



## GRAMÍNEAS PRATENSES NATIVAS Y NATURALIZADAS DEL SUR DE CHILE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GERMINATIVAS DE LA SEMILLA Y VIGOR DE ESTABLECIMIENTO

### NATIVE AND NATURALIZED PASTURE GRASSES OF SOUTHERN CHILE: PHYSICAL AND GERMINATIVE CHARACTERISTICS OF THE SEEDS AND VIGOR OF ESTABLISHMENT

Marianela Aichele<sup>1</sup>, Oscar Balocchi<sup>1b\*</sup>, Iván Calvache<sup>2</sup>, Beatriz Shibart<sup>3</sup> y Máximo Alonso<sup>1c</sup>

<sup>1a</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, 5090000, Valdivia, Chile

<sup>1b</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, 5090000, Valdivia, Chile  
<https://orcid.org/0000-0003-1664-783X>

<sup>1c</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, 5090000, Valdivia, Chile  
<https://orcid.org/0000-0002-7484-3751>

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Casilla 24-0, Osorno, Chile  
<https://orcid.org/0000-0002-7994-7576>

<sup>3</sup>Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, 5090000, Valdivia, Chile

\* Autor para correspondencia E-mail: [obalocch@uach.cl](mailto:obalocch@uach.cl)

#### RESUMEN

Las praderas dominadas por especies nativas y naturalizadas constituyen un porcentaje significativo de la superficie total de praderas en el sur de Chile. Sin embargo, la información sobre estos ecosistemas es escasa, particularmente en lo que respecta a las semillas de las especies que los componen. El objetivo de este estudio fue evaluar las características germinativas y de establecimiento de *Bromus valdivianus* Phil., *Paspalum dasypleurum* Kunza ex Desv., *Holcus lanatus* L., *Agrostis capillaris* L. y *Arrhenaterum elatius* L. spp. bulbosus (Wild), provenientes de dos zonas geográficas del sur de Chile y clasificadas en dos tamaños de semilla contrastantes. Las zonas evaluadas fueron el sector precordillerano (Cordillera de la Costa) de la comuna de La Unión y el sector precordillerano (Cordillera de los Andes) de la comuna de Lago Ranco. Se realizó un análisis de germinación para determinar el porcentaje y tasa de germinación, diámetro, longitud y peso de 1000 semillas. Posterior a ello, se determinó el vigor de germinación, cuantificando longitud foliar, peso aéreo, radical y total de cada especie para cada tratamiento. Además, se realizaron ensayos en macetas bajo condiciones controladas de temperatura, luz y humedad para determinar el vigor de establecimiento, cuantificándose los mismos parámetros evaluados para el vigor de germinación. Los datos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar anidado. *B. valdivianus* fue la especie que presentó mejor desempeño en todas las variables evaluadas ( $P < 0,05$ ). En cuanto a la localidad, Lago Ranco dio origen a semillas más grandes y La Unión a semillas de mejor germinación. En términos de tamaño, las semillas grandes demostraron ser más vigorosas y tener un mejor desempeño germinativo. Se

concluyó que el porcentaje, la tasa de germinación, el vigor de germinación y de establecimiento varían entre tamaño de semilla y localidad de origen dentro de la misma especie.

**Palabras clave:** praderas naturales, especies nativas, germinación de semillas.

## ABSTRACT

Pastures dominated by native and naturalized species account for a large portion of the total grassland area in southern Chile. However, information on these ecosystems is scarce, particularly with respect to the seeds of the species that compose them. The objective of this study was to evaluate the physical and germinative characteristics of *Bromus valdivianus* Phil., *Paspalum dasypleurum* Kunza ex Desv., *Holcus lanatus* L., *Agrostis capillaris* L. y *Arrhenatherum elatius* L. spp. bulbosus (Wild), collected from two geographical areas of southern Chile and classified into two contrasting sizes. The areas evaluated were the foothills (Coastal Mountain Range) of the commune of La Unión and the foothills (Los Andes Mountain Range) of the commune of Lago Ranco. Seed germination percentage, germination rate, diameter, length, and 1000 seed weight were determined. Subsequently, germination vigor was determined by measuring leaf length, aerial weight, root weight and total weight of the species. In addition, a pot experiment was conducted under controlled conditions of temperature, light and humidity to determine establishment vigor, measuring the same parameters as for germination vigor. The data were analyzed under a completely randomized nested design. *Bromus valdivianus* Phil. was the species that showed the best performance in all the evaluated variables ( $P < 0.05$ ). In terms of locality of origin, Lago Ranco recorded larger seeds, while La Unión presented better germination. In terms of size, large seeds proved to be more vigorous and had better germination performance. It was concluded that germination percentage and rate as well as vigor of germination and establishment vary between seed size and locality of origin within the same species.

**Key words:** naturalized pastures, native species, seed germination.

## INTRODUCCIÓN

Las praderas dominadas por especies nativas y naturalizadas ocupan un porcentaje importante de la superficie total de pradera en el sur de Chile y, según Moscoso y Urrutia (2017), un 47,8% de las praderas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos se enmarca en esta categoría. Algunas de las especies nativas que componen estas praderas son *Bromus valdivianus* Phil. y *Paspalum dasypleurum* Kunza ex Desv., mientras que las naturalizadas corresponden a *Agrostis capillaris* L., *Arrhenatherum elatius* spp. Bulbosus (Wild) y *Holcus lanatus* L. (Siebald, 2001). Sin embargo, la información disponible respecto a estas especies es escasa, y por ende existe poco conocimiento sobre las características germinativas de sus semillas, también así sobre el vigor establecimiento de sus plantas. Tomando en cuenta que las praderas naturalizadas son, en primera instancia, parte del recurso forrajero disponible para muchos productores de la zona sur, se vuelve fundamental estudiar la dinámica de reproducción y establecimiento de estos ecosistemas.

Las semillas son un órgano reproductivo muy importante en el caso de las gramíneas pratenses, ya que estas se reproducen principalmente vía sexual o gámica, de tal forma que, este tipo de

reproducción implica una variación considerable de la descendencia, por lo que es natural que las poblaciones de estas especies presenten un comportamiento heterogéneo, esto sin considerar que podría existir un componente de carácter ambiental asociado a la variabilidad (Chauhan et al., 2006). Cuando una especie se establece, es porque la semilla viable germinó y fue capaz de dar paso a una plántula que se desarrolló apropiadamente bajo diversas condiciones, esta capacidad se explica bajo un concepto llamado vigor de establecimiento (Thompson et al., 2021).

