenidos de las dos especies nativas BROCA y HOMU, resultaron altamente significativas ($p \leq 0.01$), en el contraste ortogonal tratamientos físicos Vs tratamientos químicos, donde se evidencia la superioridad de los tratamientos químicos para la variable porcentaje de emergencia (Figura 2).

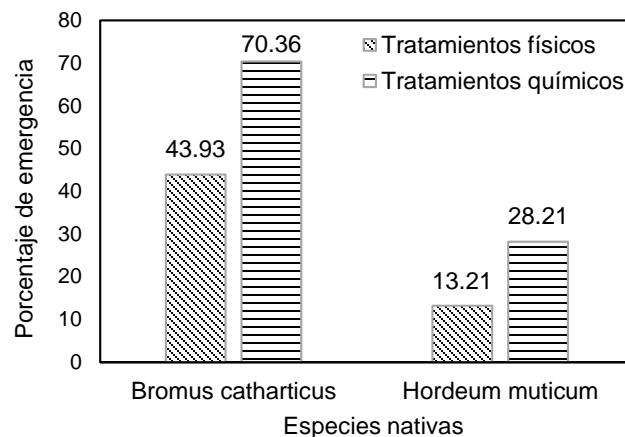


Figura 2. Contrastos ortogonales para los tratamientos físicos vs tratamientos químicos variable porcentaje de emergencia, en dos especies nativas.

De acuerdo con la prueba de Duncan al 5% (Tabla 7), los promedios de emergencia corregidos presentaron pocas diferencias para ADES; donde el T1 con 16 % de emergencia, fue superior al T0 con 1 % de emergencia y a los demás tratamientos. Para BROCA, los promedios del T7, con 80 % de emergencia, difieren completamente del 43 % del T3, y de los demás tratamientos. En HOMU el T5 con 46 % de emergencia fue superior a 13 % de T0; 14 % de T5, y a los demás tratamientos. En las tres especies nativas: ADES, BROCA y HOMU destaca el tratamiento T2 con 0 % de emergencia. Resultado que concuerdan con Godínez y Flores (2000); Ramirez et al. (2013); Sánchez-Urdaneta et. al. (2016), donde ninguna de las especies tanto gramíneas como leguminosas, emergieron después de la inmersión en agua hirviendo.

Según Sánchez-Urdaneta et al. (2016); Regino (2016), la inmersión en agua caliente (98 °C; 5 min inhibió la emergencia de plántulas, probablemente el agua caliente destruye o inhibe la acción de compuestos químicos que protegen a las semillas contra agentes degradadores, mientras ocurre el proceso de germinación.

En el presente estudio también se pudo corroborar que la emergencia de planta es baja con el tratamiento T2. Ramírez et al. (2013), demostraron que la temperatura del agua a 80 °C, durante cinco minutos, inhibió la emergencia en especies leguminosas forrajeras, lo cual se asocia a la muerte del embrión de la mayoría de las semillas. Lo que también se demostró en este estudio

Tabla 7. Duncan para medias de emergencia (%) de especies nativas.

Tratamientos	Promedios (%)		
	ADES	BROCA	HOMU
T1	15.71 a	70.00 ab	14.26 b
T2	0.00 c	0.00 d	0.00 c
T3	12.86 ab	42.86 c	28.57 ab
T4	5.71 ab	62.85 abc	10.00 dc
T5	5.71 ab	61.43 abc	14.29 b
T6	12.85 ab	71.43 ab	45.71 a
T7	7.14 ab	80.00 a	5.71 ab
T8	5.71 ab	68.67 ab	27.14 ab
T0	1.43 c	47.14 bd	12.82 b

Fuente: Condori A. (2019): ADES=*Adesmia espinosísima*, BROCA=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*. Letras iguales no existen diferencias.

