

## CAPÍTULO 3. CULTIVARES EN AMÉRICA LATINA

Daniel H. Basigalup, Ariel Sebastián Odorizzi y Reinaldo de Paula Ferreira

El área de cultivo de alfalfa en América Latina es muy heterogénea, desde los 3,2 millones de hectáreas que Argentina cultiva actualmente hasta las 35.000 hectáreas en Brasil. Las formas de utilización son variadas y van desde el uso exclusivo bajo corte para la producción de heno o para pastoreo mecánico hasta el uso en pastoreo directo para la producción de carne o leche. Las diferentes condiciones edafoclimáticas de la región también causan cambios significativos en términos de potencial de producción, persistencia y manejo de cultivo. Se puede hacer un comentario similar con respecto al número de cultivares disponibles en cada país. En este capítulo discutiremos las particularidades de cada país latinoamericano en el que el cultivo de alfalfa es importante y proporcionaremos algunos criterios para la elección de cultivares.

### 3.1 Criterios para la elección del cultivar

La elección del cultivar a sembrar por parte del productor -especialmente en los casos en que el número de cultivares que ofrecidos es muy abundante - debe considerar el grado de reposo invernal (GRI), la producción potencial de forraje y su distribución estacional, la persistencia y los niveles de resistencia combinada a las principales plagas y enfermedades (POOLE et al., 2003). De todos ellos, el potencial de producción de forraje es probablemente el más importante para el productor.

**3.1.1 Reposo invernal.** Es una característica genética de la alfalfa por la cual, en respuesta a la disminución del fotoperiodo y a las bajas temperaturas de otoño-invierno, las plantas reducen su crecimiento (McKENZIE et al., 1988). Este mecanismo permite la persistencia de plantas en regiones de inviernos muy rigurosos. Durante la preparación para el descanso invernal, la planta acumula carbohidratos y compuestos nitrogenados en la raíz y la corona, lo que le permite no sólo sobrevivir al invierno sino también reiniciar el crecimiento en la primavera siguiente. La caracterización del GRI se realiza en función de la altura del rebrote medido a los 25-30 días del último corte del otoño, según una escala que incluye incrementos de 5 cm entre los grados 1 (extremadamente con reposo) a 11 (extremadamente sin reposo), utilizando cultivares de referencia (controles) (TEUBER et al., 1998). Sin embargo, Teuber et al. (1995) ya habían señalado que la altura de rebrote del mismo cultivar puede variar entre tiempos de corte o lugares de medición y, por lo tanto, no constituye necesariamente un indicador fiable para la estimación del GRI. Los cultivares con reposo (GRI 1-4) se adaptan a climas fríos y concentran su producción a mediados/finales de

primavera-verano. Por otro lado, los cultivares sin reposo (GRI 8-11) están menos subordinados al fotoperiodo y continúan su crecimiento con temperaturas  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  (POOLE et al., 2003). Los cultivares con reposo intermedio (GRI 5-7) se encuentran obviamente entre los dos extremos. Mármol (1986) menciona que mientras los cultivares de GRI 1-3 no se ven afectados por las heladas, los cultivares de GRI 8-11 pueden ser dañados por temperaturas inferiores a  $-1^{\circ}\text{C}$ , por lo que recomienda que estos últimos sean utilizados en zonas templadas y tropicales. En general, en América Latina se utilizan cultivares de GRI entre 4 y 10.

Usualmente los cultivares con reposo invernal exhiben en otoño tallos cortos y postrados, alcanzan su máxima producción en primavera y tienen bajas tasas de crecimiento durante el verano. Por su lado, los cultivares sin reposo invernal siguen creciendo durante el otoño y tienen tallos más erectos, con tasas de crecimiento más altas durante la primavera y el verano (SHEAFFER et al., 1992). Otro aspecto que podría estar relacionado con el reposo invernal es la calidad del forraje: los tallos más erectos y fibrosos de los cultivares sin reposo pueden disminuir la digestibilidad y el contenido proteico de forraje (BRUMMER et al., 2002; KNIPE et al., 1998; PUTNAM; ORLOFF, 2003); sin embargo, esta tendencia no se aplica necesariamente en todos los casos y debe tomarse con precaución.

**3.1.2 Producción y distribución estacional de forraje.** Para obtener los mejores resultados económicos, la siembra debe hacerse con cultivares que tienen un alto potencial productivo. La mejor manera de conocer esta información es consultar los resultados de las redes de evaluación que algunos países han desarrollado y que implican la medición de los rendimientos de forraje y la persistencia en diversas localidades, de acuerdo a pautas de manejo preestablecidas y con diseños de ensayos con repeticiones y cultivares control. La productividad se puede expresar en kilos (kg) o toneladas (t) de materia verde (MV) o seca (MS), ya sea por corte, acumulada por temporada o acumulada por el total del ensayo ( $\geq 2$  temporadas de evaluación). En varios países de América Latina existen redes públicas de evaluación -que en algunos casos tienen estatus oficial y obligatorio- que proporcionan información fiable y objetiva.

Utilizando tanto las estimaciones de producción de forraje y persistencia a lo largo del tiempo como las interacciones genotipo x ambiente (cultivares x localidades), se pueden definir la adaptabilidad y la estabilidad de los cultivares. La adaptabilidad se refiere al rendimiento en un ambiente determinado y la estabilidad a la repetición del comportamiento en varios ambientes. Una forma de visualizar la interacción genotipo x ambiente es hacerlo a través del análisis de componentes principales (CP), que incluye la producción acumulada de cada cultivar a lo largo de todas las temporadas y localidades, el rendimiento medio de cada cultivar en todas las localidades y

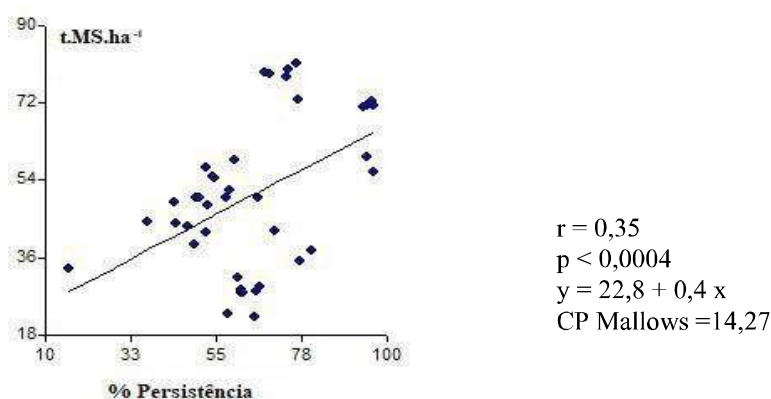
el rendimiento medio en cada localidad para todos los cultivares. Sobre la base de las dos CPs que explican la mayor parte de la variabilidad se puede elaborar un gráfico (*GGE biplot*) para visualizar el comportamiento de los cultivares durante todo el período de evaluación.