Para la International Seed Testing Association (ISTA, 1995), el vigor se define "como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de actividad y desarrollo de esta durante la germinación y emergencia de las plántulas". Además, entidades como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2011) señalan que estas propiedades se relacionan con su capacidad de emerger del suelo y sobrevivir bajo condiciones de campo potencialmente estresantes y crecer rápidamente bajo condiciones favorables. Por otro lado, existe información que respalda el hecho de que el peso y tamaño de la semilla de un misma especie está relacionado con la capacidad germinativa y el vigor de establecimiento (Wu y Du, 2008). Adicionalmente

FAO (2011), señalan que las semillas maduras medianas y grandes en general tienen mayor germinación y vigor que las semillas pequeñas e inmaduras. Consecuentemente, el objetivo de este trabajo fue evaluar las características físicas y germinativas de semillas de cinco especies nativas y naturalizadas de dos localidades del sur de Chile y determinar por medio de diversas variables su vigor de germinación y establecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Forrajeras y Laboratorio de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias de la Universidad Austral de Chile. Se utilizaron semillas correspondientes a las especies *B. valdivianus*, *P. dasypleurum*, *H. lanatus*, *A. capillaris* y *A. elatius*, recolectadas durante el periodo estival 2017-2018 en praderas naturalizadas del sector precordillerano de la costa, comuna de La Unión (40°17'34"S 73°16'24"O) y del sector precordillerano de Los Andes, comuna de Lago Ranco, (40°19'26"S 72°29'50"O), ambos pertenecientes a la provincia del Ranco en la región de Los Ríos. La localidad de La Unión presenta una temperatura media anual de 12,1 °C, 1621 horas frío-anales y una precipitación anual acumulada de 994,5 mm, el suelo corresponde a un rojo arcilloso (Ultisol), de la Serie Cudico (CIREN, 2003). La localidad de Lago Ranco presenta una temperatura media anual de 10,6 °C, 1900 horas frío-anales y una precipitación anual acumulada es de 1431,6 mm, el suelo corresponde a un trumao (Andisol), la serie Los Lagos (CIREN, 2003).

Las semillas fueron recolectadas a mano, posteriormente se limpiaron y secaron en un horno de circulación de aire forzado a 30°C durante 12 horas, luego se almacenaron en bolsas de papel dentro de una cámara de frío a 4 °C hasta el momento de comenzar los ensayos asegurando que los cambios en la calidad de la semilla sean mínimos (ISTA, 1996). Para lograr la categorización por tamaño se trabajó por localidad, mezclando todas las semillas de una misma especie, estas fueron sometidas a un proceso de separación por tamices de mayor a menor, de tal forma que se consideraron como grandes el 30% superior de las muestras y como chicas el 30% inferior de las muestras obtenidas del tamizado. El set de tamices utilizado tuvo una graduación de 11 niveles, ordenados de la siguiente forma: 3,505, 2,616, 2,007, 1,651, 1,448, 1,270, 1,016, 0,838, 0,686, 0,610 y 0,508 mm, de tal forma que el estudio consideró veinte tratamientos, correspondientes a la interacción entre dos localidades (Lago Ranco y La Unión),

dos tamaños de semilla (grande y chicas) y cinco especies pratenses.

### Variables evaluadas

**Caracterización física:** Se midió el largo y ancho por medio de un analizador de semillas a un total de cuatro repeticiones de 10 semillas por tratamiento, elegidas aleatoriamente. Para el peso de mil semillas se utilizó la normativa ISTA (1996), seleccionando semillas al azar de ocho réplicas de 100 semillas para cada una. Estas fueron pesadas en gramos en una balanza analítica de cinco decimales (Mettler Toledo 250XS). Para cada réplica se determinó el peso promedio de mil semillas y, el resultado fue entregado con el mismo número de decimales usados en la medición (ISTA, 1996).

**Germinación:** Todos los manejos y procedimientos se realizaron de acuerdo con la normativa descrita en ISTA (1996). Las semillas se lavaron con una solución de NaClO 0,5% y se enjuagaron con agua destilada, adicional a esto se realizó una desinfección química a baja concentración con un fungicida comercial (Fludioxonilo, metalaxil – M). Se utilizaron cuatro repeticiones de 30 semillas para cada tratamiento, estas fueron dispuestas dentro de placas Petri sobre tres capas de papel filtro Whatman grado 1 posterior a un tratamiento con KNO<sub>3</sub>. La germinación fue evaluada durante un período de 28 días, se mantuvieron en una cámara de crecimiento a 20 °C con un fotoperiodo de 12 horas luz / 12 horas de oscuridad. Se calculó capacidad germinativa utilizando como criterio germinativo la aparición de la radícula en el extremo de la semilla (ISTA, 1996). Así también se calculó el coeficiente de tasa de germinación (CTG) expresado en porcentaje de germinación diaria (Bewley y Black, 1994).

**Vigor de germinación:** Posterior al ensayo de germinación se determinó el vigor de germinación a las plántulas obtenidas, para ello al desmontar las placas se midió crecimiento longitudinal de la lámina (LL), peso seco aéreo (PA), peso seco radical (PR) y peso seco total (PT) de las especies para cada tratamiento. Para el crecimiento longitudinal se seleccionaron al azar cinco plántulas de cada tratamiento y se midió con una regla común de centímetros y milímetros, obteniéndose un promedio del largo de lámina para los diferentes tratamientos. Para el peso seco se separó la parte aérea de la raíz del total de las plantas germinadas y cada parte fue secada en un horno de aire forzado a 60°C por 48 horas. El material seco se pesó en una balanza electrónica analítica de cinco decimales, los datos fueron expresados en mg plántula<sup>-1</sup>. (ISTA, 1996; Murcia et al., 2006). El peso seco total promedio

de los tratamientos se obtuvo sumando el peso de los componentes aéreo y radical.

**Vigor de establecimiento:** Se determinó por medio de ensayos en macetas bajo condiciones controladas en una cámara de crecimiento. Se trabajó con 12 macetas por cada tratamiento con un total de 10 plantas por maceta. El sustrato utilizado fue suelo agrícola extraído de la Estación Experimental Agropecuaria Austral, perteneciente a la Universidad Austral de Chile (serie Valdivia, Duric Hapludand). Dentro de la cámara, la temperatura se mantuvo en un rango no inferior a los 15°C y no superior a los 30°C, la humedad relativa se mantuvo en un rango de 65 – 79% y el fotoperiodo fue de 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad.

El periodo experimental tuvo una duración de 60 días, se realizaron mediciones a los 20, 40 y 60 días de sembradas las semillas. En cada periodo se aplicó la metodología destructiva a 4 macetas de cada tratamiento, de esta manera se obtuvo LL, PA, PR y PT con la misma metodología utilizada en el ensayo de vigor de germinación.

### Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó un diseño anidado (efecto de la especie, efecto de la localidad anidado en la especie y efecto del tamaño de semilla anidado en la especie y la localidad). Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza de acuerdo con el modelo experimental descrito. Cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó una prueba de comparación múltiple de promedios de Tukey con un 95% de confianza y, para los niveles del anidado se procedió a abrir el diseño en sus interacciones. Previo procesamiento de datos, se realizaron las pruebas correspondientes a homocedasticidad, distribución normal e independencia de error. Los datos fueron analizados utilizando Statgraphics Centurión versión 16.1.18 (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, USA).