Altura de planta

La especie nativa con mayor altura de planta (Tabla 8) fue BROCA, con un promedio general de 4.43 cm, y un desvío estándar que indica que existe una dispersión de los datos entre 2.17 también se tiene un mínimo de altura de 0.00 cm y un máximo de altura de 9.90 cm; La especie nativa con menor crecimiento fue TRIAM, con un promedio general de solo el 0.39 cm y un desvío estándar que indica una dispersión de datos entre 0.41, con un mínimo de altura de 0.00 cm y un máximo de 1.10 cm. En la especie nativa STIRE no se pudo realizar el análisis de esta variable, ya que no se contó con la cantidad suficiente de emergencia de plantas.

Tabla 8. Estadísticos de la variable altura de planta de cinco especies nativas.

Estadísticos	ADES	BROMU	HOMU	TRIAM
N	63.00	63.00	63.00	63.00
X	0.45	4.43	1.14	0.39
SD	0.53	2.17	1.03	0.41
CV	117.52	48.94	90.55	103.35
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	1.50	9.90	4.00	1.10

Fuente: Condori A. (2019): N=número de muestras; X=media general, SD=desvió estándar, CV=coeficiente de variación, ADES=*Adesmia espinosísima*, BROMU=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*, TRIAM=*Trifolium amabile*.

En la Tabla 9 se observa efecto de tratamientos en la altura de planta, para: ADES ($p \leq 0.05$), BROCA y HOMU ($p \leq 0.01$).

Tabla 9. ANDEVA de altura de planta (cm) de especies nativas por tratamientos.

Factores	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	7	7	7	7	0
Tratamientos	*	**	**	ns	0
Testigo vs tratamientos físicos y químicos	ns	*	ns	ns	0
Tratamientos físicos vs tratamientos químicos	ns	**	ns	ns	0
CV (%)	16.96	13.4	20.83	14.06	0

Fuente: Condori A. (2019): N = número de repeticiones, CV=coeficiente de variación, **=altamente significativo ($p \leq 0.01$), *= $p \leq 0.05$, ns= $p \geq 0.01$, ADES=*Adesmia espinosísima*, BROMU=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*, TRIAM=*Trifolium amabile*, STIRE=*Stipa rigidiseta*.

Contrastes ortogonales

Hubo diferencias del testigo vs los tratamientos físicos y químicos ($p \leq 0.05$) y entre tratamientos químicos vs físicos solo para BROCA ($p \leq 0.01$). Se puede afirmar que el testigo fue superior a los tratamientos (físicos y químicos), para la especie nativa de la cebadilla en relación a la altura de planta, al igual que los tratamientos químicos. En ese sentido la altura de planta para la especie *Bromus catharticus*, en el testigo fue 5.30 cm y para los tratamientos físicos y químicos de 4.32 cm, mientras que para la comparación entre tratamientos físicos y químicos fue de 3.66 y 4.97 cm respectivamente.

El test de Duncan al 5 % (Tabla 10), no fue significativamente diferente ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos para altura de planta, en la especie nativa TRIAM, razón porque no fue discutida. En ADES muy pocas diferencias fueron detectadas para altura de planta ($p \leq 0.05$), en relación a BROCA y muy especialmente comparado con HOMU ($p \leq 0.01$). De acuerdo con Duncan al 5 %, para la especie ADES se puede observar que los tratamientos físicos T1 y T3, y el tratamiento químico T6 son iguales entre sí y se ubican con una altura de planta superior a un 1.00 cm, seguidamente al tratamiento físico T4 y los tratamientos químicos T5, T7, T8 así como también el testigo T0 que estadísticamente fueron similares entre sí, alcanzaron un promedio de altura por debajo de los 1.00 cm; por último se encuentra el tratamiento físico T2.

Estos resultados no concuerdan con Vilela (2015) sobre diferentes tratamientos pregerminativos mecánicos y químicos, excepto en la especie BROCA. Difieren de Villalobos y Machado (2014), quienes obtuvieron mayor altura en dos leguminosas, con tratamiento escarificación con lija, seguido del agua caliente (T1).