Analizando el rendimiento de cada corte se puede calcular la distribución estacional de la producción de forraje. Como se mencionó anteriormente, los cultivares con reposo invernal detienen su crecimiento en otoño-invierno, mientras que los de menor reposo tienen una temporada de crecimiento más larga y, por lo tanto, un período de mayor disponibilidad de forraje en el tiempo (SHEAFFER et al., 1988; WEISHAAR et al., 2002). No obstante, el porcentaje de la posible distribución estacional de esa producción está muy influenciado por las condiciones ambientales en que los cultivares se desarrollan. En este sentido, Spada (2003) analizó en Argentina la distribución estacional de la producción de MS de un grupo de cultivares con reposo intermedio (GRI 5-7) y sin reposo (GRI 8-9) en ensayos conducidos en secano (sin riego) durante el período 1998-2002 en tres localidades agroecológicas diferentes: Anguil (zona semiárida), Marcos Juárez (zona sub-húmeda) y Rafaela (zona húmeda). Concluyó que en las zonas húmeda y sub-húmeda el ciclo de crecimiento de los dos grupos de reposo incluyó el invierno, mientras que en la zona semiárida estos mismos cultivares no registraron crecimiento invernal en ninguno de los dos grupos de reposo. En las localidades con mayor humedad (Rafaela y Marcos Juárez), los cultivares sin reposo acumularon más forraje en primavera que en verano, mientras que en los de reposo intermedio la producción estival fue comparativamente más importante que la de primavera, lo que indica que el crecimiento de los grupos de reposo no sólo se ve afectado por el fotoperíodo y las temperaturas, sino también por las condiciones de humedad. Todos estos factores tienen un impacto en las tasas de crecimiento de cada GRI, determinando así las diferencias de distribución de la producción de forraje a lo largo de las temporadas.

**3.1.3 Persistencia.** La persistencia se refiere a la capacidad de las plantas para sobrevivir en el tiempo, lo que permite a la alfalfa alcanzar los niveles esperados de rentabilidad. Entre los diversos factores que determinan la persistencia, la tolerancia a las bajas temperaturas en invierno y la resistencia a plagas y enfermedades se enumeran generalmente como los más importantes. No obstante, Volenec et al. (2002) no encontraron en Estados Unidos una alta correlación entre elevados niveles de resistencia a plagas y enfermedades y altos porcentajes de persistencia. Esto coincide con lo que se ha observado durante muchos años de ensayos en diversos ambientes de la Región Pampeana de Argentina. De lo anterior se infiere que la persistencia del cultivo es un fenómeno complejo, donde el comportamiento sanitario es sólo uno de los factores. En este contexto, la persistencia de las plantas está influenciada por procesos fisiológicos interdependientes

que condicionan la adaptación y el comportamiento a lo largo del tiempo. Como se mencionara para la producción de forraje, en el caso de la persistencia también se observa una importante interacción cultivar x localidad.

La importancia de la persistencia es que el rendimiento del forraje está directamente relacionado con la densidad de las plantas en el cultivo. Analizando los datos del período 1990-2002 de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa (RECA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina, se detectó una correlación lineal ( $r = 0,35$ ,  $p < 0,0004$ ) entre la producción de forraje acumulado durante cuatro años y la persistencia de los cultivares de diferentes GRI (Figura 1). Si bien esta relación directamente proporcional entre mayor persistencia y mayor producción de forraje puede ser más fuerte en algunas localidades que en otras, no siempre se verifica (KALLENBACH et al., 2002). Una posible explicación a esto último es que el cultivo puede compensar la pérdida de plantas con un aumento del número de tallos en las plantas sobrevivientes (SHEAFFER et al., 1988).



**Figura 1.** Relación entre la producción acumulada de forraje (t MS ha<sup>-1</sup>) y la persistencia (%) de cultivares de alfalfa con diferente grado de reposo invernal.

Otro concepto generalizado es el que establece una relación directamente proporcional entre mayor descanso invernal y mayor persistencia (ROSSANIGO et al., 1995). Para las condiciones templadas de Argentina, este concepto fue aceptado como válido durante un largo período de tiempo. Sin embargo, el análisis de los últimos quince años de los ensayos de la RECA-INTA permite concluir que esta tendencia ya no puede ser aceptada en todos los casos. Si bien hay cultivares con mayor reposo invernal que demostraron tener más persistencia, en la mayoría de las localidades de la red se observó que todos los grados de reposo exhibieron buena persistencia - después de cuatro temporadas de evaluación-, con una media general del 60% de la población original de plantas. Sin duda, el progreso genético alcanzado durante la última década en el

desarrollo de cultivares sin reposo invernal ha contribuido significativamente a este resultado. Obviamente, en los países donde las condiciones invernales son más estrictas, la mayor resistencia al frío de los cultivares con más reposo contribuye a su mayor persistencia (VOLENEC et al., 2002).

**3.1.4 Resistencia a las plagas y enfermedades.** Los daños causados por plagas (principalmente insectos) y enfermedades reduce la productividad, calidad y persistencia del cultivo, además de predisponer las plantas a la acción de otros agentes de estreses abióticos. Cuando existen datos disponibles sobre la caracterización de los niveles de resistencia, la elección de cultivares de alfalfa debe dirigirse a aquellos con altos niveles de resistencia a las plagas y enfermedades económicamente importantes de cada región.