## RESULTADOS

### Características físicas y germinativas de la semilla

La Tabla 1 muestra la caracterización física de las semillas en los diferentes tratamientos, se observa que *B. valdivianus* fue la especie que presentó mayor largo de semilla, mayor peso de 1000 semillas y menor número de semillas kg<sup>-1</sup>, mientras que, *P. dasypleurum* fue la especie que presentó el mayor ancho de semilla. De igual forma se observó que existe una relación inversa ( $R^2: 0,94$ ) entre tamaño y número de semillas kg<sup>-1</sup>. En cuanto a la localidad, se encontró diferencias

significativas ( $P < 0,05$ ) para las cuatro variables analizadas, siendo *B. valdivianus* y *P. dasypleurum* las especies que presentaron mayor largo de semilla en Lago Ranco. En el caso del ancho de semilla *A. elatius* y *P. dasypleurum* presentaron los mayores valores en Lago Ranco. Para el peso de 1000 semillas, *A. elatius* presentó el mayor valor en La Unión y *B. valdivianus* en Lago Ranco. Por último, en el caso del número de semillas kg<sup>-1</sup>, *A. capillaris* presentó menor cantidad de semillas en La Unión y *H. lanatus* en Lago Ranco. En las dos localidades, las semillas grandes dieron como resultado mayor largo, ancho y peso de 1000 semillas (Tabla 1). En el caso del largo de semilla, tanto en La Unión como en Lago Ranco, *A. elatius* y *B. valdivianus* presentaron el mayor diámetro clasificadas como grandes. Tanto en La Unión como en Lago Ranco, *A. elatius*, *B. valdivianus*, *H. lanatus* y *P. dasypleurum* presentaron mayor ancho en semillas clasificadas como grandes. El peso de 1.000 semillas fue mayor en semillas grandes de *A. elatius*, *B. valdivianus* y *P. dasypleurum*, esto en ambas localidades.

La Tabla 2 muestra que, *P. dasypleurum*, *A. elatius* y *B. valdivianus* fueron las especies con mayor porcentaje de germinación y mayor CTG. Por otra parte, *A. elatius*, *A. capillaris* y *B. valdivianus* tuvieron mayor germinación en La Unión. Sin embargo, *P. dasypleurum* presentó mayor porcentaje en Lago Ranco. En el caso de la tasa de germinación, La Unión presentó mayor CTG en *A. elatius*, *A. capillaris* y *B. valdivianus*, en Lago Ranco presentó mayor CTG *P. dasypleurum*. En las dos localidades las semillas grandes dieron como resultado mayor porcentaje de germinación. En el caso del CTG no hubo diferencias significativas ( $P = 0,22$ ) del tamaño de las semillas para ambas localidades.

La Tabla 3 muestra que *A. elatius* fue la especie que presentó mayor largo de lámina junto a *B. valdivianus*, la cual a su vez también presentó mayor peso aéreo, peso radical y peso total. Entre localidades, existieron diferencias ( $P < 0,05$ ) para el largo de lámina, encontrándose en La Unión plántulas de *A. capillaris*, *A. elatius* y *H. lanatus* con mayor largo de lámina. Entre localidades, no existieron diferencias ( $P > 0,05$ ) para el peso aéreo, peso radical y peso total de las semillas. Respecto al peso aéreo, tanto en La Unión como en Lago Ranco, plántulas de *A. elatius* y *H. lanatus* provenientes de semillas grandes presentaron el mayor valor. En cuanto al peso radical, en la localidad de La Unión, plántulas de *A. elatius* y *H. lanatus* provenientes de semillas grandes presentaron mayor peso radical y en Lago Ranco, plántulas de *A. elatius*, *B. valdivianus* y *H. lanatus* originarias de semillas grandes fueron las presentaron mayor peso. Por último, en el caso del

**Tabla 1. Caracterización física de las semillas de cinco especies gramíneas forrajeras.**  
**Table 1. Physical characterization of the seeds of five grass forage species.**

		Tratamiento	Largo (mm)	Ancho (mm)	P1000 (g)	Nº Semillas kg <sup>-1</sup>	
Especie		<i>A. capillaris</i>	1,89	0,58	0,14	7.745.650	
		<i>A. elatius</i>	6,80	1,53	3,33	328.916	
		<i>B. valdivianus</i>	9,36	1,60	6,36	159.219	
		<i>H. lanatus</i>	2,06	0,67	0,10	10.573.700	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,28	1,68	1,08	974.633	
		EEM	0,03	0,01	0,02	57.073	
		Valor -P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	1,91	0,60	0,16	6.175.990	
		<i>A. elatius</i>	6,93	1,47	3,63	283.964	
		<i>B. valdivianus</i>	9,16	1,59	5,96	168.208	
		<i>H. lanatus</i>	2,14	0,70	0,10	11.168.800	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,18	1,63	1,02	1.039.240	
	Lago Ranco	<i>A. capillaris</i>	1,88	0,57	0,11	9.315.310	
		<i>A. elatius</i>	6,68	1,58	3,03	373.867	
		<i>B. valdivianus</i>	9,55	1,61	6,75	150.230	
		<i>H. lanatus</i>	1,99	0,65	0,10	9.978.560	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,38	1,73	1,13	910.023	
		EEM	0,05	0,01	0,03	80.714	
		Valor -P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	1,87	0,60	0,18	5.611.870
			<i>A. elatius</i>	6,75	1,41	3,00	333.710
			<i>B. valdivianus</i>	8,89	1,56	5,74	174.378
		Grandes	<i>H. lanatus</i>	2,10	0,66	0,07	14.316.700
			<i>P. dasypleurum</i>	2,04	1,49	0,77	1.291.580
			<i>A. capillaris</i>	1,95	0,60	0,15	6.740.110
	Lago Ranco	Chica	<i>A. elatius</i>	7,11	1,53	4,27	234.218
			<i>B. valdivianus</i>	9,43	1,63	6,18	162.037
			<i>H. lanatus</i>	2,17	0,74	0,12	8.020.910
		Grandes	<i>P. dasypleurum</i>	2,30	1,77	1,27	786.906
			<i>A. capillaris</i>	1,82	0,55	0,11	9.215.440
			<i>A. elatius</i>	6,42	1,38	2,00	501.574
	Lago Ranco	Chica	<i>B. valdivianus</i>	9,27	1,57	5,95	168.071
			<i>H. lanatus</i>	1,84	0,60	0,12	8.569.500
			<i>P. dasypleurum</i>	2,31	1,65	0,95	1.056.730
		Grandes	<i>A. capillaris</i>	1,93	0,58	0,11	9.415.190
			<i>A. elatius</i>	6,94	1,79	4,07	246.161
			<i>B. valdivianus</i>	9,84	1,67	7,56	132.390
	<i>H. lanatus</i>	2,14	0,69	0,09	11.387.600		
	<i>P. dasypleurum</i>	2,46	1,82	1,31	763.315		
		EEM	0,07	0,02	0,04	114.147	
		Valor -P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	

EEM: Error estándar de la media. Los valores presentados corresponden al promedio de las variables.

peso total tanto La Unión como en Lago Ranco, *A. elatius* y *H. lanatus* presentaron un mayor valor en semillas clasificadas como grandes.