En la especie BROCA se tiene dos rangos de información: los tratamientos físicos T1, T3 y T4, como los tratamientos químicos y el testigo; son estadísticamente iguales entre si y se ubican en el rango “a”, con una altura de planta promedio por encima de los 4.00 cm de altura; el tratamiento físico T2 se ubica en el último lugar. Estos resultados concuerdan con Vilela (2015) en un estudio de tratamientos pre germinativos: mecánicos y químicos, para altura de planta en especie diferente, al presente estudio.

En la especie HOMU hay cuatro rangos de información: los tratamientos físicos T3, T1 y los tratamientos químicos T6, T7 y T8, así como el testigo fueron estadísticamente similares con una altura de planta promedio por encima de 1.00 cm., excepto el tratamiento físico T2 (agua hirviendo). Sánchez y Ramírez (2006), confirmaron que no existen diferencias significativas con la aplicación de tratamientos pregerminativos en la altura de plántulas evaluadas al mes de edad. Lo que concuerda con la presente investigación, pero en especies nativas diferentes.

Tabla 10. Duncan para altura de planta (cm) de especies nativas.

Tratamientos	ADES (cm)	BROCA (cm)	HOMU (cm)
T1	1.13 a	5.33 a	2.38 a
T2	0.00 b	0.00 b	0.00 d
T3	1.19 a	4.25 a	2.27 a
T4	0.95 ab	5.08 a	1.35 c
T5	0.93 ab	4.23 a	1.18 d
T6	1.02 a	5.82 a	1.88 b
T7	0.91 ab	5.32 a	1.18 d
T8	0.97 ab	4.53 a	1.73 b
T0	0.85 ab	5.30 a	1.26 dc

Fuente: Condori A. (2019): ADES=Adesmia espinosísima, BROCA=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum. Letras iguales no existen diferencias

Número de hojas

La especie con mayor número de hojas fue BROCA con un promedio general de 1.35 hojas (Tabla 11),

desvió estándar de los datos de 0.59, un mínimo de hojas de 0.00 y un máximo de 2.33. La especie con menor número de hojas fue HOMU. En el caso de la especie de la STIRE no fue posible un análisis debido a la ausencia de hojas.

Tabla 11. Estadísticos de la variable número de hojas de las cinco especies nativas.

Estadísticos	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM
N	63.00	63.00	63.00	63.00
X	0.93	1.35	0.72	1.02
SD	1.02	0.59	0.52	1.01
CV	109.43	43.57	71.91	99.22
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.50	2.33	2.00	2.00

Fuente: Condori A. (2019): N=número de muestras, X=media general, SD=desvió estándar, CV=coeficiente de variación, ADES=Adesmia espinosísima, BROMU=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolium amabile.

Se detectaron diferencias ($p \leq 0.05$) para ADES y TRIAM, y altamente significativas ($p \leq 0.01$) para BROCA y HOMU (Tabla 12).

Tabla 12. ANDEVA para el número de hojas de especies nativas por tratamientos.

Factores	ADESMIA	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	7	7	7	7	0
Tratamientos	*	**	**	*	0
Testigo vs tratamientos	ns	ns	ns	ns	0
físicos y químicos					
Tratamientos	ns	**	**	ns	0
físicos vs tratamientos					
químicos					
CV (%)	7.4	7.12	13.7	25.16	0

Fuente: Condori A. (2019): N=número de repeticiones, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, **=altamente significativo ($p \leq 0.01$), * =significativo ($p \leq 0.05$), ns=no significativo ($p \geq 0.01$), ADES=Adesmia espinosísima, BROMU=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolium amabile, STIRE= Stipa rigidiseta.

Entre el testigo Vs tratamientos físicos para ninguna de las especies nativas resultó significativamente diferente ($p \geq 0.01$), por lo que el número de hojas del testigo fue similar a los tratamientos físicos y químicos; al igual que para los contrastes tratamientos físico Vs tratamientos químicos ($p \leq 0.01$), pero solamente para BROCA y HOMU. Las diferencias entre tratamientos físico y químicos; resultaron altamente significativas para BROCA y HOMU, tal como se observa en la Figura 3.