De acuerdo a su comportamiento frente al ataque de plagas y enfermedades, los cultivares pueden clasificarse básicamente como: a) resistentes: las plantas son capaces de restringir o eliminar la actividad de un patógeno; b) tolerantes: las plantas no impiden el avance o desarrollo del patógeno, pero no manifiestan una disminución significativa de su producción; y c) susceptibles: las plantas son incapaces de restringir la actividad patógena y sufren daños económicos o mueren. La forma habitual de expresar el nivel de resistencia a las plagas y enfermedades que tiene un cultivar de alfalfa es a través de una categorización basada en el porcentaje de plantas resistentes presentes en la población (Tabla 1). En América del Norte y Argentina estos porcentajes de resistencia se determinan en pruebas estandarizadas bajo condiciones controladas y con la participación de cultivares de control resistentes y susceptibles (FOX et al., 1998).

**Tabla 1.** Categorías de resistencia basadas en los porcentajes de plantas resistentes a plagas y enfermedades determinadas en pruebas protocolizadas.

AR	altamente resistente	$\geq 51\%$
R	resistente	31 - 50%
MR	moderadamente resistente	15 - 30%
BR	baja resistencia	6 - 14%
S	susceptible	$\leq 5\%$

Fuente: Adaptado de Fox et al. (1998).

Es importante notar que la categoría "inmune" no está incluida en la Tabla 1 y que la categoría "altamente resistente" implica la existencia de hasta el 49% de las plantas susceptibles en la población. Por lo tanto, un primer análisis de la situación podría sugerir que esta categorización refleja niveles aparentemente insuficientes de resistencia para proporcionar un nivel adecuado de protección de los cultivos. Sin embargo, Miller (1993) concluyó que, si al menos el 30% de las plantas de un cultivo fueran resistentes y suponiendo que estas plantas resistentes se distribuyeran aleatoriamente a través de toda la superficie, este nivel sería suficiente para detener la propagación del patógeno al resto del lote.

Como ya se ha señalado, la asociación entre la persistencia y el daño de enfermedades o plagas no sigue una tendencia clara. Más a menudo de lo esperado, la resistencia de un cultivar a ciertos insectos o enfermedades no necesariamente se traduce en altos niveles de persistencia. En ese sentido, la aparición de condiciones ambientales muy favorables para los patógenos y/o para el estrés de las plantas puede condicionar su persistencia. Por ejemplo, las inundaciones causadas por fuertes lluvias o por un mal manejo del riego favorecen el ataque de las enfermedades de raíz y corona y pueden causar una alta mortalidad de plantas susceptibles. Del mismo modo, la aparición de períodos secos favorece la proliferación de áfidos y ácaros (*Tetranychus desertorum* y *T. telarius*).

### **3.2 Situación de la alfalfa y cultivares recomendados en los principales países productores de América Latina**

#### **3.2.2 Argentina**

Argentina, uno de los principales productores mundiales de alfalfa y el más importante de América Latina, tiene una superficie sembrada estimada en 2017 en 3,2 millones de hectáreas, de las cuales 60% son cultivos puros y 40% en asociación con gramíneas templadas. La mayor parte de la superficie cultivada se concentra en la Región Pampeana, donde se produce principalmente en secano (sin riego) y se utilizan sistemas rotativos de pastoreo directo, aprovechando los eventuales excesos de producción primavera/verano para confeccionar reservas de forraje (heno y ensilado). En otras áreas -como Cuyo, NOA y Patagonia- se cultiva en condiciones de regadío y se utiliza básicamente para la producción de heno y semillas.

En comparación con años anteriores, como en el año agrícola 1996/1997 en que la alfalfa alcanzó más de 7 millones de hectáreas, se registró en los últimos años una reducción significativa de la superficie de siembra. La crisis de varios años del sector lácteo y la producción más rentable de granos en los mejores suelos de la Región Pampeana contribuyeron a este descenso. Como contrapartida, las actuales condiciones favorables para la producción de carne vacuna y el creciente

interés por la producción de heno de calidad, tanto para la exportación como para el mercado interno, permiten vislumbrar interesantes perspectivas de recuperación de superficie de siembra en el futuro cercano. El área destinada a la producción de heno de alfalfa en Argentina se estima en 800.000 ha año<sup>-1</sup>, con una producción total de 5,5 millones de toneladas de MS, de las cuales el 70% son rollos, el 18% son megafardos (fardos prismáticos de gran tamaño) y el resto son fardos pequeños. Las exportaciones de megafardos, principalmente a países árabes, pasaron de 47.000 t en 2013 a más de 70.00 t en 2017.

El mercado nacional de semilla de alfalfa fiscalizada alcanzó 5.822 t en 2014, 6.661 en 2015 y 4.707 t en 2016. Esta cifra incluye la producción nacional (1.675, 1.875 y 2.169 t en 2014, 2015 y 2016, respectivamente), el sobrante de las campañas anteriores o *carry-over* (estimado en 900 t por año) y la semilla importada. Las importaciones de semilla llegaron a 3.247, 3.886 y 1.638 t en 2014, 2015 y 2016, respectivamente. Los principales proveedores de semilla importada en Argentina son Australia (48% en 2016, 51% en 2015 e 43% en 2014) y Estados Unidos (29% en 2016, 36% en 2015 y 51% en 2014). Otros proveedores son Canadá, Francia e Italia. Todas las cifras anteriores se refieren a semillas pildoradas (peletizadas), que es la modalidad que representa más de 90% de la semilla fiscalizada que se vende en el país. Es interesante notar que la participación de semilla nacional está creciendo: 42%, 40% y 56% del mercado en 2014, 2015 y 2016, respectivamente

El Registro Nacional de Cultivares (RNC) del INASE (Instituto Nacional de Semillas) de Argentina incluía en 2016 un total de 426 cultivares de alfalfa. Cerca de 62 cultivares fueron registradas en 1981/1990, 168 en 1991/2000, 135 en 2001/2010 y 61 en 2011/2017. En los últimos años hubo una marcada disminución en el registro de nuevos cultivares: 4 en 2014, 3 en 2015 y 6 en 2016<sup>2</sup>. En relación con el origen de los 426 cultivares registrados, 134 fueron desarrollados en Argentina, 244 en los Estados Unidos, 27 en Australia, 12 en Francia y 9 en otros países. Del total de variedades registradas, aproximadamente 120 son actualmente comercializadas.