#### Vigor de establecimiento

En esta etapa del estudio se hace referencia solo

a cuatro de las cinco especies que inicialmente componían el ensayo. Esto debido a que de *P. dasypleurum* no fue posible obtener el número necesario de plantas en las macetas, causado probablemente por el pre-tratamiento de la semilla que expuso al embrión a las poblaciones

**Tabla 2. Características germinativas de cinco especies gramíneas forrajeras.**  
**Table 2. Germination characteristics of five grass forage species.**

		Tratamiento	Germinación (%)	CTG (% germinación/día)	
Especie		<i>A. capillaris</i>	44,0	1,56	
		<i>A. elatius</i>	65,0	2,32	
		<i>B. valdivianus</i>	63,0	2,25	
		<i>H. lanatus</i>	6,7	0,25	
		<i>P. dasypleurum</i>	67,0	2,40	
		EEM	3,71	0,13	
		Valor – P	< 0,01	< 0,01	
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	80,0	2,84	
		<i>A. elatius</i>	81,0	2,90	
		<i>B. valdivianus</i>	69,0	2,47	
		<i>H. lanatus</i>	4,0	0,15	
		<i>P. dasypleurum</i>	57,0	2,04	
	Lago Ranco	<i>A. capillaris</i>	7,5	0,27	
		<i>A. elatius</i>	49,0	1,74	
		<i>B. valdivianus</i>	57,0	2,04	
		<i>H. lanatus</i>	9,5	0,35	
		<i>P. dasypleurum</i>	77,0	2,75	
		EEM	5,25	0,19	
		Valor – P	< 0,01	< 0,01	
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	85,0	3,03
			<i>A. elatius</i>	81,0	2,89
			<i>B. valdivianus</i>	57,0	2,02
		Grandes	<i>H. lanatus</i>	1,5	0,06
			<i>P. dasypleurum</i>	52,0	1,88
			<i>A. capillaris</i>	74,0	2,65
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. elatius</i>	82,0	2,92
			<i>B. valdivianus</i>	82,0	2,92
			<i>H. lanatus</i>	6,5	0,24
		Grandes	<i>P. dasypleurum</i>	62,0	2,20
			<i>A. capillaris</i>	5,0	0,18
			<i>A. elatius</i>	39,0	1,40
	Lago Ranco	Chicas	<i>B. valdivianus</i>	57,0	2,02
			<i>H. lanatus</i>	10,0	0,36
			<i>P. dasypleurum</i>	82,0	2,92
		Grandes	<i>A. capillaris</i>	10,0	0,36
			<i>A. elatius</i>	58,0	2,08
			<i>B. valdivianus</i>	58,0	2,06
	<i>H. lanatus</i>	9,0	0,33		
	<i>P. dasypleurum</i>	73,0	2,59		
		EEM	7,42	0,26	
		Valor – P	< 0,01	0,30	

CTG: Coeficiente de Tasa de Germinación. EEM: Error estándar de la media.

de hongos presentes en el suelo.

La Tabla 4 muestra que, a los 20 días posteriores a la siembra, *A. elatius* presentó el mayor largo de lámina junto a *B. valdivianus*, la cual a su vez también presentó mayor peso aéreo, radical y total. En cuanto a la localidad de origen de las

especies, no existieron diferencias significativas (Tabla 4,  $P > 0,05$ ). Respecto al tamaño de la semilla, para ambas localidades, las semillas grandes dieron como resultado un mayor largo de lámina, mayor peso aéreo, radical y total. En La Unión y Lago Ranco, *A. elatius*, *B. valdivianus* y

Tabla 3. Resultados obtenidos a los 28 días post siembra en placa petri de cinco especies gramíneas forrajeras.

Table 3. Results obtained at 28 days after sowing in petri dish of five grass forage species.

		Tratamiento	Largo lámina (cm)	P. aéreo (mg)	P. radical (mg)	P. total (mg)	
Especie		<i>A. capillaris</i>	2,86	0,34	0,09	0,43	
		<i>A. elatius</i>	9,37	1,96	0,49	2,45	
		<i>B. valdivianus</i>	10,56	3,13	0,90	4,03	
		<i>H. lanatus</i>	5,04	0,91	0,21	1,12	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,22	0,22	0,03	0,25	
		EEM	0,28	0,13	0,04	0,14	
		Valor – P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	3,86	0,30	0,07	0,37	
		<i>A. elatius</i>	9,93	1,99	0,48	2,47	
		<i>B. valdivianus</i>	10,75	3,31	0,82	4,13	
		<i>H. lanatus</i>	6,31	0,94	0,27	1,21	
		<i>P. dasypleurum</i>	1,98	0,16	0,02	0,18	
	Lago Ranco	<i>A. capillaris</i>	1,86	0,39	0,10	0,49	
		<i>A. elatius</i>	8,82	1,94	0,50	2,44	
		<i>B. valdivianus</i>	10,36	2,95	0,98	3,94	
		<i>H. lanatus</i>	3,78	0,88	0,15	1,02	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,47	0,28	0,04	0,32	
		EEM	0,40	0,18	0,06	0,20	
		Valor – P	< 0,01	0,82	0,42	0,96	
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	3,93	0,27	0,07	0,33
			<i>A. elatius</i>	9,63	1,62	0,36	1,98
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	10,98	3,65	0,91	4,56
			<i>H. lanatus</i>	4,52	0,52	0,09	0,61
			<i>P. dasypleurum</i>	2,23	0,19	0,02	0,20
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	3,80	0,34	0,08	0,42
			<i>A. elatius</i>	10,23	2,36	0,61	2,97
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	10,53	2,97	0,73	3,70
			<i>H. lanatus</i>	8,09	1,37	0,45	1,82
			<i>P. dasypleurum</i>	1,73	14,00	0,03	0,17
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	1,51	0,65	0,16	0,81
			<i>A. elatius</i>	8,01	1,67	0,35	2,02
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	10,23	2,68	0,80	3,48
			<i>H. lanatus</i>	3,87	0,31	0,08	0,38
			<i>P. dasypleurum</i>	2,38	0,23	0,05	0,27
Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	2,20	0,13	0,04	0,16	
		<i>A. elatius</i>	9,63	2,20	0,65	2,85	
	Grandes	<i>B. valdivianus</i>	10,50	3,22	1,17	4,39	
		<i>H. lanatus</i>	3,68	1,45	0,22	1,66	
		<i>P. dasypleurum</i>	2,56	0,33	0,04	0,36	
		EEM	0,56	0,26	0,08	0,29	
		Valor – P	0,06	0,01	< 0,01	< 0,01	

EEM: Error estándar de la media. Los valores presentados corresponden al promedio de las variables.