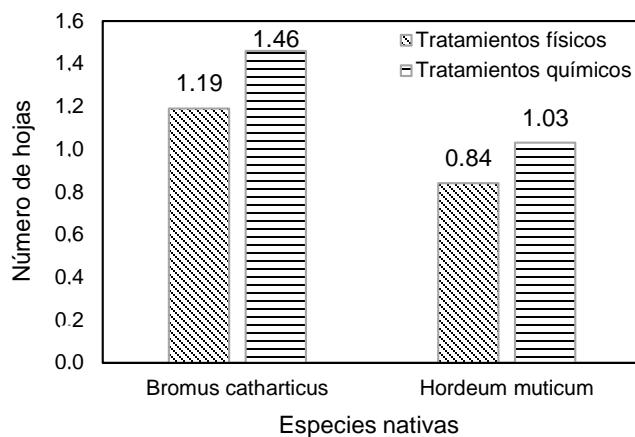


Figura 3. Contrastes ortogonales para los tratamientos físicos Vs Tratamientos químicos, variable número de hojas de dos especies nativas.

De acuerdo con Duncan en la especie ADES, los tratamientos físicos T1, T3 y el tratamiento químico T6 estadísticamente fueron similares, con un numero de hojas superior a 2, pero superior al tratamiento físico T2. En el caso de las especies BROCA y HOMU los tratamientos físicos T1, T3 y T4, así como todos los tratamientos químicos, incluyendo el testigo también son similares. con un numero de hojas aproximado de 2. En el caso de la especie TRIAM los tratamientos físicos T1, T3, T4 así como también los tratamientos químicos T7 y T8, resultaron similares, con un número de hojas aproximado de 2. En todas las especies el tratamiento físico T2, tuvo la menor influencia en la emergencia de las hojas, con valores de cero. Sánchez y Rámirez (2006); Villalobos y Machado (2014), reportan número de hojas, en el T1, similares al resto de los tratamientos, en *Leucaena leucocephala* y *Prosopis*.

Tabla 13. Duncan para número de hojas de especies nativas por tratamientos.

Tratamientos	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM
T1	2.25 a	1.57 a	1.25 a	1.42 a
T2	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
T3	2.07 a	1.57 a	1.11 a	1.52 a
T4	2.00 ab	1.62 a	1.00 a	1.52 a
T5	2.00 ab	1.38 a	1.00 a	1.31 ab
T6	2.00 ab	1.52 a	1.05 a	1.31 ab
T7	2.00 ab	1.67 a	1.00 a	1.63 a
T8	2.00 ab	1.29 a	1.07 a	1.42 a
T0	2.00 ab	1.52 a	1.00 a	1.21 ab

Fuente: Condori A. (2019): ADES=*Adesmia espinosísima*, BROCA=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*, TRIAM=*Trifolium amabile*. Letras iguales no existen diferencias.

Longitud de raíz

La especie con mayor longitud de raíz fue para ADES con un promedio general de 6.20 cm, desvío estándar que indica que existe una dispersión de los datos entre 1.23 también se tiene un mínimo de longitud de raíz de 3.67 cm y un máximo de 8.37 cm. En tanto la especie que menor longitud de raíz obtuvo fue TRIAM con un promedio de 3.16 cm con desvío estándar de 0.41 lo que indica una menor dispersión de los datos.

Tabla 14. Estadísticos de la variable longitud de raíz de las cinco especies nativas.

Estadísticos	ADES	BROMU	HOMU	TRIAM
N	27.00	27.00	27.00	27.00
X	6.20	5.34	4.99	3.16
SD	1.23	0.49	0.43	0.41
CV	19.82	9.17	8.53	12.91
Mínimos	3.67	4.00	3.93	2.50
Máximos	8.37	6.1	5.83	4.13

Fuente: Condori A. (2019): N=número de muestras, X=media general, SD=desvió estándar, CV=coeficiente de variación, ADES=*Adesmia espinosísima*, BROMU=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*, TRIAM=*Trifolium amabile*.