Durante las últimas dos décadas, la tendencia fue usar una mayor proporción de cultivares sin reposo invernal (GRI 8-10) y, en menor grado, con reposo intermediario (GRI 6-7). Los cultivares de GRI 5 están concentrados en las partes más australes de la Región Pampeana y en la Patagonia. La red de evaluación de cultivares (RECA), coordinada por el INTA Manfredi, incluye 17 localidades y fue creada para ofrecer información sobre la adaptación de los cultivares a las diferentes condiciones edafoclimáticas del país. Los ensayos son implantados agrupando los cultivares por GRI y son conducidos por cuatro años bajo condiciones de corte, registrando la producción acumulada de MS y la persistencia. Los resultados son publicados anualmente en "Avances en Alfalfa" (AROLFO; ODORIZZI, 2016), incluyendo la caracterización de los niveles

de resistencia de cada cultivar a los pulgones verde (*Acyrtosiphon pisum*), azul (*A. kondoi*) y moteado (*Therioaphis trifolii*) y a enfermedades como podredumbre húmeda o fitóftora (*Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis*), fusariosis (*Fusarium oxysporum* s. sp. *medicaginis*) y antracnosis (*Collettorichum trifolii*). También existe una red privada de evaluación de cultivares conducida por la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, cuyos resultados se publican en “Pastura Test” (RED DE ENSAYOS DE VARIEDADES FORRAJERAS, 2017).

La Tabla 2 muestra los cultivares destacados de la RECA en las Series 2010 y 2012 (AROLFO; ODORIZZI, 2016).



**Tabla 2.** Cultivares de alfalfa cuya producción acumulada de forraje (4 temporadas) igualó o superó en al menos tres localidades el promedio del ensayo de la RECA INTA-Series 2010 y 2012.

Serie	GRI	Cultivar	MF	CDU	AN	MJ	VD	GV	HA	RF	PA	VM	SDE	BO	RQ
2010	6	WL 611				x		x		x					x
	6	Pintado				x				x	x				
	6	Pro INTA Luján				x				x					
2012	6	G 686		x				x	x	x	x				
	6	CW 660	x	x		x				x	x	x			
	6	CW 620		x					x		x				
2010	7	Magna 787	x			x		x		x		x			x
	7	P 5681		x	x							x			
	7	ProINTA Patricia	x		x					x		x			
2010	8	WL 818	x	x				x							
	8	Verdor		x					x						x
2012	8	Verdor	x			x		x	x		x		x		
	8	WL 818	x			x		x		x	x		x		
2010	9	WL 903				x		x	x	x			x	x	x
	9	CW 194				x		x		x					
	9	DK 192		x	x										x
	9	EBC 90		x	x							x			x
	9	Villa		x	x										
2012	9	BAR 9242		x							x		x		
	9	Brava							x	x	x		x		
	9	CW 194				x				x	x				
	9	WL 903				x			x		x		x		
2010	10	WL 1058				x	x	x		x	x	x	x	x	
	10	Ruano	x			x		x							
2012	10	Mireya II						x	x		x	x	x		
	10	WL 1058				x		x	x	x	x		x		

MF = Manfredi; CDU = Concepción del Uruguay; AN = Anguil; MJ = Marcos Juárez; VD = Viedma; GV = General Villegas; HA = Hilario Ascasubi; RF = Rafaela; PA = Paraná; VM = Villa Mercedes; SDE = Santiago del Estero; BO = Bordenave e RQ = Reconquista.

### 3.2.3 Brasil

A diferencia de países con mayor tradición en el cultivo de alfalfa -como Estados Unidos, Canadá y Argentina-, que tienen un alto número de cultivares, Brasil tiene la mayor parte del área cultivada con variedades derivadas de la población Crioula, como son los cultivares Crioula CRA, Crioula Itapuã, Crioula na Terra, Crioula Nativa, Crioula Ledur, Crioula Roque, Crioula Chile y Crioula UFRGS (KÖPP et al., 2011).

Los cultivares de alfalfa derivados de la población Crioula se caracterizan por no presentar caída de hojas durante su desarrollo, lo que se traduce en una mayor acumulación de reservas en las raíces y la corona. Esta retención foliar proporciona un rebrote intenso y vigoroso y conduce a una rápida recuperación de la zona foliar después del corte, con buen rendimiento de materia seca, buena distribución estacional y gran persistencia. Además, debido a que no tienen reposo invernal, muestran un crecimiento activo durante el otoño y el invierno (NUERNBERG et al., 1992). La población Crioula tiene un hábito de crecimiento erecto, lo que constituye una característica interesante para la henificación, que es el uso prácticamente excluyente del cultivo de alfalfa en Brasil; aunque también posee plantas tolerantes al pastoreo, lo que amplía sus posibilidades de uso (FAVERO, 2006). La gran adaptación de las poblaciones Crioulas a las condiciones ambientales de Brasil es el resultado de más de 150 años de selección -tanto natural como dirigida- en introducciones de alfalfa realizadas en Rio Grande do Sul desde Argentina y Uruguay (OLIVEIRA et al., 1993; PEREZ, 2003).

Actualmente Brasil tiene alrededor de 35.000 ha de alfalfa, de las cuales la gran mayoría se concentra en los estados de Paraná y Rio Grande do Sul. Existe un gran potencial de expansión del cultivo hacia las regiones del Sureste y Medio Oeste, donde se dispone de áreas más extensas y tecnificadas. Sin embargo, este proceso de expansión enfrenta importantes restricciones, incluida la falta de cultivares adaptados a las condiciones tropicales, la baja fertilidad del suelo, la falta de conocimiento sobre las tecnologías de manejo y la baja disponibilidad de semillas (FERREIRA et al., 2004).

Las características de la alfalfa -como alta producción, alto valor nutricional y elevada digestibilidad- le confieren un papel importante en la mejora de la calidad de las dietas utilizadas en las regiones tropicales, donde las forrajeras megatérmicas que son muy productivas en estas regiones se caracterizan por muy bajos niveles de digestibilidad de fibra y de contenido proteico, lo que afecta la ingesta de nutrientes digestibles y, en consecuencia, el rendimiento animal (VILELA, 1994).