*H. lanatus* presentaron mayor peso aéreo, radical y total en plantas de semillas clasificadas como grandes.

La Tabla 5 muestra que, a los 40 días posteriores a la siembra, *B. valdivianus* presentó el mayor largo de lámina, peso aéreo, peso radical

y peso total. En cuanto a la localidad de origen, no existieron diferencias significativas en el peso aéreo de las plantas ( $P = 0,07$ ). Sin embargo, para largo de lámina, peso radical y peso total la localidad de Lago Ranco mostró mayor vigor, es así como en el caso de largo de lámina *A.*

**Tabla 4. Resultados obtenidos a los 20 días post siembra en macetero bajo condiciones controladas de cuatro especies gramíneas forrajeras.****Table 4. Results obtained at 20 days after sowing in pot under controlled conditions of four grass forage species.**

		Tratamiento	Largo lámina (cm)	P. aéreo (mg)	P. radical (mg)	P. total (mg)	
Especie		<i>A. capillaris</i>	3,09	0,27	0,17	0,45	
		<i>A. elatius</i>	10,58	2,83	1,04	3,87	
		<i>B. valdivianus</i>	11,51	6,16	2,18	8,33	
		<i>H. lanatus</i>	4,28	0,74	0,42	1,59	
		EEM	0,43	0,18	0,09	0,24	
	Valor - <i>P</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	3,25	0,36	0,19	0,55	
		<i>A. elatius</i>	11,49	3,01	1,05	4,06	
		<i>B. valdivianus</i>	11,88	6,30	2,11	8,42	
		<i>H. lanatus</i>	4,81	0,98	0,55	1,53	
	L. Ranco	<i>A. capillaris</i>	2,94	0,18	0,16	0,34	
		<i>A. elatius</i>	9,67	2,65	1,03	3,68	
		<i>B. valdivianus</i>	11,14	6,01	2,24	8,25	
		<i>H. lanatus</i>	3,76	0,49	0,30	0,79	
	EEM	0,61	0,26	0,13	0,34		
	Valor - <i>P</i>	0,20	0,53	0,77	0,61		
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	3,01	0,30	0,16	0,46
			<i>A. elatius</i>	9,71	1,83	0,73	2,56
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	11,45	5,91	1,87	7,77
			<i>H. lanatus</i>	5,22	0,52	0,26	0,78
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	3,19	0,43	0,22	0,64
			<i>A. elatius</i>	13,28	4,19	1,37	5,55
			<i>B. valdivianus</i>	12,31	6,70	2,36	9,07
			<i>H. lanatus</i>	4,40	1,45	0,83	2,28
		Grandes	<i>A. capillaris</i>	3,20	0,17	0,18	0,35
			<i>A. elatius</i>	8,27	2,08	0,73	2,80
			<i>B. valdivianus</i>	9,89	4,92	2,18	7,09
			<i>H. lanatus</i>	3,02	0,32	0,25	0,56
		<i>A. capillaris</i>	2,69	0,19	0,14	0,34	
		<i>A. elatius</i>	11,07	3,22	1,33	4,55	
		<i>B. valdivianus</i>	12,39	7,10	2,31	9,41	
		<i>H. lanatus</i>	4,50	0,67	0,34	1,01	
	EEM	0,87	0,37	0,19	0,48		
	Valor - <i>P</i>	0,03	< 0,01	0,05	< 0,01		

EEM: Error estándar de la media. Los valores presentados corresponden al promedio de las variables.

*capillaris*, *B. valdivianus* y *H. lanatus* presentaron mayor largo, y en el caso de peso radical y peso total *B. valdivianus* y *H. lanatus* fueron mayores. Respecto al tamaño de las semillas, no existieron diferencias significativas en largo de lámina, peso radical y peso total. Sin embargo, existieron diferencias para el peso aéreo de las plantas ( $P \leq 0,05$ ; Tabla 4, 5 y 6), destacando que para ambas localidades las semillas grandes produjeron plantas de mayor peso aéreo.

La Tabla 6 muestra que, a los 60 días posteriores

a la siembra, *B. valdivianus* presentó el mayor largo de lámina, mayor peso aéreo y mayor peso total. No se presentaron diferencias entre especies en el peso radical ( $P = 0,16$ ). Respecto a la localidad, no existieron diferencias para ninguna de las variables. En cuanto al tamaño de las semillas, no existieron diferencias en largo de lámina ( $P = 0,09$ ). Para la localidad de La Unión, todas las especies presentaron mayor peso aéreo en semillas grandes. En Lago Ranco *A. capillaris* y *A. elatius* presentaron mayor peso aéreo en semillas



**Tabla 5. Resultados obtenidos a los 40 días post siembra en macetero bajo condiciones controladas de cuatro especies gramíneas forrajeras.****Table 5. Results obtained at 40 days after sowing in pot under controlled conditions of four grass forage species.**

		Tratamiento	Largo lámina (cm)	P. aéreo (mg)	P. radical (mg)	P. total (mg)	
Especie		<i>A. capillaris</i>	8,55	3,38	1,56	4,94	
		<i>A. elatius</i>	14,76	11,57	0,97	15,54	
		<i>B. valdivianus</i>	23,74	24,30	5,95	30,25	
		<i>H. lanatus</i>	10,56	8,35	3,58	11,93	
		EEM	0,54	1,24	0,51	1,68	
	Valor -P	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	7,20	2,94	1,55	4,50	
		<i>A. elatius</i>	14,95	10,83	4,10	14,94	
		<i>B. valdivianus</i>	22,62	21,89	5,00	26,88	
		<i>H. lanatus</i>	9,48	5,46	1,97	7,43	
	L. Ranco	<i>A. capillaris</i>	9,89	3,82	1,57	5,39	
		<i>A. elatius</i>	14,57	12,31	3,83	16,14	
		<i>B. valdivianus</i>	24,86	26,72	6,90	33,62	
		<i>H. lanatus</i>	11,63	11,25	5,19	16,44	
	EEM	0,77	1,75	0,73	2,38		
	Valor -P	0,01	0,07	0,03	0,04		
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	6,48	3,14	1,45	4,59
			<i>A. elatius</i>	14,47	8,06	3,09	11,15
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	23,08	18,60	4,87	23,46
			<i>H. lanatus</i>	7,59	2,51	0,87	3,39
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	7,92	2,75	1,65	4,40
			<i>A. elatius</i>	15,44	13,61	5,12	18,72
			<i>B. valdivianus</i>	22,17	25,18	5,13	30,31
			<i>H. lanatus</i>	11,37	8,41	3,08	11,49
		Grandes	<i>A. capillaris</i>	10,62	3,95	1,33	5,28
			<i>A. elatius</i>	13,06	8,96	3,12	12,08
			<i>B. valdivianus</i>	24,75	25,32	5,69	31,01
			<i>H. lanatus</i>	10,35	7,52	3,49	11,00
		<i>A. capillaris</i>	9,17	3,69	1,82	5,50	
		<i>A. elatius</i>	16,08	15,65	4,54	20,19	
		<i>B. valdivianus</i>	24,98	28,11	8,11	36,23	
		<i>H. lanatus</i>	12,92	14,98	6,90	21,88	
	EEM	1,09	2,48	1,03	3,36		
	Valor - P	0,11	0,05	0,14	0,06		