Para largo de raíz, existieron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, para: ADES, BROCA, HOMU Y TRIAM; y entre tratamientos físicos Vs. químicos ($p \leq 0.05$) para ADES, BROCA y TRIAM, pero no entre el T0 Vs Tratamientos físicos y Químicos ($p \geq 0.01$) (Tabla 15).

Tabla 15. ANDEVA para longitud de raíz promedio (cm) de especies nativas por tratamientos.

Factores	ADES	BROCA	HOMU	TRIAM	STIRE
N	3	3	3	3	3
Tratamientos	**	**	**	**	0
Testigo vs tratamientos físicos y químicos	ns	ns	ns	ns	0
Tratamientos físicos vs tratamientos químicos	*	*	ns	*	0
CV (%)	11.11	6.55	5.28	7.49	0

Fuente: Condori A. (2019): N=número de repeticiones, CV=coeficiente de variación, **=altamente significativo ($p \leq 0.01$), *=significativo, ns=no significativo ($p \leq 0.05$), ADES=*Adesmia espinosísima*, BROMU=*Bromus catharticus*, HOMU=*Hordeum muticum*, TRIAM=*Trifolium amabile*, STIRE=*Stipa rigidiseta*.

Los tratamientos tienen influencia en el tamaño de la raíz de la mayor parte de las especies nativas estudiadas. Pero el efecto del testigo vs ambos tratamientos, no fue diferente ($p \geq 0.01$); pero si entre tratamientos físicos vs químicos ($p \leq 0.05$) para ADES, BROCA Y TRIAM, excepto para HOMU (Figura 4).

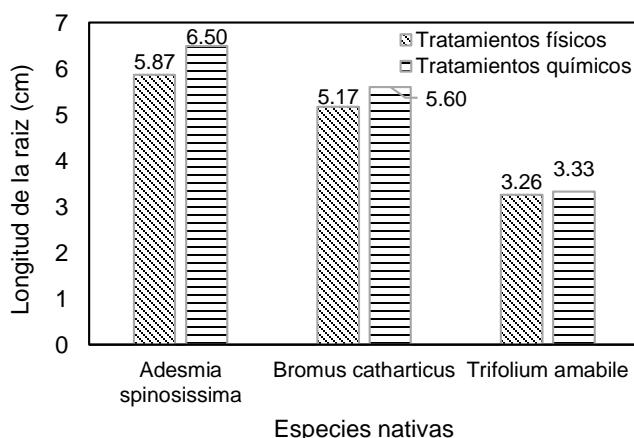


Figura 4. Contrastes ortogonales para los tratamientos físicos vs tratamientos químicos variable longitud de raíz de tres especies nativas.

De acuerdo con Duncan, la longitud promedio de raíz fue 7.96 cm en ADES, obtenida con el tratamiento físico T1, fue superior a los demás tratamientos, en cambio el tratamiento físico T2 tuvo el de menor efecto, en la longitud de raíz con 3.91 cm. Estos resultados concuerdan con Zapata et al. (2017), quienes señalan que el tratamiento con agua caliente mejora significativamente la longitud de las radículas, pero en especies diferentes al presente trabajo.

En el caso de la especie BROCA los tratamientos físicos T3 y T4, así como los tratamientos químicos T5, T6, T7 y T8, resultaron ser estadísticamente iguales; con una longitud de raíz superior a los 5.3 cm, también en esta especie el tratamiento físico T2 tuvo el menor efecto en la longitud de raíz con solo 4.69 cm.

En el caso de la especie HOMU los tratamientos químicos T8 y T7, así como los tratamientos físicos T1 y T3 fueron superiores, con una longitud de raíz mayor al 4.99 cm, y el tratamiento T2 con una longitud de 4.23 cm. Arnáez-Serrano et al. (2001); Inga (2017), reportan ensayos de tratamiento de lavado con jabón con un 100 % de germinación, asociado con un mayor desarrollo de las raíces, en comparación al resto de los tratamientos. En el presente estudio se pudo evidenciar que la especie de *Hordeum muticum* tuvo la mayor longitud de raíz con este tratamiento.