El uso de la alfalfa como parte de la dieta es una alternativa prometedora como complemento de las forrajeras tropicales, ya que no solo proporciona una mejor calidad del forraje consumido por el animal sino que también permite un mejor equilibrio en la relación energía/proteína. Otro aspecto positivo es que el uso de alfalfa como parte de la dieta disminuye el riesgo de aparición de timpanismo, que puede ser alto en condiciones donde la alfalfa es el único alimento (VILELA, 1994).

Durante la estación seca, lo que se recomienda en Brasil es utilizar la alfalfa en pastoreo suplementada con forraje conservado (ensilaje de maíz) y concentrado. Durante la época de lluvias se recomienda alternar el pastoreo de alfalfa con pastoreo de forrajeras tropicales, como pasto Tanzania o Tobiata (*Megathyrus maximus*) y suplementar con concentrado. Para los animales que producen más de 6.000 litros de leche/lactancia, se recomienda la participación de la alfalfa en valores de al menos 30 a 40% de la materia seca consumida (FERREIRA et al., 2016).

#### **3.2.4 Perú**

La alfalfa se cultiva en diversos ambientes, desde templados a fríos o cálidos, y en altitudes que oscilan entre los 1.500 y los 3.000 metros sobre el nivel del mar (BERNAL, 2005). Sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen entre los 1.500 y 2.500 metros y con 8-10 cortes año<sup>-1</sup>. En zonas más frías se obtienen alrededor de 8 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con tres cortes. En las zonas costeras con riego el potencial de producción es muy alto. Por ejemplo, en ensayos con riego complementario se obtuvieron en Arequipa hasta 32 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en 12 cortes, alcanzando una producción de 3,7 t MS corte<sup>-1</sup> en diciembre-enero y 2 t MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> en junio-julio. Esto demuestra que es posible obtener aumentos en la producción de leche utilizando pasturas basadas en alfalfa a pesar de la menor producción de forraje en invierno. También se obtuvieron valores de calidad forrajera muy altos, con digestibilidad *in vitro* de 68-76% y contenido de proteína bruta (PB) de 23 a 27%. En valles costeros e interandinos se recomiendan cultivares con reposo intermedio (6-8 cortes año<sup>-1</sup>) y sin reposo (que proporcionan hasta 12 cortes año<sup>-1</sup>), mientras que para a Puna (Meseta del Altiplano) se recomiendan cultivares con reposo invernal (2-3 cortes año<sup>-1</sup>). En la Puna, se obtuvieron rendimientos de 11 a 13 t MS ha<sup>-1</sup> en pasturas bien manejados de alfalfa pura (ARGOTE, 2004).

La alfalfa, ya sea como forraje verde o heno, se utiliza para ganado bovino, caballos, ovejas, cabras y animales más pequeños como conejos. La forma de cultivarla en muchos lugares es hacer caballones de 4 a 5 m de ancho, para facilitar el riego por surco. La densidad de siembra suele ser de 25 a 30 kg ha<sup>-1</sup>. La semilla utilizada proviene de importaciones, siendo Chile uno de los principales proveedores.

Se estima que en la actualidad el Perú cultiva unas 120.000 ha de alfalfa, distribuidas básicamente en la zona costera, siendo los departamentos de Arequipa, Lima, Ancash, Ayacucho y Tacna los más importantes. A finales de la década de 1990, los cultivares locales (ecotipos) Yaragua, Tambo y Caravelli eran más productivos que las variedades importadas de los Estados Unidos, como Moapa y Cuf 101 o la población denominada “Común de California” (*California Common*). Más recientemente, cultivares como Sceptre y SWI-8210 (australianos) y Moapa Mejorada y WL528HQ (de EE.UU.) se destacaron por su precocidad. En algunas áreas los cultivares Beacon y WL 625 y los ecotipos Sampedrana, Monsefu y Paijanera se destacaron por su alta productividad. En Puno los cultivares con descanso invernal se pueden usar sin riego, ya que durante la estación seca (invierno) las plantas no crecen debido a las bajas temperaturas. En esta localidad se recomiendan los cultivares Joya, WL 320, WL 325, WL 350, Rebound, Prince, Gold Plus y TPC (para la zona del Lago Titicaca). También se recomiendan pasturas de alfalfa sembradas en líneas alternadas con *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* o *F. pratensis*, con una dosis de 15 (sembrado en línea) a 20 (sembrado a voleo) kg ha<sup>-1</sup> de alfalfa y 6 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de las gramíneas.

### 3.2.5 Uruguay

Durante más de tres décadas los sistemas de producción ganadera en Uruguay se han caracterizado por la intensificación. Dentro de este proceso, la implantación de pasturas a base de gramíneas templadas y tréboles (*Trifolium spp.* o *Lotus spp.*) ha alcanzado especial importancia. Sin embargo, durante los últimos años el interés por la alfalfa ha aumentado, particularmente para la producción de leche bovina, no solo por su calidad y su potencial de producción y persistencia, sino también por su capacidad para tolerar períodos secos. Las principales limitaciones para la expansión de la alfalfa están relacionadas con problemas del suelo, particularmente acidez, altas deficiencias de fósforo (P), drenaje inadecuado y restricciones al crecimiento de las raíces. La inoculación con rizobios (*Ensifer meliloti*, ex *Sinorhizobium meliloti*) para fijación de N<sub>2</sub> es esencial para la persistencia del alfalar.

Actualmente, se estima que el país cuenta con unas 70.000 ha de alfalfa, principalmente en la costa oeste, donde se concentra la producción de leche bovina. También hay cierto grado de producción en el centro y, en una proporción muy pequeña, en el centro-norte. En términos generales, la durabilidad de los lotes de alfalfa promedia los cuatro años y la densidad de siembra utilizada es de aproximadamente 15 kg ha<sup>-1</sup>.

Las necesidades de semilla se satisfacen tanto con la producción nacional como con las importaciones, especialmente de los Estados Unidos y Canadá, y en menor medida de Argentina y Francia. Sin embargo, las primaveras y los veranos húmedos de Uruguay hacen que la producción

nacional sea impredecible y de bajo rendimiento. Por lo tanto, con la relativa expansión del cultivo, las importaciones son cada vez más importantes. Actualmente, se estima que alrededor del 40% de las necesidades del mercado se satisfacen con semilla importada.