EEM: Error estándar de la media. Los valores presentados corresponden al promedio de las variables.

clasificadas como grandes. Para peso radical de La Unión *A. capillaris* y *B. valdivianus* presentaron mayor peso radical en semillas grandes y en Lago Ranco *A. capillaris* y *A. elatius* presentaron mayor peso radical en semillas clasificadas como grandes. Por último, respecto al peso total, de La Unión *A. capillaris*, *B. valdivianus* y *H. lanatus* y Lago Ranco *A. capillaris* y *A. elatius* presentaron el mayor peso total de planta a partir de semillas grandes.

## DISCUSIÓN

En la caracterización física de las semillas (Tabla 1) se encontró que *B. valdivianus* fue la especie que presentó mayor largo de semilla, mayor peso de 1000 semillas y menor número de semillas  $\text{kg}^{-1}$ , valores que se acercan a los obtenidos por Balocchi et al. (1998), quienes determinaron en esta especie un largo promedio de 10,53 mm ( $\pm 1,09$  mm), un peso de 1000 semillas de 7,31 g ( $\pm 0,05$  g) y un total de 136.870

**Tabla 6. Resultados obtenidos a los 60 días post siembra en macetero bajo condiciones controladas de cuatro especies gramíneas forrajeras.****Table 6. Results obtained at 60 days after sowing in pot under controlled conditions of four grass forage species.**

		Tratamiento	Largo lámina (cm)	P. aéreo (mg)	P. radical (mg)	P. total (mg)	
Especie		<i>A. capillaris</i>	20,09	125,73	64,23	189,96	
		<i>A. elatius</i>	25,69	146,59	96,74	243,32	
		<i>B. valdivianus</i>	35,46	220,38	83,71	304,09	
		<i>H. lanatus</i>	23,31	204,09	97,59	301,68	
		EEM	0,71	12,25	10,92	20,24	
		Valor - P	< 0,01	< 0,01	0,16	< 0,01	
Localidad	La Unión	<i>A. capillaris</i>	20,59	123,23	64,93	188,16	
		<i>A. elatius</i>	27,69	152,88	82,46	235,34	
		<i>B. valdivianus</i>	36,29	250,21	86,82	337,03	
		<i>H. lanatus</i>	23,68	193,33	69,75	263,08	
	L. Ranco	<i>A. capillaris</i>	19,58	128,24	63,53	191,76	
		<i>A. elatius</i>	23,69	140,29	111,02	251,31	
		<i>B. valdivianus</i>	34,64	190,55	80,60	271,14	
		<i>H. lanatus</i>	22,95	214,84	125,43	340,27	
		EEM	1,01	17,33	15,44	28,62	
		Valor - P	0,06	0,18	0,32	0,35	
Tamaño	La Unión	Chicas	<i>A. capillaris</i>	20,00	78,22	37,52	115,74
			<i>A. elatius</i>	27,99	152,33	90,04	242,36
		Grandes	<i>B. valdivianus</i>	34,44	194,95	69,94	264,89
			<i>H. lanatus</i>	18,59	142,40	64,47	206,86
	Lago Ranco	Chicas	<i>A. capillaris</i>	21,18	168,23	92,34	260,58
			<i>A. elatius</i>	27,40	153,44	74,89	228,33
			<i>B. valdivianus</i>	38,15	305,47	103,70	409,17
			<i>H. lanatus</i>	28,76	244,27	75,02	319,29
		Grandes	<i>A. capillaris</i>	18,74	117,07	58,47	175,54
			<i>A. elatius</i>	23,40	114,93	48,37	163,30
			<i>B. valdivianus</i>	33,23	198,44	79,82	278,26
			<i>H. lanatus</i>	23,53	215,47	144,29	359,76
			<i>A. capillaris</i>	20,43	139,41	68,58	207,99
			<i>A. elatius</i>	23,98	165,65	173,66	339,32
			<i>B. valdivianus</i>	36,04	182,65	81,38	264,03
			<i>H. lanatus</i>	22,37	214,22	106,56	320,79
		EEM	1,43	24,51	21,84	40,48	
		Valor - P	0,09	0,01	0,01	< 0,01	

EEM: Error estándar de la media. Los valores presentados corresponden al promedio de las variables.

semillas  $\text{kg}^{-1}$  ( $\pm 993$ ). Para el ancho de la semilla, *P. dasypleurum* presentó el mayor valor, el cual se asemeja a lo obtenido en el mismo estudio de Balocchi et al. (1998), donde esta especie presentó un ancho de 1,98 mm ( $\pm 0,12$  mm). El hecho de que *P. dasypleurum* presente esta característica se atribuye a la morfología oval de esta especie descrita por Eichenberg y Scatena (2013). Es importante destacar que en el estudio realizado por Balocchi et al. (1998), *B. valdivianus* fue la especie caracterizada con mayor largo, mayor peso y menor número de semillas  $\text{kg}^{-1}$  dentro de

las estudiadas y, a su vez, *P. dasypleurum* la que presentó el mayor ancho, al igual que lo obtenido en este estudio.

Las semillas provenientes de La Unión presentaron un largo y ancho menor que las provenientes de Lago Ranco (Tabla 1), lo cual podría deberse, en parte, a las características edafoclimáticas de la zona. Garrido et al. (2005) señalan que, la diferencia en el tamaño de las semillas de una misma especie podría estar determinada por varios factores, entre ellos la localidad de origen de la planta madre. En este

sentido, Hereford y Moriuchi (2005) plantean que estas diferencias podrían estar asociadas a un comportamiento adaptativo de las especies ante ambientes diversos, es así como en algunas especies la presencia de sequías prolongadas se traduce en la reducción del tamaño de las semillas (Fenner, 1992). Adicionalmente, en algunas especies, temperaturas supraóptimas (dependiendo de la especie) aumentan la tasa de maduración de la semilla en desmedro del llenado de grano (Fenner y Thompson, 2005), características que podrían aplicar a la zona del secano costero (Sector La Trancas, La Unión).