En la especie de *Trifolim amabile* el mejor tratamiento químico T7, obtuvo una longitud de raíz de 3.98 cm, el de menor crecimiento correspondió al tratamiento físico T2 con solo el 2.81 cm. Sánchez y Ramírez (2006), con tratamiento de agua caliente, obtuvo longitud de raíz semejantes al resto de los tratamientos, excluyendo al testigo. Trabajo que no concuerda con el presente estudio.

Tabla 16. Duncan para longitud de raíz (cm) de especies nativas por tratamientos.

Tratamientos	ADES (cm)	BROCA (cm)	HOMU (cm)	TRIAM (cm)
T1	7.96 a	4.89 c	5.32 ab	3.00 cd
T2	3.91 d	4.69 c	4.23 c	2.81 d
T3	5.80 c	5.79 a	5.29 ab	3.32 b
T4	5.80 c	5.30 ab	4.76 c	2.92 cd
T5	6.51 b	5.67 a	4.86 b	3.02 bc
T6	5.76 c	5.82 a	4.77 c	3.46 b
T7	7.31 ab	5.39 ab	5.23 ab	3.98 a
T8	6.43 bc	5.54 bc	5.43 a	2.88 cd
T0	6.28 bc	4.98 bc	4.99 ab	3.02 bc

Fuente: Condori A. (2019): ADES=Adesmia espinosísima, BROCA=Bromus catharticus, HOMU=Hordeum muticum, TRIAM=Trifolim amabile. Letras iguales no existen diferencias.

CONCLUSIONES

Todas las especies nativas presentan un tipo de dormancia, evidenciándose en la STIRE una dormancia morfológica, y algo en TRIAM. Medias de germinación de los pastos nativos estudiados estuvieron entre 23 a 88%. La pureza promedio estuvo entre 87 a 93 %, pero con bajísima humedad entre 2 a 7 %. Un kilogramo de añawaya contenía 174 535 semillas, y un kilogramo de layu-layu 695 965. Sobresalen la cebadilla con valor cultural de 59 % y la cola de ratón con 52 %. ADES, BROCA y HOMU, respondieron a los tratamientos germinativos. Promedios de emergencia de ADES 6 a 13 %, BROCA 43 a 80%, y HOMU 13 a 46%. A la prueba de contrastes no hubo diferencias entre el testigo y los tratamientos físicos-químicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnáez-Serrano, E; Moreira-González, I; Muller, E; Rodríguez, L. 2001. Tratamientos pregerminativos preliminares de *Zanthoxylum mayanum* (lagarto). Revista Tecnología En Marcha 13(4):43-46. Consultado 12 mar. 2018. Disponible en https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1537