En relación con la adopción de cultivares, Rebuffo (2000) afirma que uno de los principales criterios para su elección debe ser la distribución de la producción forrajera a lo largo del año, una característica que está estrechamente relacionada con el grado de reposo invernal (GRI). Para las condiciones de Uruguay, la producción forrajera se concentra en primavera-verano (65 a 75%). Las diferencias entre GRI son evidentes en el período otoño-invierno: mientras que los cultivares sin reposo pueden producir en este período hasta 20% del total anual, los cultivares con reposo alcanzan sólo el 6-10%. Los cultivares con reposo se recomiendan para la producción de heno (fardos), ya que pueden producir cerca de 8 t MS ha<sup>-1</sup> en primavera-verano. Por otro lado, los cultivares sin reposo o con reposo intermedio se recomiendan para pastoreo directo o para doble propósito (pastoreo y heno), ya que sus características en cuanto a velocidad de rebrote y ciclo de producción más prolongado permiten un mayor número de cortes o pastoreos durante todo el año. Con el fin de diversificar la oferta de forraje y asegurar una adecuada alimentación del ganado durante el año, se recomienda que el sistema de pastoreo uruguayo utilice cultivares de diferentes GRI.

Aunque hay unos 100 cultivares de alfalfa registrados en el Instituto Nacional de Semillas<sup>1</sup>, los dos cultivares más extendidos en Uruguay son -por orden de importancia- Estanduela Chaná y Crioula. Ambos son de reposo intermedio y tienen alta producción y persistencia para las condiciones imperantes en el país. En 1993 se puso en marcha el Programa Nacional de Evaluación de Cultivares del INIA La Estanduela. Desde 1999, los ensayos son oficiales y se realizan como parte del sistema nacional de evaluación agropecuaria bajo la coordinación del INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Los cultivares que destacaron en los ensayos de evaluación son 903, Sigma 890, ACA 605, Crioula, Estanduela Chaná, Marsh 10, Marsh Brotos, Hybriforce 2600, Magna 787, Magna 804, Magna 868, Marina, Monarca SP INTA, Nobel 620, Nobel 720, Speeda, Super Sonic, Sutter, Tigresa y Uru Alfalfa 9<sup>2</sup>. En estos ensayos, las producciones acumuladas (tres años) alcanzaron las 32 t MS ha<sup>-1</sup>, con producciones de hasta 19 o 21 t ha<sup>-1</sup> en el segundo año.

Aproximadamente el 60% de la alfalfa se utiliza bajo pastoreo directo en sistemas de producción de leche bovina y, en menor medida, en la producción intensiva de carne vacuna. El área restante se utiliza 30% para heno y 10% para ensilaje o semillas.

---

<sup>1</sup> Disponible en: <www.cultivares.uy>.

<sup>2</sup> Disponible en: <www.cultivares.uy>.

### 3.2.6 Chile

El área de alfalfa en Chile ha aumentado sostenidamente en los últimos quince años, pasando de poco menos de 20.000 ha en 2001 a unas 110.000 ha en 2009 y alcanzando las 176.000 ha en 2016<sup>3</sup>. Alrededor del 70% de la superficie cultivada se concentra en las regiones de Valparaíso y Biobío, aunque también se siembra en las zonas altas de la región más austral del país, en Magallanes. El uso principal de la alfalfa es como suplemento de forraje en invierno para los sistemas intensivos de producción de leche en el área irrigada del centro-sur. Sin embargo, dada su gran versatilidad, también se la utiliza en sistemas intensivos de engorde de vacunos o en sistemas extensivos para ganado bovino y ovino. Cabe destacar que la alfalfa en Chile se emplea principalmente para la suplementación, sea en forma de forraje verde picado, pastoreo directo o como *pellets*.

Aunque existe una producción nacional de semilla, la mayoría de las necesidades del mercado interno están cubiertas por las importaciones, en particular desde los Estados Unidos. Por otro lado, hay empresas chilenas que exportan la mayor parte de su producción de semilla a países vecinos, especialmente Perú. Si bien los valores de importación y exportación de semilla de alfalfa han variado en los últimos 15 años, las exportaciones generalmente superaron a las importaciones. Así, por ejemplo, en 2009 se exportaron 700 t y se importaron alrededor de 470 t, mientras que en 2011 fueron 300 t y 100 t y en 2013 470 t y 140 t, respectivamente. Sin embargo, en 2015 se importaron 220 t y se exportaron 180 t.

Dada la diversidad agroclimática del país, la elección de las variedades sigue siendo una de las decisiones más importantes que debe tomar el productor. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA Chile) lleva décadas realizando ensayos para evaluar cultivares de alfalfa, con el objetivo de identificar los más adaptados a las diferentes condiciones edafoclimáticas (SOTO, 2000). En estos ensayos se dispone de cultivares de diferentes GRI, buscando aquellos con mayores rendimientos y niveles de resistencia a enfermedades y factores abióticos. En los últimos años, los ensayos han incorporado una gran diversidad de GRI. Por ejemplo, Ivelic-Sáez et al. (2017a), trabajando en la región de Magallanes (Patagonia Austral), evaluaron 21 cultivares de GRI 3 a 10.

La elección de los cultivares está estrechamente relacionada con el reposo invernal, que define el área geográfica donde se utilizarán. Para la zona central, bajo condiciones de riego, los cultivares sin reposo proporcionan altos rendimientos de forraje ( $25 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) con hasta ocho

---

<sup>3</sup> Disponible en: <[www.ine.cl](http://www.ine.cl)>.

cortes por temporada. En la región centro-sur (Libertador Bernardo O'Higgins, regiones del Maule y Biobío), en condiciones de secano, se obtuvieron rendimientos de 5 a 13 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en el tercer año (Tabla 3), dependiendo del cultivar y de la zona geográfica (DEL POZO et al., 2017; ESPINOZA y BARAHONA, 2017). En otro trabajo, Ovalle et al. (2016) informaron niveles de persistencia de 63 a 97%, reflejando la capacidad de la alfalfa para sobrevivir a diferentes niveles de precipitación.