En cuanto a las características físicas asociadas al tamaño de las semillas (Tabla 1) las semillas clasificadas como grandes presentaron mayor largo, ancho y peso de 1000 semillas, para ambas localidades. Respecto al número de semillas  $\text{kg}^{-1}$ , en la mayoría de los casos semillas grandes presentaron menor valor, a excepción de semillas clasificadas como pequeñas de *A. capillaris*, provenientes de La Unión; esto podría explicarse considerando que esta especie fue la única que no presentó diferencias significativas para el ancho, factor que influye directamente en el volumen y, por ende, en el número de semillas que puede contener un kilogramo de la misma especie. Cabe mencionar que, *A. capillaris* tampoco mostró diferencias significativas para largo y ancho entre localidades ( $P > 0,05$ ), a excepción del número de semillas  $\text{kg}^{-1}$ , donde, fue menor en La Unión por efecto de 0,06g que correspondieron aproximadamente a 3139320 semillas (Tabla 1).

Respecto a las características germinativas de las semillas (Tabla 2), *P. dasypleurum*, *B. valdivianus* y *A. elatius* presentaron el mayor porcentaje de germinación además del mayor CTG. *A. elatius* presentó un porcentaje menor a lo obtenido por Balocchi et al. (1998), quienes reportaron resultados mayores al 80%, sin embargo, el mismo estudio reportó porcentajes de germinación menores al 73% para *B. valdivianus*, lo cual coincide con lo obtenido en el presente estudio. En cuanto a *P. dasypleurum*, el valor es cercano al porcentaje de semillas latentes reportadas en el estudio de Balocchi et al. (1998) en el cual las semillas no fueron previamente tratadas con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  como en este caso. Sumado a lo anterior, en un estudio realizado por Wu y Du (2008), que consideró diversas especies gramíneas, se demostró que especies de semillas naturalmente más grandes (p.ej. *Bromus* spp.) presentan mayor porcentaje de germinación, un índice de germinación más alto y una estrategia de germinación más rápida en relación a las especies de semillas más pequeñas (p.ej. *Agrostis* spp.). Cabe mencionar que este índice de germinación consideró el producto

entre el porcentaje de germinación y la tasa de germinación (Jakubus y Bakinowska, 2018).

Los mayores porcentajes de germinación fueron alcanzados por las especies provenientes de la localidad de La Unión (Tabla 2), a excepción de *P. dasypleurum*, que, a su vez, fue la única especie que presentó mayor largo y ancho de semillas colectadas en Lago Ranco. En concordancia con lo anterior, existe información que respalda el hecho que semillas más grandes de una misma especie pueden presentar un mayor porcentaje de germinación (Jhonston et al., 2005; Tanveer et al., 2013). Sin embargo, la mayor germinación evidenciada para las semillas de La Unión puede deberse al mismo comportamiento adaptativo que se señaló anteriormente, dado que el desempeño de las semillas está determinado por el ambiente bajo el cual se desarrollan las plantas madre (Fenner y Thompson, 2005). Es así como en estudios de otras especies se ha demostrado que la germinación de las semillas aumenta bajo condiciones de altas temperaturas y/o sequía (Qaderi et al., 2003). En este sentido, Fenner y Thompson (2005) señalan que semillas que se han desarrollado bajo condiciones de altas temperaturas incrementan la germinación, debido una serie compleja de interacciones relacionadas con la expresión de genes involucrados en la fotosíntesis, síntesis de proteínas y factores transcritores del shock térmico (HSFs) (Zhang et al., 2005); por otro lado, estudios realizados en sorgo (*Sorghum* spp.) han evidenciado que bajo condiciones de sequía el embrión reduce su respuesta frente al ácido abscísico (ABA) (Benech et al., 1991), el cual evita que el embrión pase directamente de la embriogénesis a la germinación (Bewley y Black, 1994). Una mayor tasa de germinación en términos de CTG fue también asociada a la localidad de La Unión. Qaderi et al. (2003) indican que la rapidez en la germinación está relacionada con un bajo contenido de humedad en la semilla, efecto que podría atribuirse a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

En cuanto al tamaño (Tabla 2), en ambas localidades las semillas clasificadas como grandes presentaron un mayor porcentaje de germinación. Como se mencionó anteriormente, la madurez, el tamaño y el peso de la semilla están estrechamente relacionados; de hecho, se considera madurez fisiológica cuando la semilla ha alcanzado su máximo peso fresco, lo cual coincide con la fase máxima de expansión celular y el mayor contenido de ácidos nucleicos (Besnier, 1989). Además, semillas grandes se asocian con un endospermo completamente desarrollado, estructura que provee los nutrientes necesarios que favorecen el proceso de germinación (Ellies

et al., 1985). Sin embargo, al contrario de lo que plantean Tanveer et al. (2013), en este estudio la tasa de germinación no se vio afectada directamente por el tamaño de la semilla, lo cual puede estar afectado por una serie de factores como genética, clima, adaptación, etc.

En el vigor de las plántulas, se obtuvo que *A. elatius* presentó el mayor largo de lámina junto a *B. valdivianus* (Tabla 3), que, a su vez, también obtuvo el mayor peso aéreo, radical y total, lo cual podría tener relación con el hecho de que esta especie registró el mayor largo de semilla, el mayor peso de 1000 semillas y, al mismo tiempo, que el menor número de semillas  $\text{kg}^{-1}$  (Tabla 1), ya que especies de semillas grandes producen sus brotes más rápido, lo cual se considera una estrategia competitiva durante el establecimiento (Fenner y Thompson, 2005). Por otro lado, *A. elatius* es una especie tetraploide (Romero, 1985), lo cual explica el mayor largo de lámina en estadios tempranos de desarrollo. Estudios realizados en *D. glomerata*, por Bretagnolle et al. (1995) mostraron que plantas tetraploides dan origen a plántulas con hojas más desarrolladas. Cabe destacar, que iguales resultados se obtuvieron a los 20 días post siembra en las macetas de todas las especies forrajeras (Tabla 4) y, el desempeño de *B. valdivianus* en estos aspectos se conservó a lo largo de todo el estudio (Tabla 5 y Tabla 6), a excepción del peso radical en la última fase estudiada (60 días), ya que ninguna de las especies presentó diferencias para esta variable, lo cual podría atribuirse a la imprecisión de la metodología aplicada para cuantificar las raíces que a este estado fenológico podría no ser suficientemente precisa.

En cuanto a las plántulas obtenidas en placa, al ser analizadas, respecto al tamaño de semilla, se obtuvo que semillas grandes presentaron mejor desempeño en la mayoría de las variables asociadas a vigor, tendencia que se mantiene a lo largo de los 3 períodos de evaluación de establecimiento en macetas (Tablas 4, 5 y 6), lo cual se explica debido a que, en general, semillas más grandes tienen un mayor vigor de establecimiento que aquellas de tamaño medio o pequeño de la misma especie, obteniéndose con ellas una mayor seguridad en el establecimiento de las plántulas (Valadez et al., 2011).