- Alizaga, R; Herrera, J. 2001. Tratamientos pregerminativos en semillas de melina (*Gmelina arborea*). Revista Tecnología en Marcha 14(2):52-58. Consultado 24 ene. 2019. Disponible en http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1554
- Atis, I; Atak, M; Can, E; Mavi, K. 2011. Los efectos del color de la capa de semilla sobre la calidad de la semilla y la tolerancia a la sal del trébol rojo (*Trifolium pratense*). Revista internacional de Agricultura y Biología.
- Cepeda, P. 2006, Geo ecología de los Andes desérticos. La Alta montaña del valle de Elqui. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile. p 107-119.
- Condori, TA. 2019. Estudio de la germinación de semillas nativas de cinco especies con la aplicación de tratamientos físicos y químicos en la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 95 p.
- Doll, U; Fredes, VM; Soto, VC. 2013. Efecto de distintos tratamientos pre germinativos sobre la germinación de seis especies nativas de la región mediterránea de Chile. Idesia 31(3):71-76. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000300010>.
- Doussoulin, G. 2006, Evaluación de tres especies del género *Bromus* en la provincia de Valdivia. Tesis M.Sc. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 107 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentacion) 2009. Buenas prácticas produccion de forrajes. Editorial Tomás Lindemann. Consultado 22 jun. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/25223-08c865ca4368286d31456d14c23cdf77f.pdf>
- Florez, A; Malpartida, E. 1992. Manual de pastos y forrajes, para zonas áridas y semiaridas andinas. Puno, Perú, p 125-222.
- Godínez, H; Flores, A. 2000. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. Polibotánica 11:1-19. Consultado 22 jul. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62101101>
- Inga, DE. 2017. Ecología de la germinación de *Morella* sp. Enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas. Tesis. Cuenca, Ecuador. Universidad del Azuay. 51 p.
- INIAF (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Forestales). 2017. Resultado oficial de análisis de semilla. La Paz, Bolivia.
- Milano, C. 2018. Leguminosas herbácea nativas: una alternativa para la restauración de suelos degradados en el sudoeste bonaerense. Tesis M.Sc. Argentina. Universidad Nacional del Sur. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4439/1/Milano%2C%202018.%20Tesis%20versi%C3%B3n%20final.pdf>
- PDM Patacamaya (Plan de Desarrollo Municipal Patacamaya). 2012. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2016. La Paz, Bolivia: Consultora Multidisciplinaria y Asistencia Técnica COMAT S.R.L. Consultado 16 jul. 2019. Disponible en <https://www.msj.go.cr/MSJ/Municipalidad/SiteAssets/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL%202012-2016%20MODIFICADO%20al%2001-07-2014.pdf>
- Ramirez, M; Caraballo, B; Garcia, DE. 2013. Emergencia y desarrollo inicial de cuatro leguminosas forrajeras arbóreas presentes en la altiplanicie de Macaibo, Venezuela. Pastos y Forrajes 36(3): 313-321. Consultado 19 feb. 2019. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000300003&lng=es&tlang=es.
- Reginfo, SF. 2016. Propagación por semillas de *Eschweilera couroupita*, utilizando tratamientos pre germinativos y crecimiento inicial de las plántulas, en vivero, Puerto Almendra. Tesis Lic. Loreto, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 63 p.
- Riva, DV. 2011. Manejo y mejoramiento de pasturas naturales altoandinas. Segunda edición. La Paz, Bolivia. Fundacion Suyana 50 p.
- Sánchez, Y; Ramírez, M. 2006. Tratamientos Pregerminativos en semillas de leucaena leucocephala (lam.) de wit. y prosopis juliflora (sw.). Facultad de Agronomía. 14 p.
- Sánchez-Urdaneta, E; Suárez-Calleja, J; Tusent-Pérez, C; Labarca VB. Arroyo, CB; Colmenares de Ortega; Peña-Valdivia, AB. 2016. Tratamientos pregerminativos de semillas y emergencia de las plántulas de *Opuntia streptacantha* Lem. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 33(2):193- 215.
- Villalobos, MR; Machado, HS. 2014. Evaluacion de tratamientos pregerminativos y caracterizacion morfológica de plantulas "zapatico de la reina"

- (*Clitoria ternatea* L.) cultivadas en bandeja. Venezuela: Universidad del Zulia, p. 249-259.
- Vilela, P. 2015. Comparativo de tratamientos pregerminativos en la semilla de algarrobo "Prosopis pallida" en el valle del medio Piura. Piura, Perú: Universidad Nacional Piura.
- Zapata, RM; Azagra, C; Karlin, MS. 2017. Tratamientos pregerminativos para la ruptura de la dormición en semillas de tres poblaciones *Ramorinoa girolae*, leñosa endémica de zonas áridas de Argentina. Bosque (Valdivia) 38(2):237-245. Consultado 19 ene. 2020. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-92002017000200002&script=sci_arttext&tlang=en

Artículo recibido en: 10 de mayo 2020

Aceptado en: 03 de diciembre 2020