En la región sur del país (Región de los Lagos), se obtuvieron rendimientos anuales de 18 a 21 t MS ha<sup>-1</sup> bajo las condiciones usuales de altas precipitaciones (PARGA, 1994). Más al sur, donde predominan las variedades de GRI 3 y 4, los rendimientos disminuyen considerablemente debido a las bajas temperaturas y el acortamiento de la temporada de crecimiento. Por ejemplo, en la Región de Aysén, con buenas precipitaciones pluviales, se registraron producciones de hasta 15 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; pero en la región de Magallanes, aunque la producción puede alcanzar las 12 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, el promedio regional es de sólo 5 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Independientemente de los rendimientos que la alfalfa pueda alcanzar en la Patagonia chilena, la gran ventaja en esta región es la persistencia, que puede llegar a más de 40 años, produciendo hasta 5 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (IVELIC-SÁEZ et al., 2017b).

**Tabla 3.** Producción de biomasa aérea (PBA) en kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y persistencia (P) en porcentaje en cuatro regiones de la centro-sur de Chile y en dos temporadas de crecimiento (2012/14 o 2013/15).

Cultivar	GRI	Litueche (800 mm) <sup>1</sup>		Cauquenes (650 mm) <sup>1</sup>		Los Guindos (900 mm) <sup>1</sup>		Yungay (1200 mm) <sup>3</sup>	
		PBA <sup>4</sup>	P <sup>5</sup>	PBA	P	PBA	P	PBA	P
Aquarius	8	9.292 a <sup>2</sup>	85	13.008 a	67	9.369 a	95	7.326 a	90
WL 458 HQ	6	10.775 a	89	10.386 a	68	7.829 a	92	5.289 a	93
WL 326 HQ	4	10.000 a	80	9.888 a	59	9.344 a	92	3.860 a	88
Venus	5	8.900 a	82	10.225 a	77	7.423 a	85	5.896 a	92
Genesis	7	8.987 a	86	11.321 a	67	7.880 a	96	5.617 a	93
Sardi 5	5	10.012 a	86	10.400 a	67	7.261 a	93	6.128 a	91
Sardi 7	7	9.087 a	74	11.723 a	63	8.320 a	94	10.051 a	92
Sardi 10	10	9.412 a	94	12.950 a	73	10.013 a	92	10.893 a	92
Sardi Grazer	6	7.862 a	91	11.527 a	75	9.058 a	97	7.749 a	90
WL 903 HQ	9			10.536 a	88				

<sup>1</sup> Temporada 2013/15

<sup>2</sup> Valores con la misma letra en columnas no muestran diferencias significativas entre ellas (Duncan,  $p \leq 0,05$ )

<sup>3</sup> Temporada 2012/14

<sup>4</sup> PBA: Producción de biomasa aérea

<sup>5</sup> P: Persistencia

## Agradecimientos

Los autores reconocen la colaboración de los colegas Jorge Ivelic-Sáez, Carlos Ovalle, Viviana Barahona, Soledad Espinoza y Cristian Moscoso del INIA Chile; Rodrigo Zarza, Carlos Rossi y Rafael Reino del INIA Uruguay; y Valeria Arolfo del INTA Argentina.

## Referencias

- ARGOTE, G. **Cultivo de alfalfa, instalación, producción y manejo**. Puno: Estación Experimental Illpa, 2004. (INIA. Boletín, n. 1).
- AROLFO, V.; ODORIZZI, A. **Avances en Alfalfa: ensayos territoriales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, año 26, n. 26, 2016. 83 p.
- BERNAL, J. **Manual de manejo de pastos cultivados para zonas alto andinas**. 2005. Disponible em: <[http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/manual\\_pastos.pdf](http://infoalpacas.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/manual_pastos.pdf)>. Acceso em: 2 mar. 2018.
- BRUMMER, E. C.; MOORE, K. J.; BJORK, C. Agronomic consequences of dormant-nondormant alfalfa mixtures. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 782-785, Apr. 2002. DOI: 10.2134/agronj2002.7820.
- RED DE ENSAYOS DE VARIEDADES FORRAJERAS: Pastura TEST: resultados de la \*campaña 2015/16, ene. 2017. Disponible em: <<http://www.csbc.org.ar/images/PasturaTest-2015-2016.pdf>>. Acceso em: 2 mar. 2018.
- DEL POZO, A.; OVALLE, C.; ESPINOZA, S.; BARAHONA, V.; GERDING, M.; HUMPHRIES, A. Water relations and use-efficiency, plant survival and productivity of nine alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in dryland Mediterranean conditions. **European Journal of Agronomy**, v. 84, p. 16-22, Mar. 2017. DOI: 10.1016/j.eja.2016.12.002.
- ESPINOZA, S.; BARAHONA, V. **Alfalfa en condiciones de secano Mediterráneo: una nueva alternativa para la producción de forraje en períodos de escasez**. Cauquenes: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017.
- FAVERO, D. **Morfofisiología comparada de populações de alfafa de diferentes hábitos de crescimento**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- FERREIRA, R. de P.; BOTREL, M. de A.; RUGGERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; COELHO, A. D. F.; LÉDO, F. J. da S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 265-269, jan./fev. 2004. DOI: 10.1590/S0103-84782004000100041.
- FERREIRA, R. de P.; VILELA, D.; TUPY, O.; COMERON, E. A.; BASIGALUP, D. H.; BERNARDI, A. C. de C.; KUWAHARA, F. A.; KARAM, D. Potencial forrageiro da alfafa para alimentação de vacas de leite nos trópicos. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F. V. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. p. 213-238.
- IVELIC-SÁEZ, J.; MARTÍNEZ, M. P.; SOLÍS, C.; CÁRCAMO, J. **¿Cómo elegir una variedad de alfalfa?** Punta Arenas: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017a. (Informativo, 72).
- IVELIC-SÁEZ, J.; VALENZUELA, J.; SUAREZ, A.; DOMÍNGUEZ, J. Evaluación de la persistencia de la alfalfa en la zona de transición de Magallanes. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE ESPECIALISTAS EN PEQUEÑOS RUMIANTES Y CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS, 10., 2017, Punta Arenas. Santiago: Universidad de Chile, 2017b.
- KALLENBACH, R. L.; NELSON, C. J.; COUTTS, J. H. Yield, quality, and persistence of grazing- and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. **Agronomy in Journal**, v. 94, n. 5, p. 1094-1103, Sept. 2002. DOI: 10.2134/agronj2002.1094.