En el vigor de germinación, a excepción del largo de lámina, las variables no presentaron diferencias significativas asociadas a la localidad, tendencia similar a lo obtenido a lo largo de los tres períodos evaluados en el establecimiento en macetas, donde, a excepción de la segunda etapa, las variables evaluadas no presentaron diferencias; esto podría tener relación con el hecho de que en el momento que se agotan las

reservas amiláceas de la semilla la respuesta hacia el endospermo termina y, la plántula se independiza para convertirse en planta (Fenner y Thompson, 2005). En este punto es importante considerar que, a pesar de que el comportamiento de una plántula se relaciona con el origen de la semilla, a partir de cierta etapa en el desarrollo del individuo su desempeño será influenciado por más de una variable, convirtiéndose el componente genético en solo una fracción del resultado final de la planta.

## CONCLUSIONES

De las cinco especies pratenses nativas y naturalizadas consideradas en este estudio, *Bromus valdivianus* fue la que sobresalió en cuanto a tamaño y peso de semilla, además de presentar el mejor desempeño en términos germinativos y de vigor de establecimiento.

Las características físicas y el desempeño germinativo de las semillas de una misma especie se ven influenciados por la localidad de origen, siendo de mayor tamaño las semillas provenientes de Lago Ranco, con un ambiente más húmedo en verano y, con mejor desempeño germinativo las semillas provenientes de La Unión, con un ambiente estival más seco.

En general, el vigor de las plántulas y el vigor de establecimiento no se ven influenciados por la localidad de origen de las semillas.

Semillas grandes de una misma especie, presentan mejor desempeño en cuanto a porcentaje, tasa, vigor de germinación y vigor de establecimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la contribución de Manuel Cárdenas en la ejecución del trabajo experimental. Este estudio fue financiado por ANID a través de los proyectos Fondecyt 1180767 y 1220448.

## LITERATURA CITADA

- Balocchi, O., I. López, y J. Lukaschewsky. 1998. Características físicas y germinativas de la semilla de especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile: I: *Agrostis capillaris* L., *Arrhenatherum elatius* L. ssp. *bulbosus* (Willd), *Bromus valdivianus* Phil., *Paspalum dasypleurum* Kunza ex Desv. y *Trifolium dubium* Sibth. *AgroSur*, 26:11- 25.
- Besnier, F. 1989. Semillas biología y tecnología. Mundi-Prensa, Madrid, España. 637 p.

- Bewley, J., and Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum press, New York, USA. 445 p.
- Bretagnolle, F., J. Thompson, and R. Lumaret. 1995. The influence of seed size variation on seed germination and seedling vigour in diploid and tetraploid *Dactylis glomerata* L. *Annals of Botany*, 76:607–615.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2003. *Estudio Agrológico. Descripciones de suelos, materiales y símbolos, X Región. Publicación N° 123. Tomo I. CIREN, Santiago, Chile. 199 p.*
- Chauhan, B. S., G. Gill, and C. Preston. 2006. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed science*, 54:1004-1012.
- Eichenberg, M., and V. Scatena. 2013. Morphology and anatomy of the diaspores and seedling of *Paspalum* (*Poaceae*, Poales). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85:1389–1396.
- Ellies, R., T. Hong, and E. Roberts. 1985. *Handbook of seed technology for genebanks. Principles and methodology. International boards for plant genetic resources, v1. FAO, Roma, Italia. 210 p.*
- Fenner, M. 1992. Environmental influences on seed size and composition. *Horticultural Review*, 13:183-322.
- Fenner, M., and K. Thompson. 2005. *The ecology of seeds. Cambridge University Press. Great Britain. 260 p.*
- Garrido, J. L., P. J. Rey, y C. M. Herrera. 2005. Fuentes de variación en el tamaño de la semilla de la herbácea perenne *Helleborus foetidus* L. (*Ranunculaceae*). *Anales del Jardín Botánico de Madrid. Vol. 62. No. 2. 2005.*
- Hereford, J., and Moriuchi, K. 2005. Variation among populations of *Diodia teres* (*Rubiaceae*) in environmental maternal effects. *Journal of Evolutionary Biology*, 18:124-131.
- International seed testing association (ISTA). 1995. *Handbook of vigour Test Methods. Zúrich, Suiza. 117 p.*
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. *International rules for seed testing edition 1996. Bassersdorf, Suiza. 243 p.*
- Jakubus, M., and E. Bakinowska. 2018. Practical applicability of germination index assessed by logistic models. *Compost Science and Utilization*, 26:104-113.
- Moscoso, C. J., and N. L. Urrutia. 2017. Overview of the Forage Land-Use in Southern Chile in a Thirty-Year Period. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 3(1), 1-4.
- Murcia, M., O. Del Longo, J. Argüello, M. Perez, y A. Peretti. 2006. Evaluación del crecimiento de plántulas de cultivares de girasol con diferentes proporciones de ácidos oleico/linoleico en respuesta a la baja temperatura. *Revista Brasileira de Sementes*, 28:95-101.
- Qaderi, M., P. Cavers, and M. Bernards. 2003. Pre- and post-dispersal factors regulate germination patterns and structural characteristics of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. *New Phytologist*, 159:263-278.
- Romero, C. 1985. Revisión del género *Arrhenatherum* Beauv. (*Gramineae*) en la Península Ibérica. *Acta Botánica Malacitana*, 10:123–154.
- Siebold, E. 2001. Mejoramiento de praderas naturalizadas. *In: Seminario de Praderas, Serie Actas N° 09. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile. 7–14 p.*
- Tanveer, A., M. Tasneem, A. Khaliq, M. Javaid, and M. Chaudhry. 2013. Influence of seed size and ecological factors on the germination and emergence of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Planta Daninha*, 31:39-51.
- Thompson, M., G. Mahajan, and B. S. Chauhan. 2021. Seed germination ecology of southeastern Australian rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) populations. *Weed Science*, 69:454 – 460.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. *Semillas en emergencias: Manual técnico. FAO, Roma, Italia. 81 p.*
- Valadez, J., L. Mendoza, F. Castillo, L. Córdova, y M. Mendoza. 2011. Selección por tamaño de semilla y su efecto en la germinación de semilla y vigor de plántula de líneas mantenedoras de sorgo. *Agro-Ciencia*, 45:893-909.
- Wu, G., and G. Du. 2008. Germination is related to seed mass in grasses (*Poaceae*) of the eastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Nordic Journal of Botany*, 25: 361–365.
- Zhang, Y., M.R. Mian, K. Chekhovskiy, S. So, D. Kupfer, H. Lai, and B.A. Roe. 2005. Differential gene expression in *Festuca* under heat stress conditions. *Journal of experimental Botany*, 56(413), 897-907.