KNIPE, B.; REISEN, P.; McCASLIN, M. The relationship between fall dormancy and stand persistence in alfalfa varieties. In: CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 28., 1998, Reno. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1998. p.203-208. Disponível em:<<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1998/98-203.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

KÖPP, M. M.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Cultivares de alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. P.; BASIGALUP, D. H.; GIECO, J. O. (Ed.). **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. p. 309-331.

MARBLE, V. Relative advantages of different dormancies of alfalfa grown in Central and Northern California. CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 18., 1986, Sacramento. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1986. p. 6-35. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1986/86-06.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

McKENZIE, J. C.; PAQUIN, R.; DUKE, S. H. Cold and heat tolerance. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 259-302. (Agronomy, 29).

MILLER, D. R. Alfalfa disease and resistant varieties. In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 23., 1993, Visalia. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 96-98. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1993/93-96.Pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

FOX, C.; BERBERET, R.; GRAY, F.; GRAU, C.; JESSEN, D.; PETERSON, M. (Ed.). **Standard tests to characterize alfalfa cultivars**. 3<sup>rd</sup> ed. St. Paul: North American Alfalfa Improvement Conference, 1998. Disponível em: <<http://naaic.org>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A.; SILVEIRA, C. A. M. Cultivo, manejo e utilização da alfafa. In: NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A.; SILVEIRA, C. A. M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri, 1992. p. 15-61.

OLIVEIRA, P. R. D. de; PAIM, N. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. Seleção para rendimento e qualidade da forragem em alfafa crioula. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 9, p. 1039- 1044, set. 1993.

OVALLE, C.; ESPINOZA, S.; BARAHONA, V.; GERDING, M.; HUMPHRIES, A.; DEL POZO, A. Lucerne and other perennial legumes provide new options for rain fed livestock production in the Mediterranean-climate region of Chile. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 42, n. 3, p. 461- 464, Dic. 2016. DOI: 10.4067/S0718-16202015000300014.

PARGA, J. P. M. de. Consideraciones técnicas para el establecimiento y manejo de alfalfa. In: PRODUCCIÓN y utilización de la alfalfa en la décima región. [S.l.]: Instituto Investigaciones Agropecuaria, 1994. p. 3-24. (INIA. Serie remehue, 54). Disponível em: <<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16750.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

PEREZ, N. B. **Melhoramento genético de leguminosas de clima temperado – alfalfa (*Medicago sativa* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.) – para aptidão ao pastejo**. 2003. 174 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidades Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

POOLE, G.; PUTNAM, D.; ORLOFF, S. Considerations in choosing an alfalfa variety. In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 33., 2003, Monterey. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 191-200. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2003/03-191.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

- PUTNAM, D.; ORLOFF, S. Using varieties or cutting schedules to achieve high quality hay: what are the tradeoffs? In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 33., 2003, Monterey. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 201-214. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2003/03-201.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- REBUFFO, M. Variedades de alfalfa. In: REBUFFO, M.; RISSO, D.; RESTAINO, F. (Ed.). **Tecnología en alfalfa**. Montevideo: INIA La Estanzuela, 2000. p. 3-16. (INIA. Boletín de divulgación, 69).
- ROSSANIGO, R.; SPADA, M. del C.; BRUNO, O. A. Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en la Argentina. In: HIJANO, E. H; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. San Juan: Editar, 1995. p. 63-78. (Manuales, 11).
- SHEAFFER, C. C.; BARNES, D. K.; WARNES, D. D.; LUESCHEN, W. E.; FORD, H. J.; SWANSON, D. R. Seeding-year cutting affects winter survival and its association with fall growth score in alfalfa. **Crop Science**, v. 32, n. 1, p. 225-231, Dec. 1992. DOI: 10.2135/cropsci1992.0011183X003200010046x.
- SHEAFFER, C. C.; LACEFIELD, G. D.; MARBLE, V. L. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 412-430. (Agronomy, 29).
- SOTO, P. **Alfalfa en la zona centro sur de Chile**. Chillán: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2000. 266 p. (Libro, n. 4).
- SPADA, M. del C. (Ed.). **Avances en alfalfa: ensayos territoriales**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, año 24, n. 24, 2014. 96 p.
- SPADA, M. del C. Evaluación de cultivares y panorama varietal. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones Inta, 2007. p. 131-151.
- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. L.; GIBBS, L. K.; McCASLIN, M. H.; PETERSON, M. A.; BARNES, D. K. Fall dormancy. In: FOX, C.; BERBERET, R.; GRAY, F.; GRAU, C.; JESSEN, D.; PETERSON, M. (Ed.). **Standard test to characterize alfalfa cultivars**. 3<sup>rd</sup> ed. Beltsville: North American Alfalfa Improvement Conference, 1998. p. A-1. Agronomic tests.
- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. T.; GIBBS, L. K.; ORLOFF, S. Characterization of a certified alfalfa cultivar: importance and evaluation of fall dormancy. In: CALIFORNIA ALFALFA SYMPOSIUM, 25., 1995, Modesto. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 1995. p. 41-45. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- VILELA, D. Potencialidade do pasto de alfalfa (*Medicago sativa* L.) para produção de leite. In: WORKSHOP SOBRE PONTECIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1994. p. 205-217.
- VOLENEC, J. J.; CUNNINGHAM, S. M.; HAAGENSON, D. M.; BERG, W. K.; JOERN, B. C.; WIERSMA, D. W. Physiological genetics of alfalfa improvement: past failures, future prospects. **Field Crops Research**, v. 75, n. 2-3, p. 97-110, May 2002. DOI: 10.1016/S0378-4290(02)00020-5.
- WEISHAAR, M. A.; BRUMMER, E. C.; VOLENEC, J. J. **Selecting for winter hardiness in non-dormant alfalfa**. 2002. Disponível em: <https://www.naaic.org/Meetings/National/2002meeting/2002Abstracts/Weishaar.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.